



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL MONITOREO Y CONTROL AUTOMÁTICO DE LOS SISTEMAS PRESIÓN Y TEMPERATURA PARA EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS -ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”

AUTORES:

LUIS FERNANDO ALMACHE COYAGO
LUIS ALEX TOAPANTA SOTO



Objetivo General:

Diseñar e implementar un módulo didáctico para el monitoreo y control automático de los sistemas presión y temperatura para el Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE Extensión Latacunga

Objetivos Específicos:

- Diseñar el lazo de control para el módulo didáctico especificando sus componentes a través de Diagramas P&ID's.
- Diseñar el diagrama del panel frontal del módulo didáctico para los procesos presión y temperatura.
- Ubicar los equipos e instrumentos que intervienen en cada proceso dentro de la estructura del módulo didáctico.
- Implementar el módulo didáctico y efectuar las conexiones necesarias mediante los diagramas P&ID de los procesos.

Objetivos Específicos:

- Programar los distintos modos de control en el PLC SIEMENS S7-1200 con la ayuda del software TIA PORTAL para los procesos presión y temperatura.
- Diseñar el HMI en el software TIA PORTAL que se mostrará en la Touch Panel KTP600 Color Basic PN para el monitoreo y asignación de parámetros del módulo didáctico.
- Realizar las pruebas necesarias para comprobar el funcionamiento de cada proceso del módulo didáctico.
- Determinar las constantes adecuadas para los distintos modos de control de cada proceso.
- Analizar los resultados obtenidos en cada proceso y establecer conclusiones.

Descripción del proyecto

El módulo didáctico consta de dos sistemas:

- **SISTEMA DE PRESIÓN:** Controla la cantidad de presión existente en un tanque de almacenamiento por medio de un PLC el cual adquiere la señal eléctrica que es proporcionada por un transmisor de presión, este autómatas procesa la información obtenida y de acuerdo al modo de control que se encuentre programado envía una señal eléctrica al conversor de corriente a presión, el mismo que enviara una señal neumática hacia la válvula de control la cual se abrirá o se cerrará de forma proporcional, cambiando la cantidad de aire que ingresa al tanque de almacenamiento y de esta manera realiza el control requerido.

Descripción del proyecto

- **SISTEMA DE TEMPERATURA:** Controla la temperatura en el interior de un horno eléctrico a través de un PLC el cual adquiere la señal eléctrica que es suministrada por el transmisor de temperatura, este autómata procesa la información y envía una señal eléctrica de control al conversor AC/AC para variar la tensión eléctrica en alterna que va hacia a las niquelinas que se encuentran en el interior del horno y de esta forma variar la temperatura de acuerdo al control implementado.

Módulo Didáctico de los procesos presión y temperatura.



Componentes del Módulo Didáctico

Proceso de presión:

- **Tanque de almacenamiento de aire.** El sistema utiliza un tanque de 53 cm de largo y un diámetro de 19 cm con capacidad de almacenamiento de 15 litros para una presión máxima de 140 Psi. Además cuenta con una válvula de seguridad que al sobrepasar la presión de 140 Psi se dispara y libera el exceso de presión con el fin de evitar accidentes por el manejo de altas presiones.



- **Transmisor George Fisher 9900 de presión.** Instrumento que realiza la medición de la variable física presión de manera directa a través de un sensor de presión manométrica que mide la diferencia de presión entre el proceso en un lado del diafragma y la presión atmosférica en el lado opuesto del diafragma.



- **Válvula controladora.** Es una válvula de control proporcional (Bauman 51000) que dependiendo de la cantidad de presión que se ejerce en la entrada neumática de control (4-13Psi), el vástago se elevará parcialmente o en su totalidad, abriendo la válvula o cerrándola, esto permite regular la cantidad de aire que circula por el cuerpo de la misma.



- **Convertor de corriente a presión.** El convertor I/P (Control Air 500AC), utiliza una fuente de alimentación de 20Psi para generar una salida neumática de 4 a 13 Psi proporcional a una señal eléctrica de 4 a 20 mA en su entrada. La señal de salida generada por el convertor I/P es empleada para regular el flujo de aire que circula por el cuerpo de la válvula de control.



- **Regulador de presión.** Es un dispositivo neumático que posee la capacidad de regular la presión de aire a una inferior de la suministrada y la mantiene constante. En el sistema se utilizaron dos reguladores de presión, uno de ellos se encuentra en la parte posterior del módulo, el cual se utiliza para la alimentación constante de 20 Psi para el conversor I/P, mientras que el otro regulador se encuentra ubicado en el panel frontal, para regular la cantidad de presión que se desea utilizar en el sistema, entre 0-100 Psi.



- **Manómetro Analógico.** Instrumento utilizado para obtener la medición de la cantidad de presión que ingresa al sistema, representa la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica, el rango de medida del manómetro empleado es 0 a 160 Psi.



- **Regulador de caudal.** Son aparatos que se los utiliza para regular la cantidad de flujo de aire que circula por la línea. Se utilizan reguladores de flujo en el sistema de presión para manipular la cantidad de aire de manera manual en la entrada y salida del tanque, así como también para la carga.



- **Acoples neumáticos.** Son parte fundamental del sistema de aire del módulo, ya que radican en el objetivo de ser un medio didáctico de aprendizaje, para ello se utiliza uniones, racores, acoples en forma de T, pasa chapas y manguera. Cada uno de estos elementos posee un diámetro interno de 6 mm y soportan una presión máxima de 150 Psi.



Componentes del Módulo Didáctico

Proceso de Temperatura:

- **Horno eléctrico.** Aparato provisto de elementos de cocción (niquelinas) que pueden alcanzar una potencia máxima de 1300 vatios, para calentamiento uniforme en el interior.



- Para obtener la medición de temperatura en el interior del horno mediante el transmisor de temperatura, se realizó un orificio en la parte superior para que el sensor se introduzca en el interior del horno y se encuentre en contacto con la variable física. Para el sistema de enfriamiento se efectuó un orificio en la parte lateral izquierda del horno con el fin de ubicar un acople neumático para conectar la manguera de suministro de aire frío; debido a que el aire que circula en el interior del horno no tiene una salida de escape se procedió a realizar orificios al lado opuesto del sistema de enfriamiento de aire.

- **Transmisor George Fisher 9900 de temperatura.** El instrumento realiza la medición de la variable física temperatura, que emplea una RTD (Pt 1000) como elemento primario de medición, y la transforma en una señal de corriente para que pueda ser procesada por el autómata o PLC.



- **Driver de accionamiento de triac's.** Es un dispositivo electrónico de potencia, cuya función es la de regular la cantidad de energía que será entregada hacia el elemento final de control (niquelinas).



- **Relé de 24 Vdc.** Es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando tan pronto se dé tensión a la bobina. En la estación se utilizan dos relés, uno para cambiar de estado de manual a automático y el otro para la operación manual del proceso de encendido-apagado (control on – off) del horno.



Componentes del Módulo Didáctico

Dispositivos compartidos entre Procesos:

- **PLC S7-1200 CPU-1212C AC/DC/RLY:** controlador lógico programable marca SIEMENS, encargado de realizar las funciones de control independiente de cada proceso, en lazo cerrado y gestionar las comunicaciones con la TOUCH PANEL.



- **Módulo de expansión SM-1232:** dispositivo de salidas analógicas, que permite interactuar al autómeta con los instrumentos de campo, integrado de dos salidas analógicas de voltaje de +/-10V o corriente de 0 – 20 mA.



- **Touch Panel KTP600 Basic Color PN:** instrumento que permite realizar una interfaz humano máquina a través del cual el usuario podrá visualizar y configurar el funcionamiento de los dos procesos entregando al operador valores de set point, parámetros de sintonización, curvas de proceso e históricos.



- **Fuente LOGO Power de 24 Vdc:** fuente de alimentación de corriente continua de 24 voltios, como la mayoría de los equipos e instrumentos están diseñados para funcionar con una tensión de 24 Vdc. En el módulo se la utiliza para la alimentación de tensión de la touch screen, relé y para los transmisores de presión y temperatura.



Lazo de Control de los Procesos Presión y Temperatura

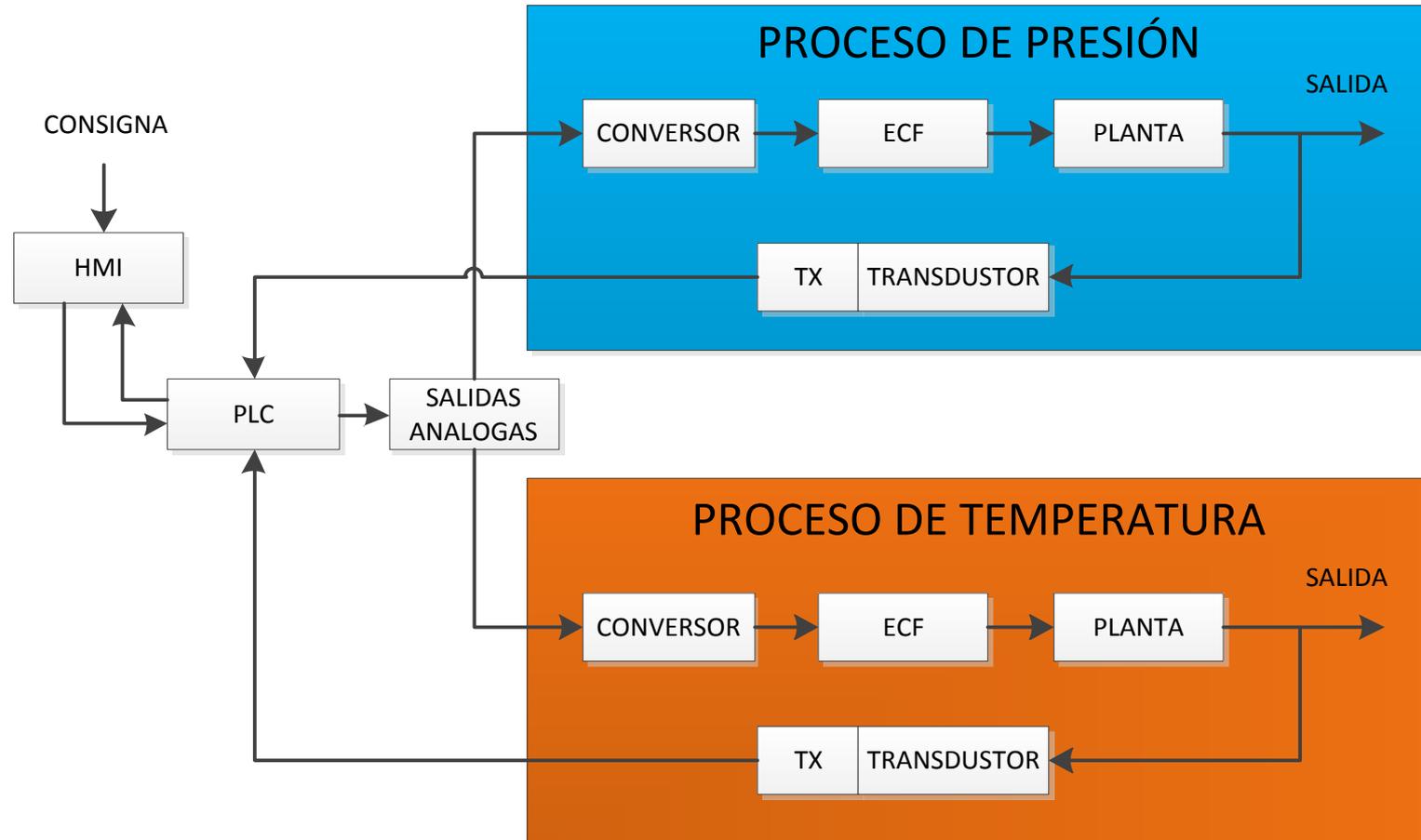


Diagrama P&ID PROCESO DE PRESIÓN

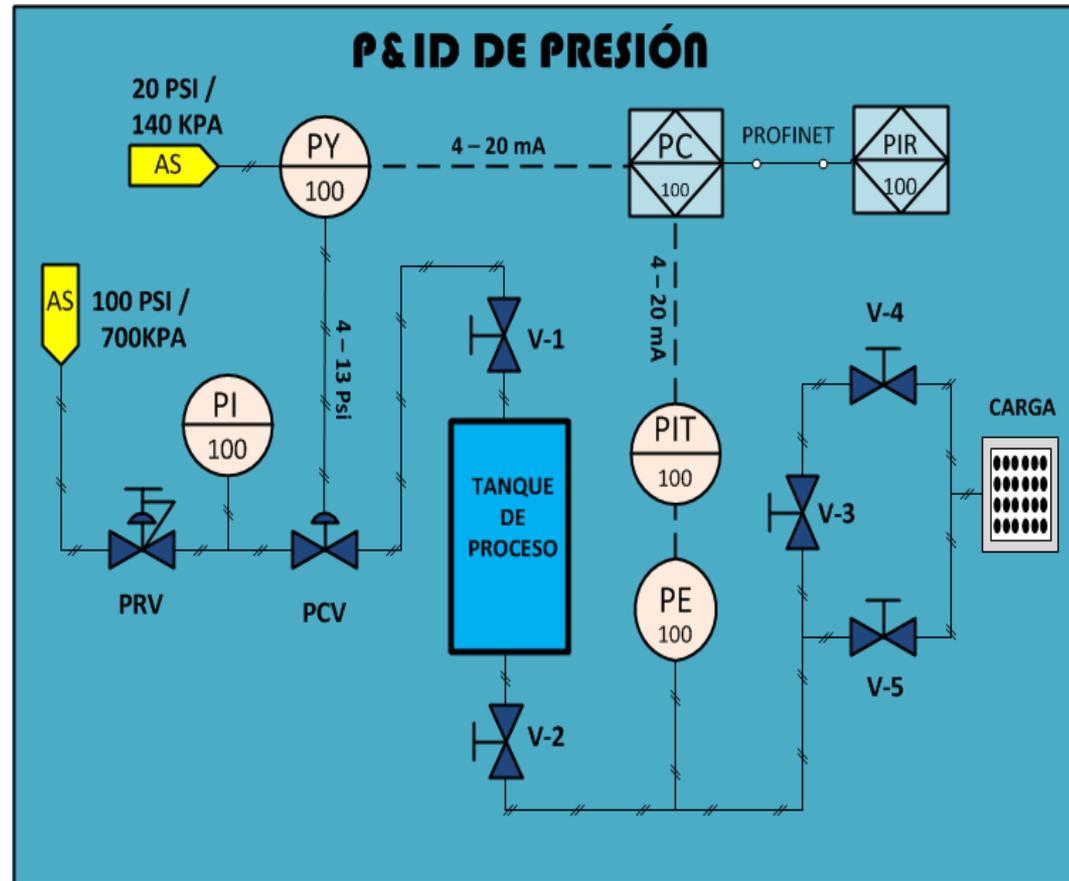
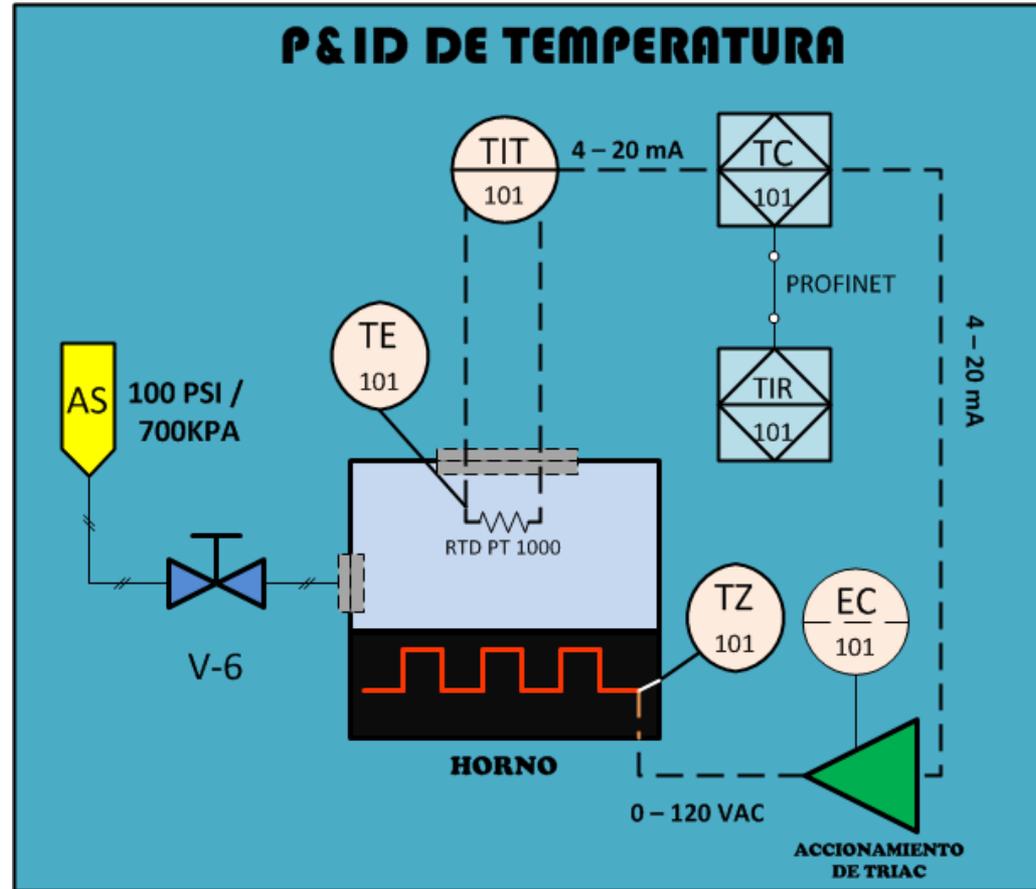
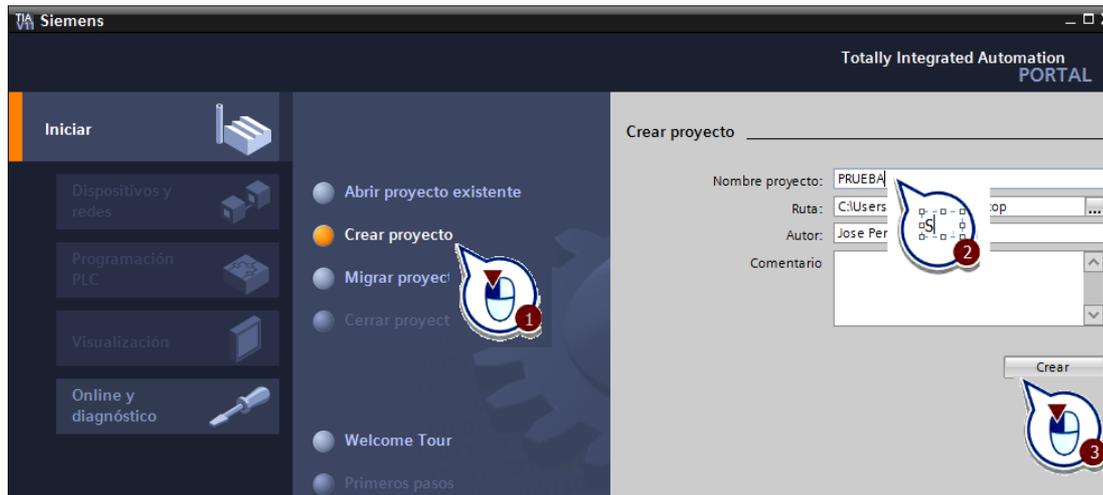


Diagrama P&ID PROCESO DE TEMPERATURA



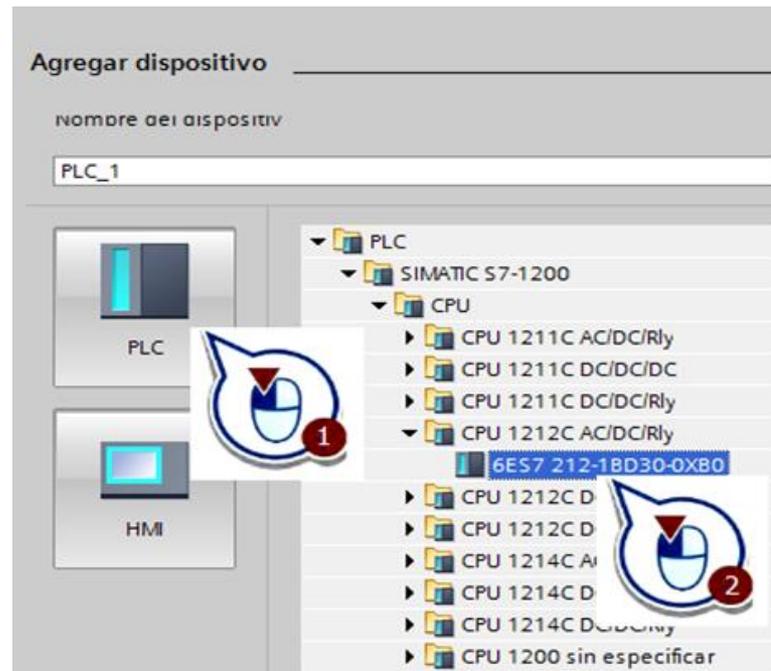
Configuración y Programación del PLC

Crear un nuevo proyecto en el TIA Portal.



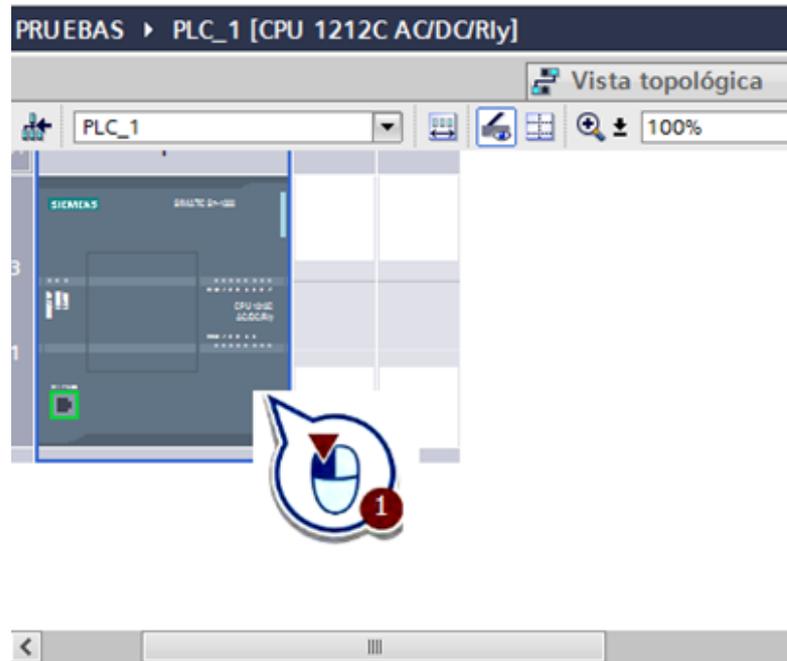
Configuración y Programación del PLC

Insertar un dispositivo nuevo desde el portal.



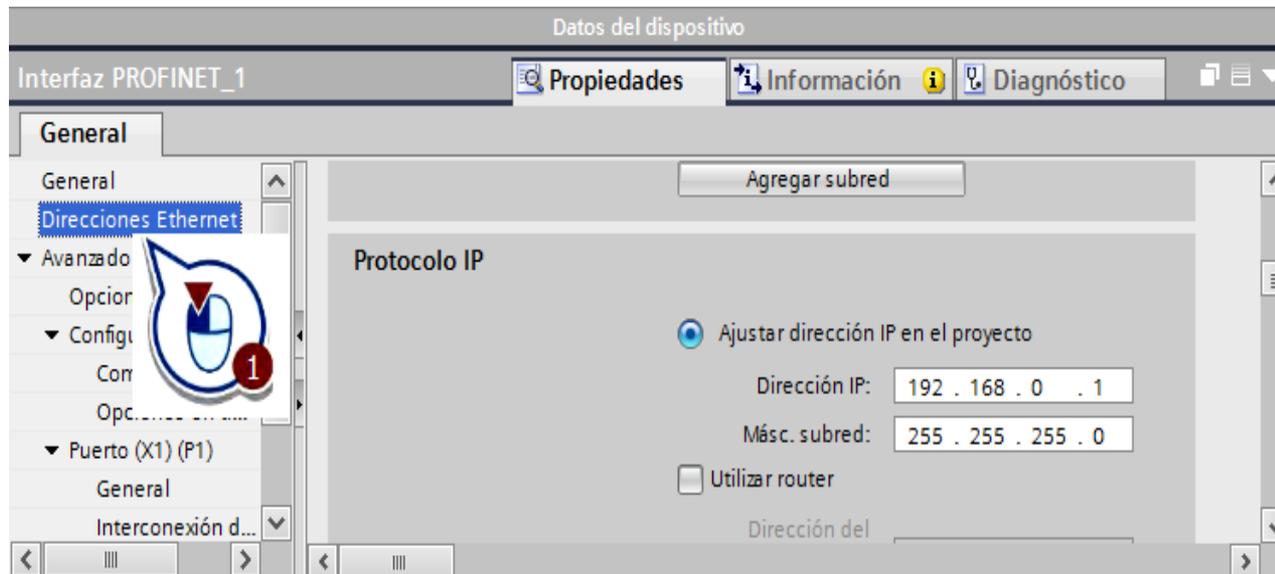
Configuración y Programación del PLC

Se ha creado un controlador nuevo en el proyecto .



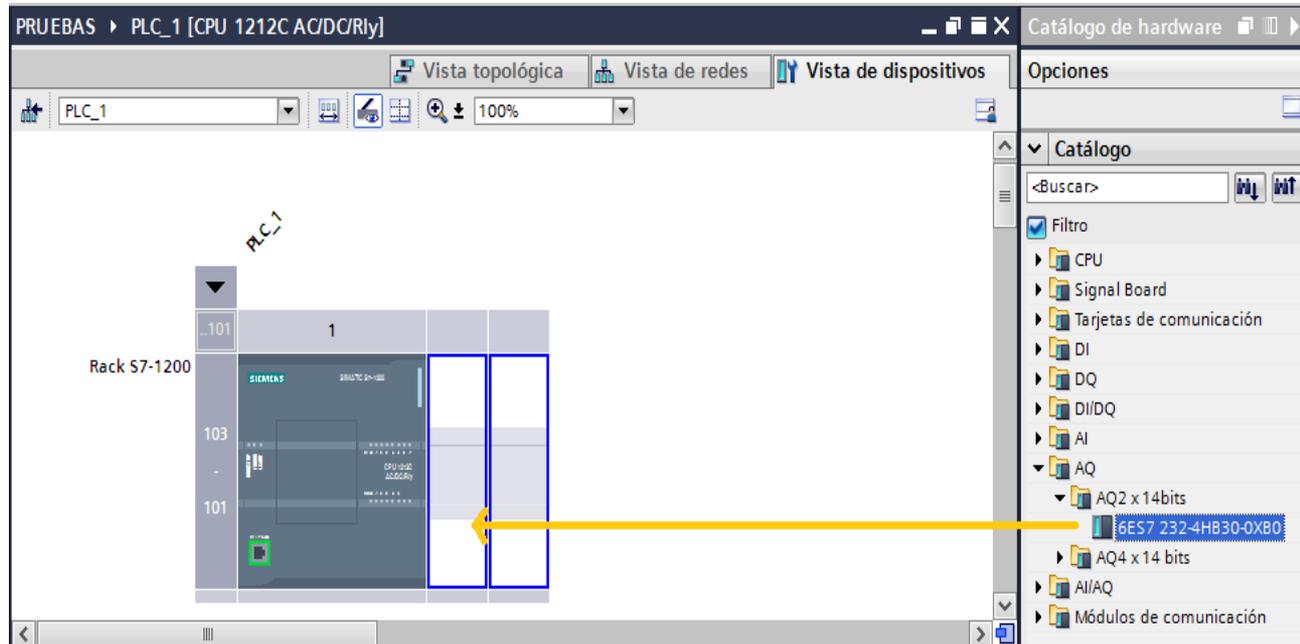
Configuración y Programación del PLC

Seleccionar la interfaz PROFINET.



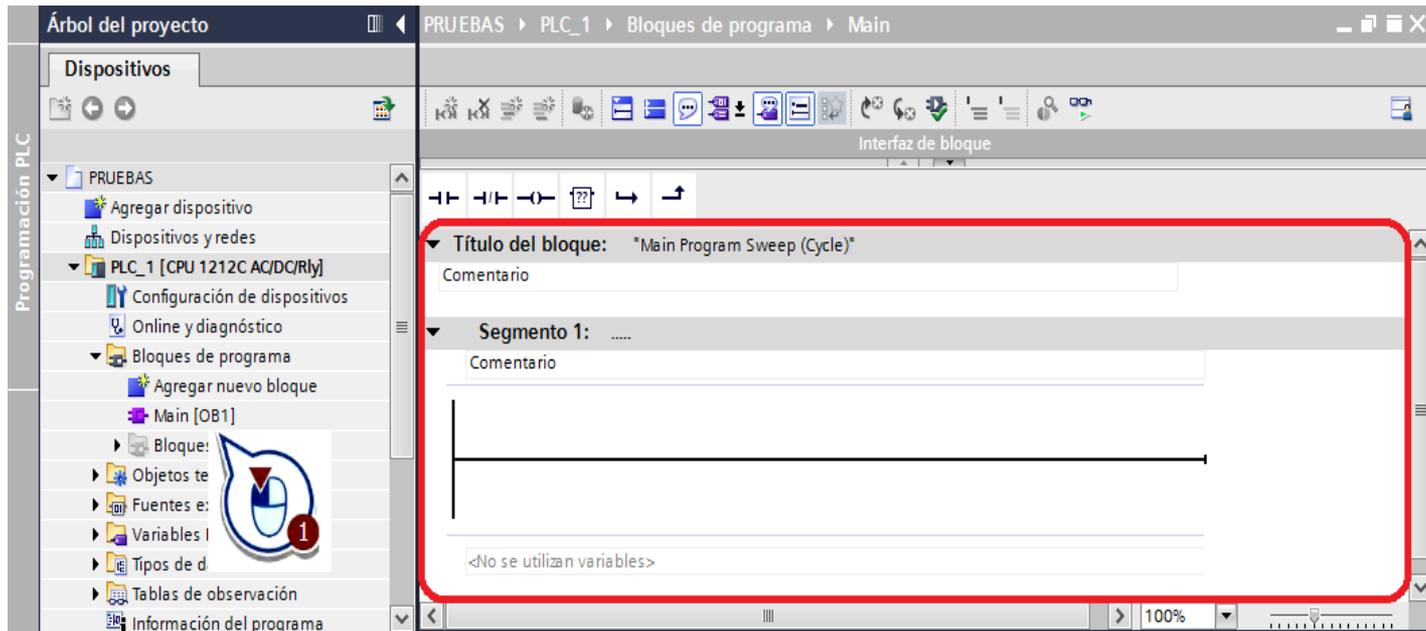
Configuración y Programación del PLC

Añadir módulo de salidas analógicas.



Configuración y Programación del PLC

Abra el bloque de organización "Main [OB1]".



Configuración y Programación del PLC

Realizar la programación necesaria para cada lazo de control.

The screenshot shows the Siemens SIMATIC Manager software interface for PLC programming. The main window displays a ladder logic diagram with an 'ADD Dint' instruction highlighted in a green box. A green arrow points to the instruction. The right sidebar shows the 'Instrucciones básicas' (Basic Instructions) menu, also highlighted in green. The interface includes a project tree on the left, a toolbar at the top, and a status bar at the bottom.

Interfaz

Nombre	Tipo de datos	Comentario
1	Temp	
2	-agregar-	

Segmento 1:

Comentario

Diagrama de Ladder Logic:

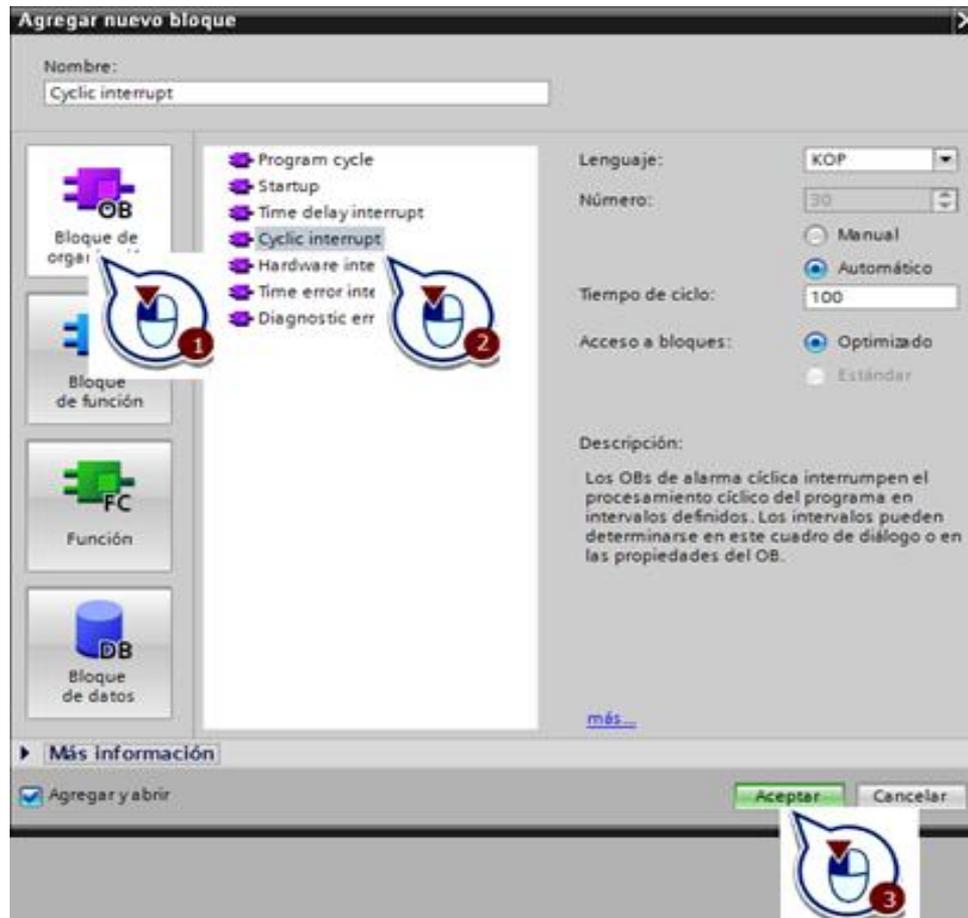
- Inputs: %IO 0 "Tag_1", %IO 1 "Tag_2", %IO 2 "Tag_3", %Q0.1 "Tag_4"
- Instruction: ADD Dint
- Outputs: %QD2
- Parameters: W#16#0108, "AI2_1[A]", IN1, IN2, OUT, "Tag_5"

Instrucciones básicas

- General
- Operaciones lógicas
- Temporizadores
- Contadores
- Comparadores
- Funciones matemáticas
- Transferencia
- Conversión
- Control del programa
- Operaciones lógicas

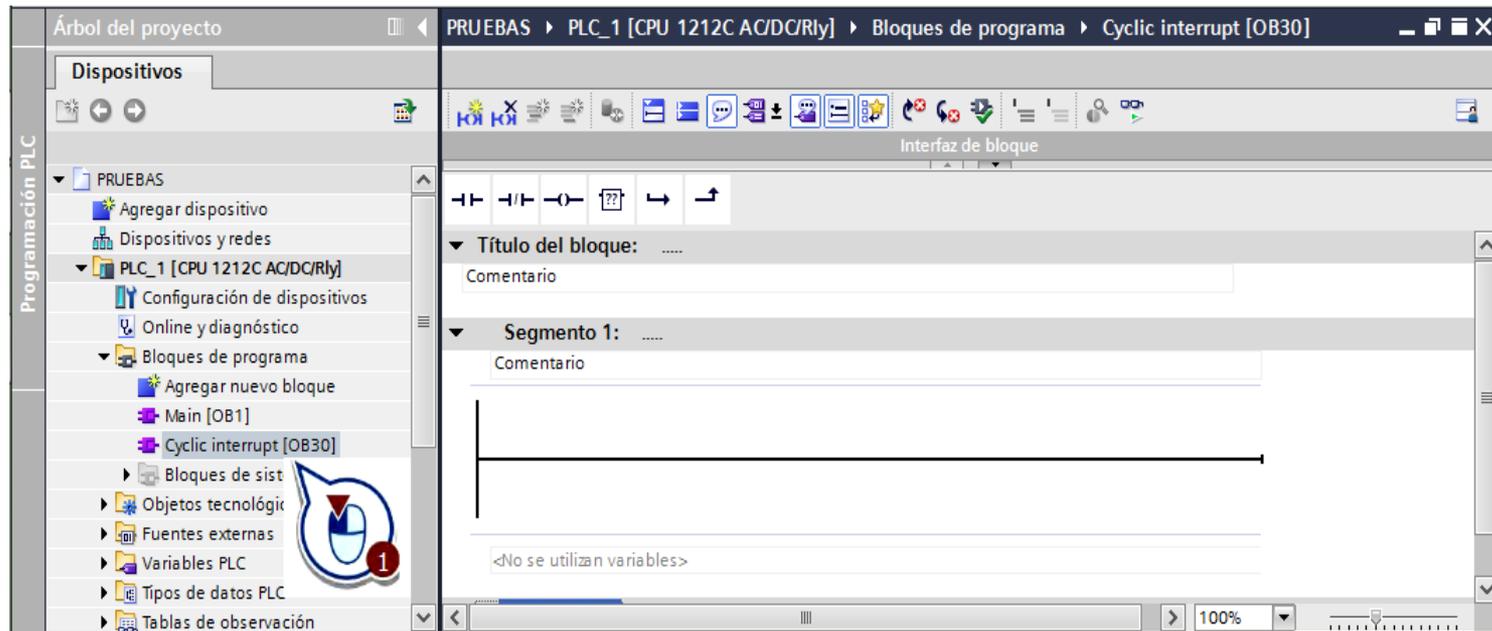
Configuración y Programación del PLC

Crear un objeto tecnológico (OB) de alarma cíclica.



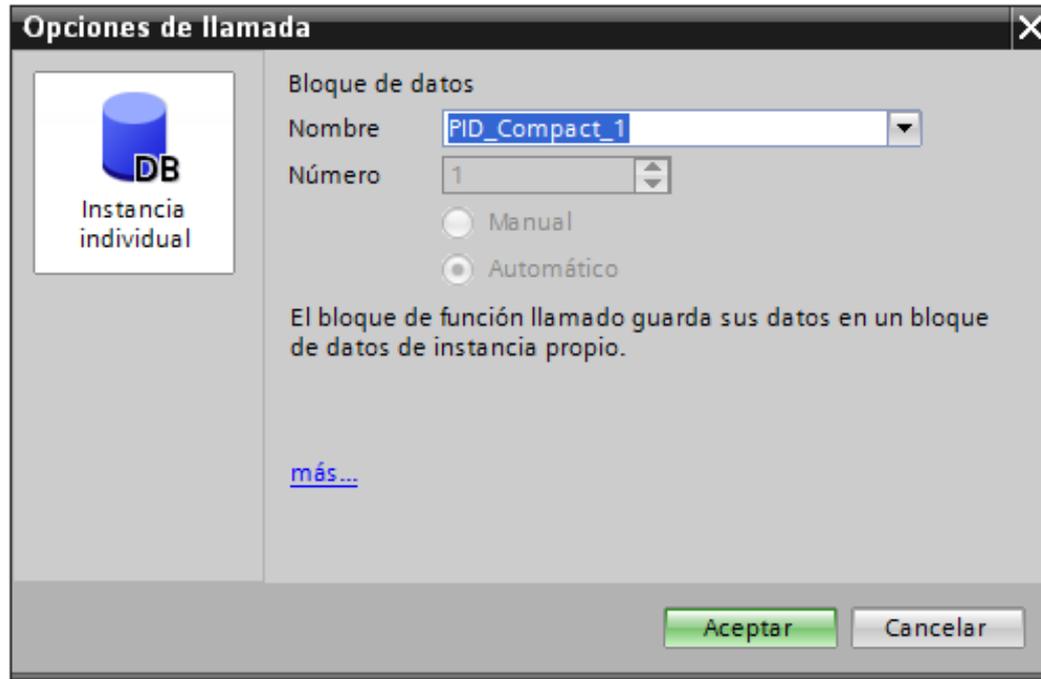
Configuración y Programación del PLC

Abrir el objeto tecnológico (OB) de alarma cíclica.



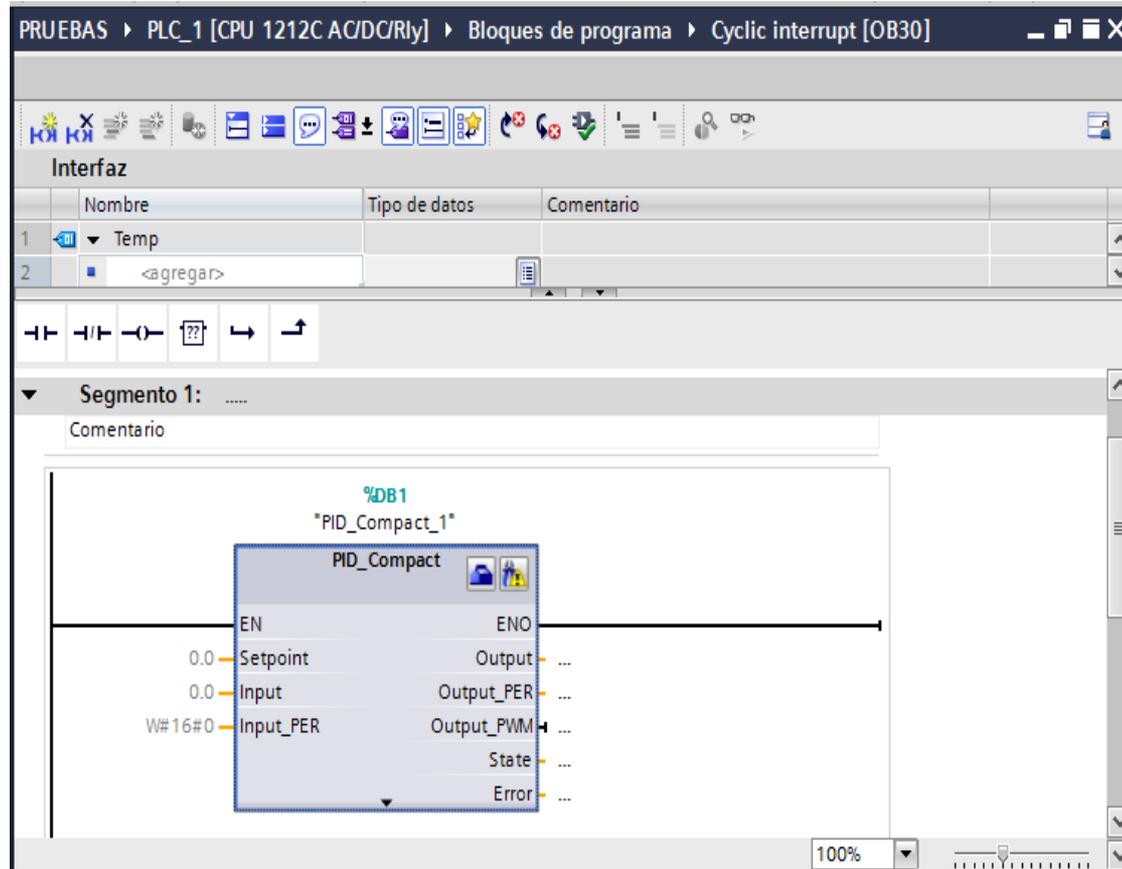
Configuración y Programación del PLC

Agregar el objeto tecnológico "PID_Compact".



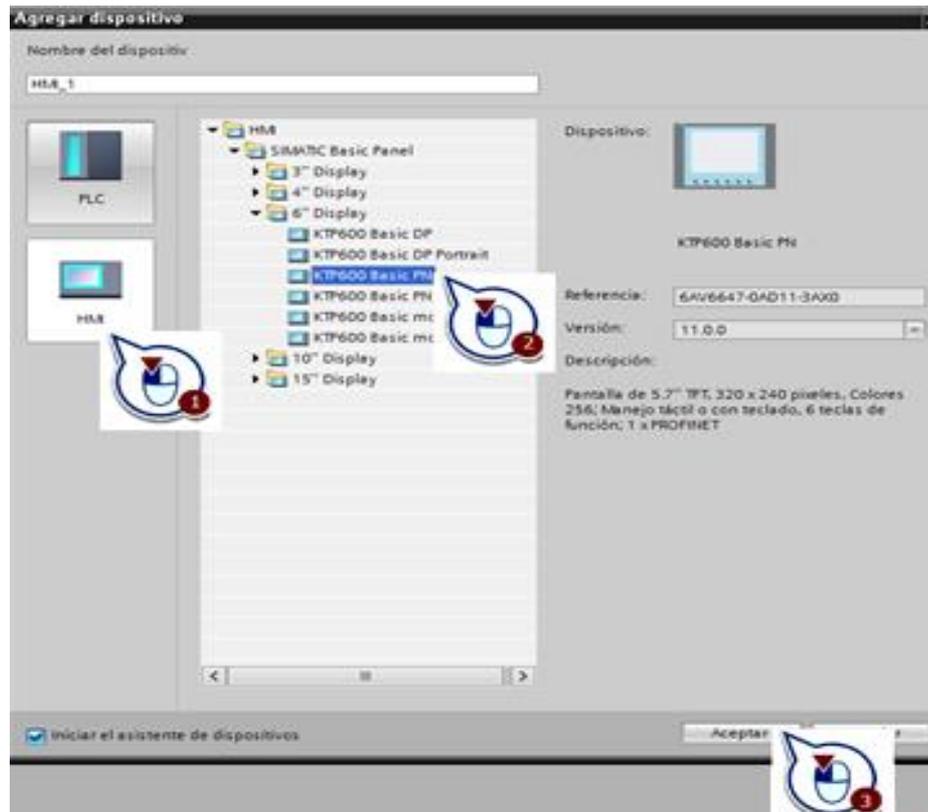
Configuración y Programación del PLC

Configurar el objeto tecnológico "PID_Compact".



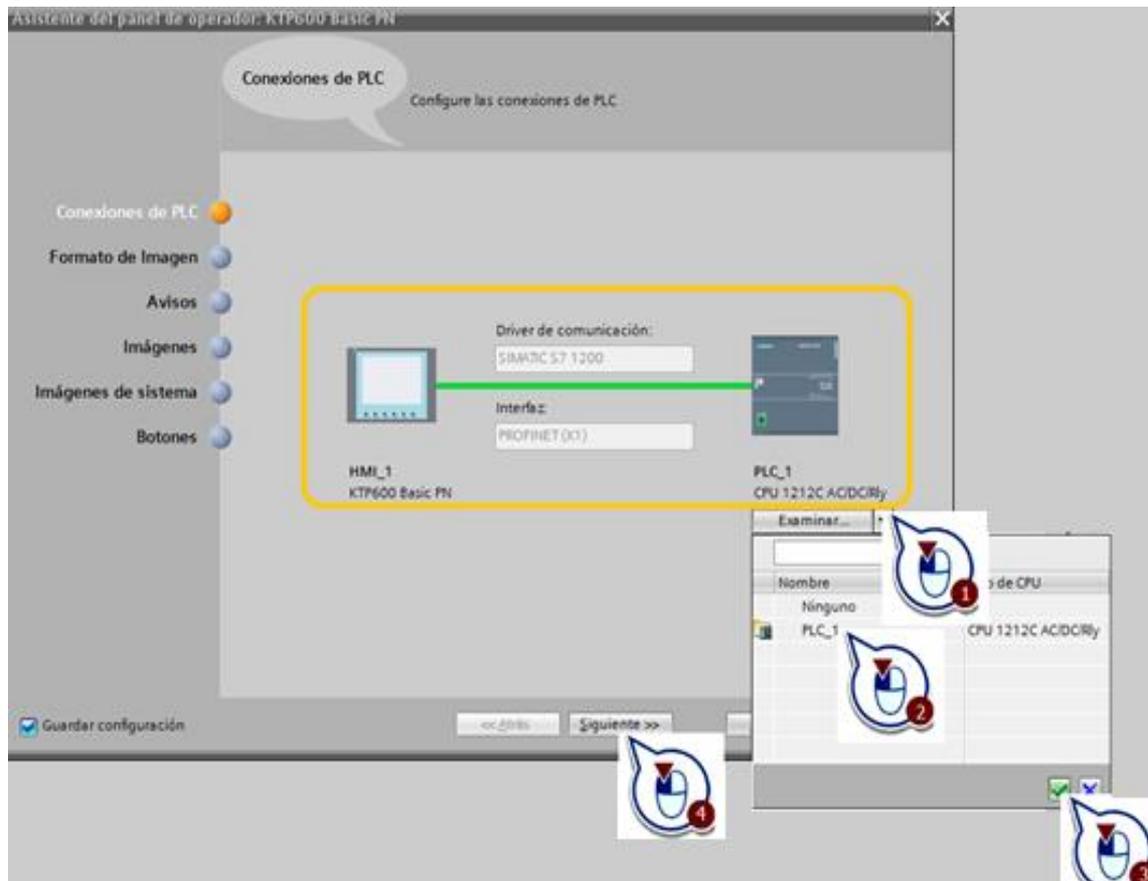
Configuración y Programación de la KTP 600

Insertar un dispositivo nuevo desde el árbol del proyecto.



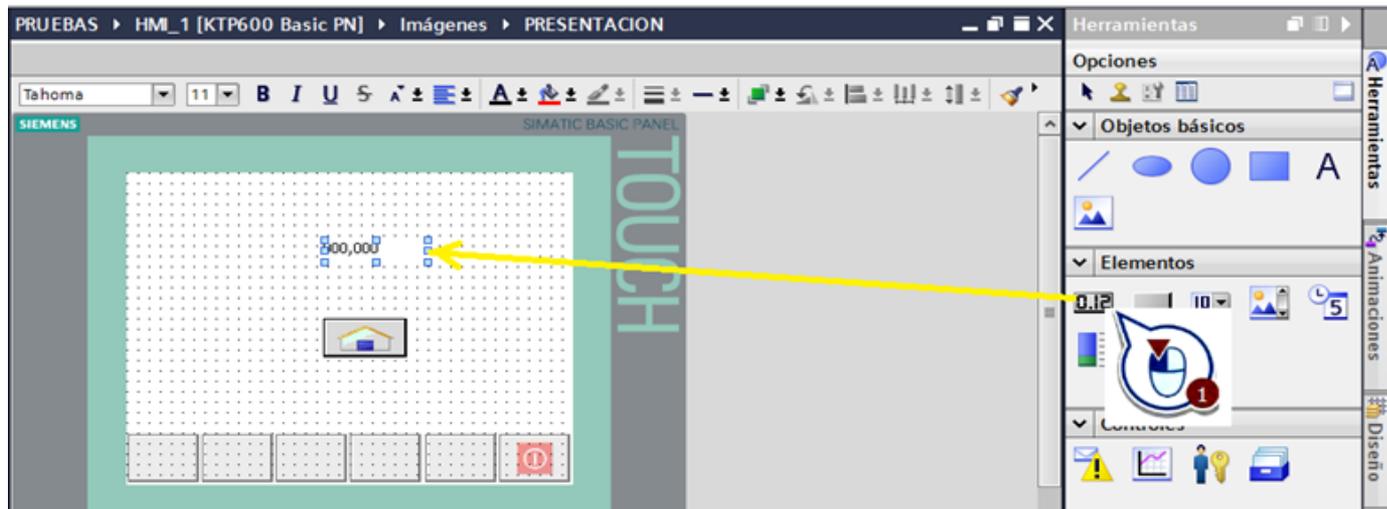
Configuración y Programación de la KTP 600

Configurar el panel de operador en el asistente para paneles de operador.



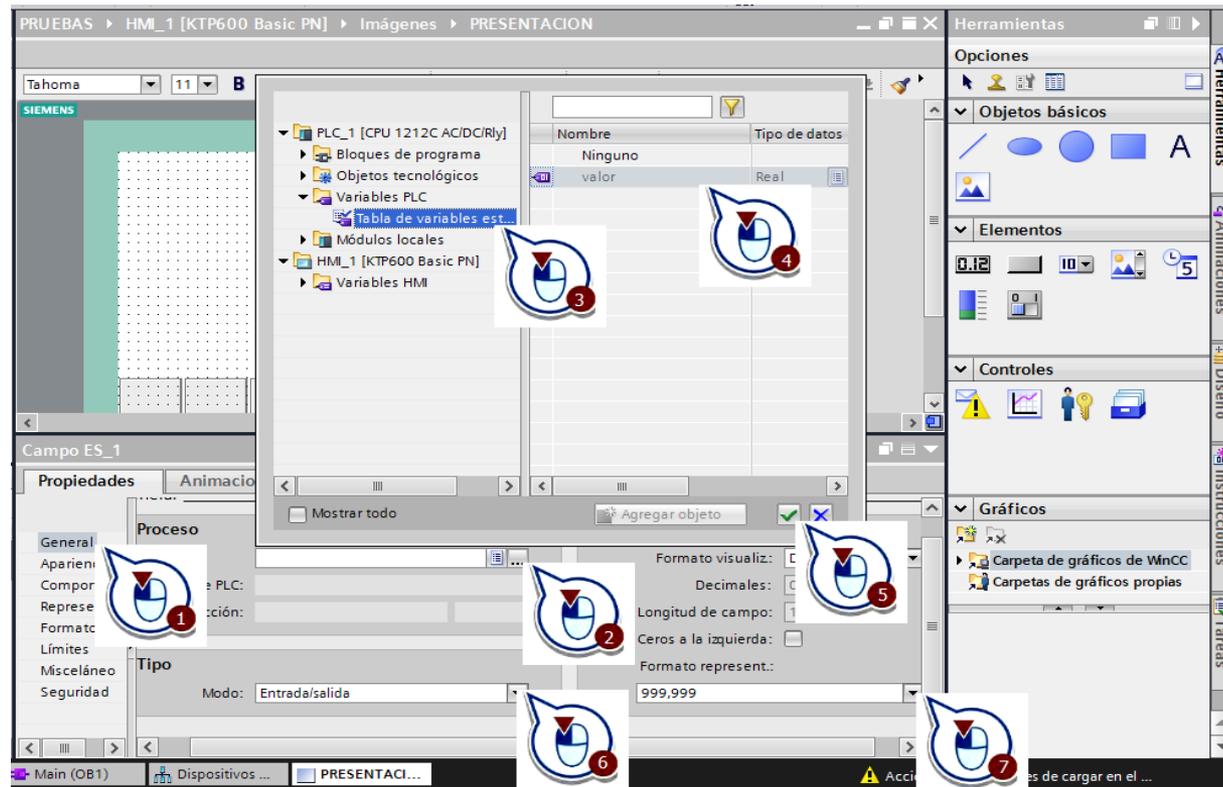
Configuración y Programación de la KTP 600

Agregar los elementos necesarios que se mostraran en cada imagen.



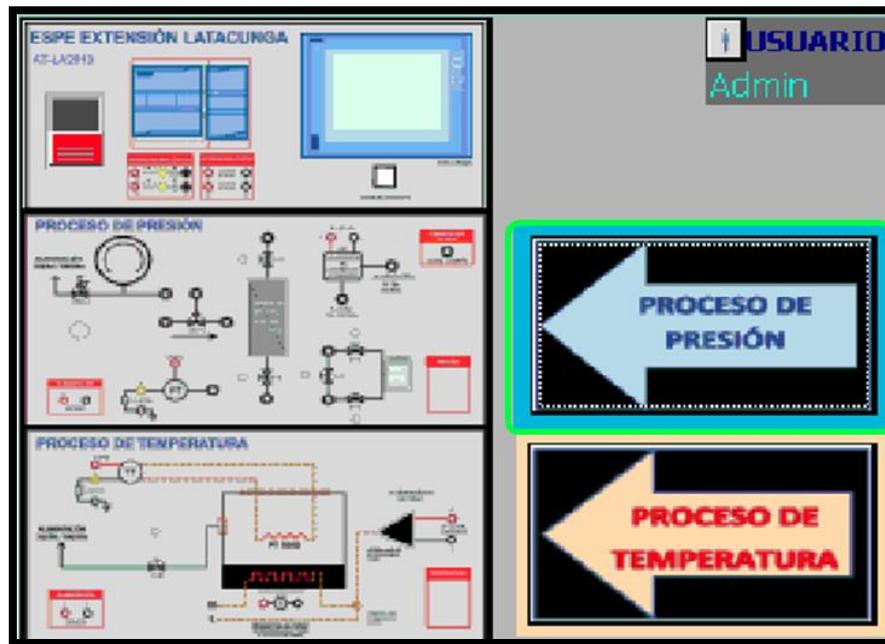
Configuración y Programación de la KTP 600

Enlazar los elementos de la imagen con las variables del PLC .



Configuración y Programación de la KTP 600

Verificar la visualización de las imágenes en la simulación.



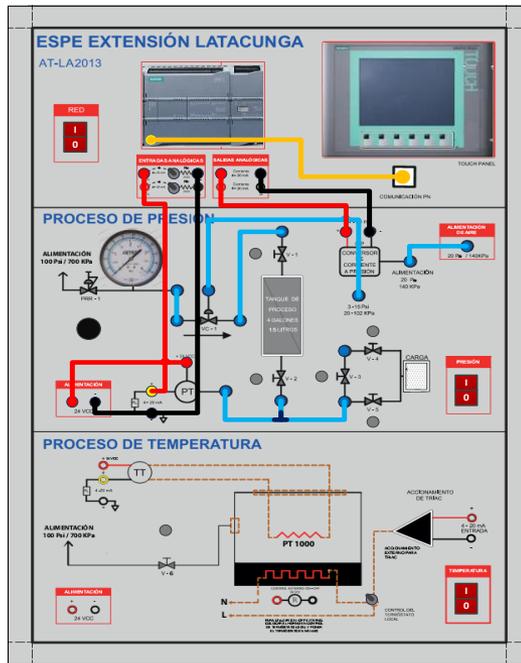
Control Proporcional Integral Derivativo PID



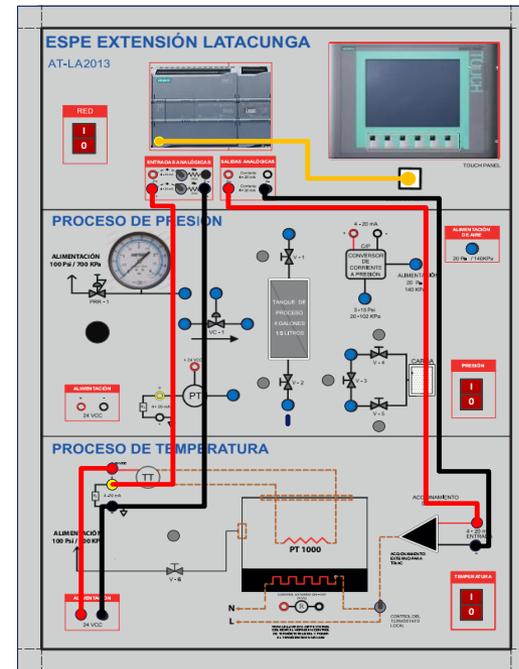
Para realizar el control proporcional integral derivativo (PID) de los procesos presión y temperatura del módulo didáctico se debe seguir los siguientes pasos:

Realizar las conexiones eléctricas necesarias de los equipos que intervienen en cada proceso y las conexiones neumáticas para el proceso de presión.

PROCESO DE PRESIÓN

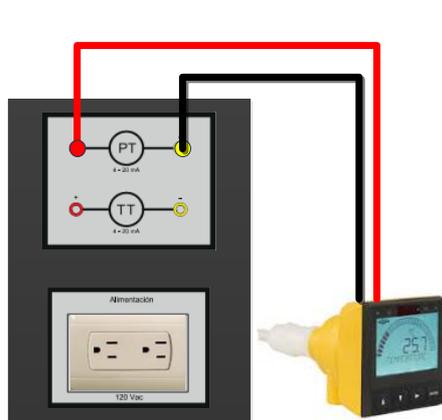


PROCESO DE TEMPERATURA



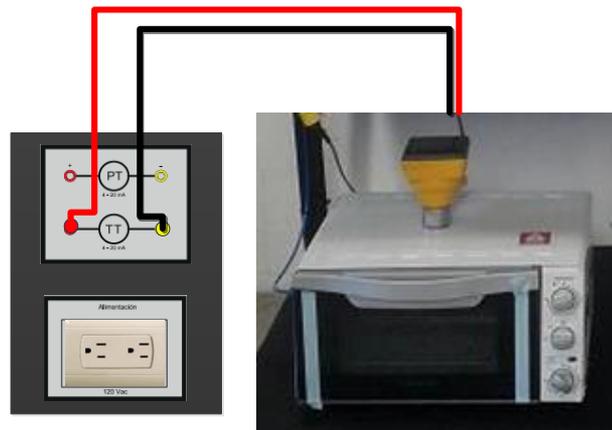
PROCESO PRESIÓN

Conectar el transmisor de presión en el lado izquierdo del módulo didáctico.



PROCESO TEMPERATURA

Conectar el transmisor de temperatura en el lado izquierdo del módulo didáctico.



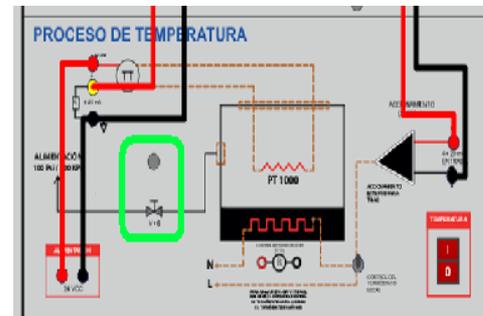
PROCESO PRESIÓN

Colocar las válvulas de flujo del proceso de presión ubicadas en el panel frontal de la siguiente manera:

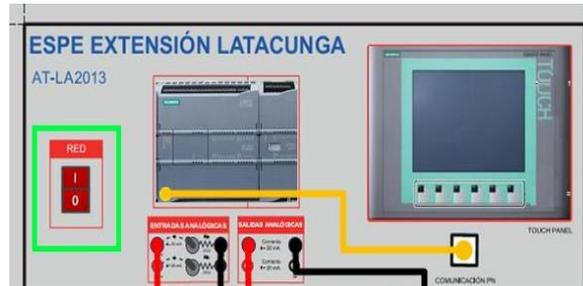
- V-1** = Abierta (rotación izquierda).
- V-2** = Abierta.
- V-3** = Cerrada
- V-4** = Cerrada.
- V-5** = Regular hasta obtener una carga acorde al control.
- PRR-1**=Regular la presión hasta obtener en el manómetro una presión igual o superior a 80 Psi.

PROCESO TEMPERATURA

Cerrar la válvula de flujo del proceso de temperatura(V-6) ubicada en el panel frontal y cuando el proceso empiece a funcionar, ajustar la válvula para obtener una corriente de aire adecuado para el interior del horno.

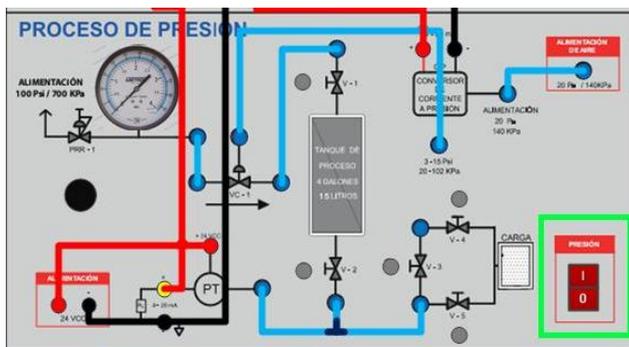


- Presionar el interruptor de RED para energizar todo el modulo didáctico.



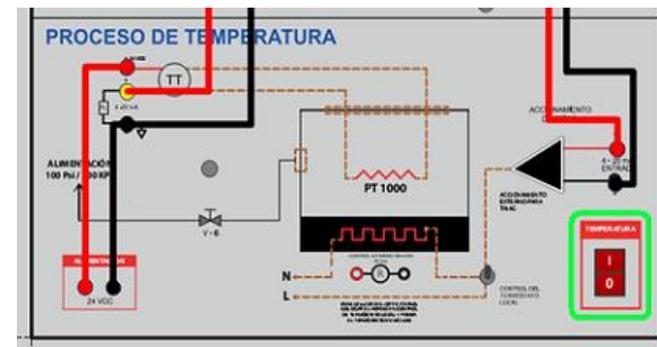
PROCESO PRESIÓN

Presionar el botón de PRESIÓN



PROCESO TEMPERATURA

Presionar el botón de TEMPERATURA



MANIPULACIÓN DE LA TOUCH PANEL

Presionar en la pantalla para iniciar .



Presionar el botón de inicio de sesión.



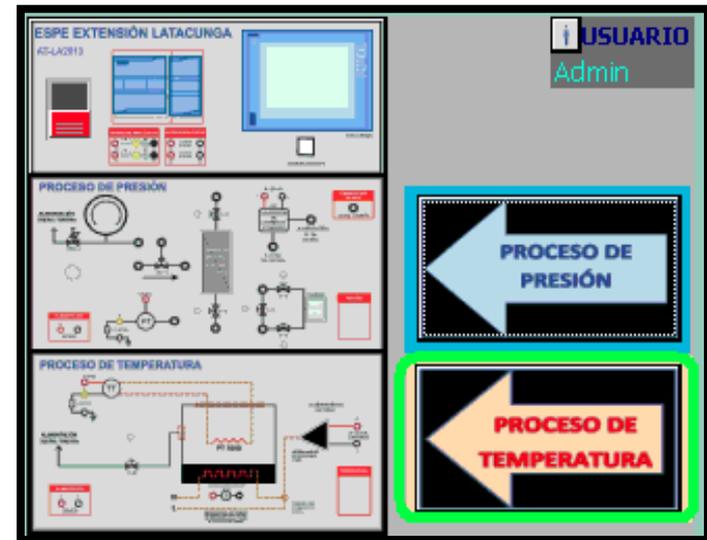
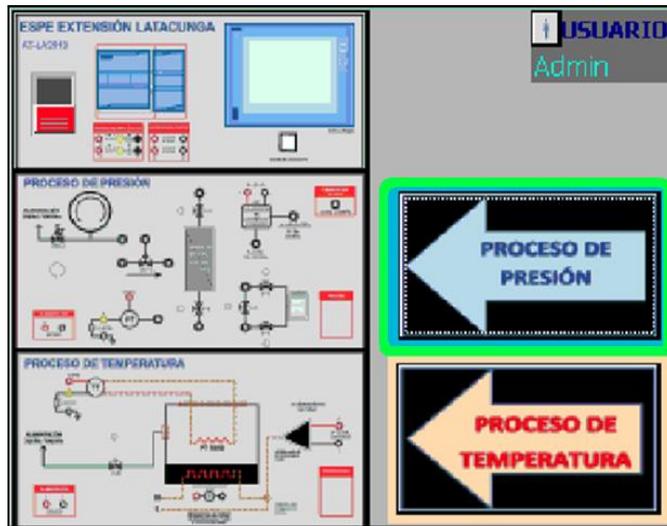
Ingresar usuario y contraseña:



Seleccionar el proceso:

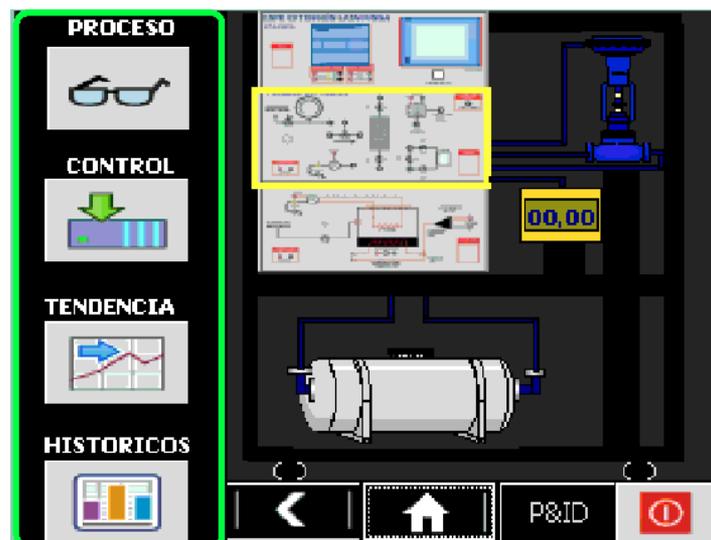
PROCESO PRESIÓN

PROCESO TEMPERATURA



Menú de los Procesos:

PROCESO PRESIÓN



PROCESO TEMPERATURA

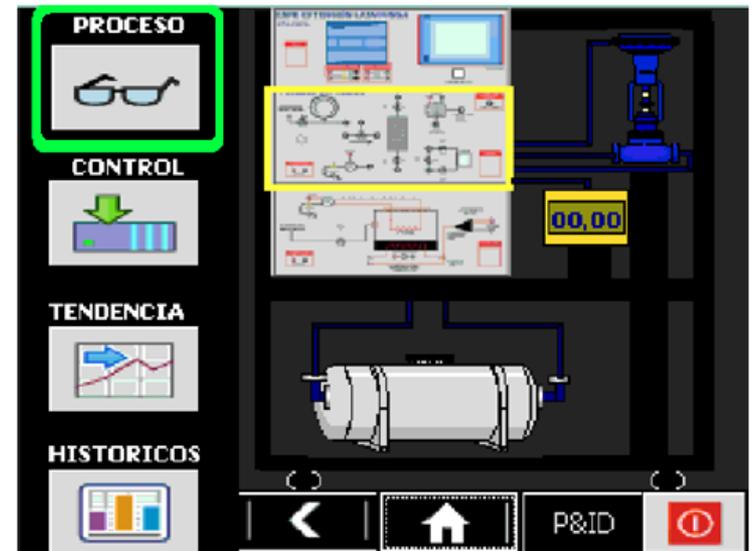


Seleccionar el botón PROCESO:

PROCESO PRESIÓN

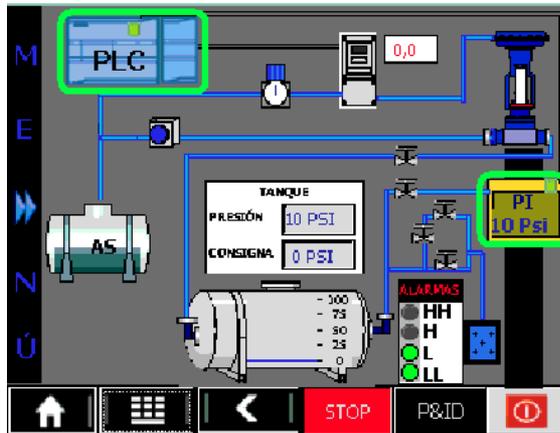
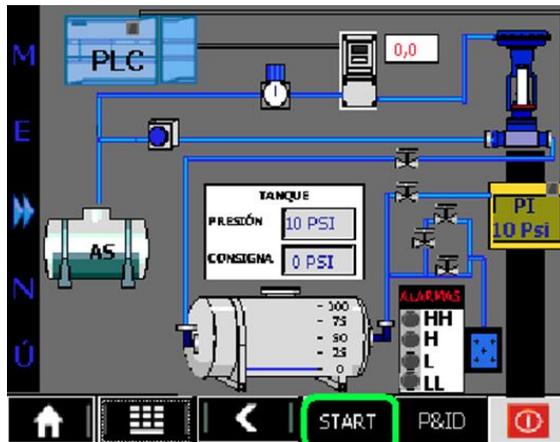


PROCESO TEMPERATURA

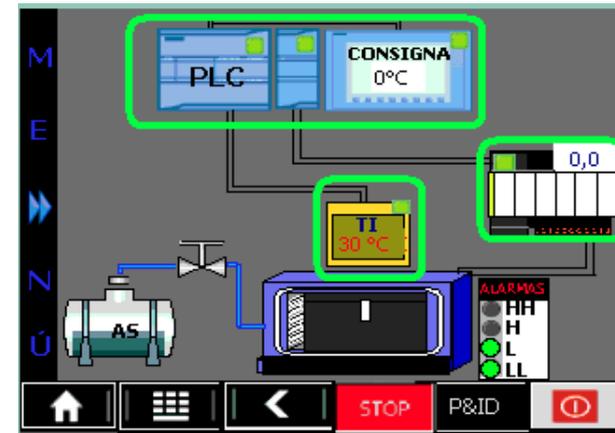
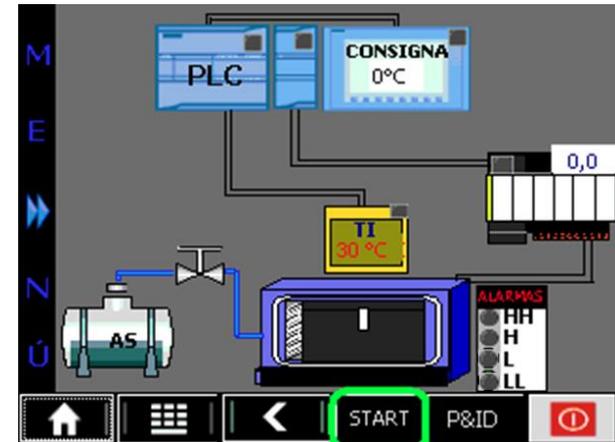


Iniciar el funcionamiento de los equipos eléctricos:

PROCESO PRESIÓN

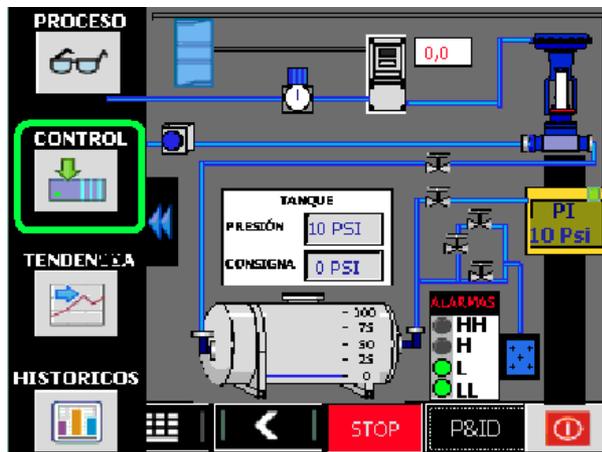
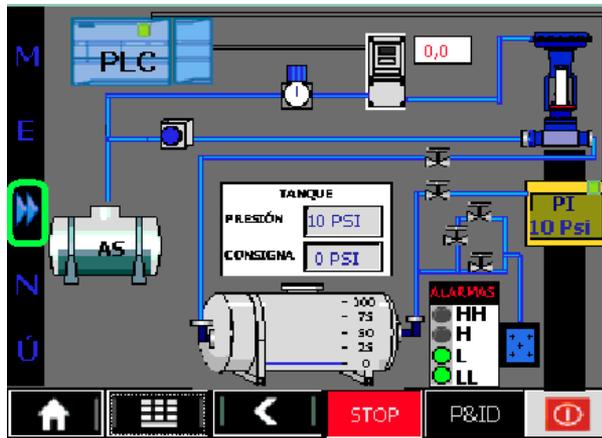


PROCESO TEMPERATURA

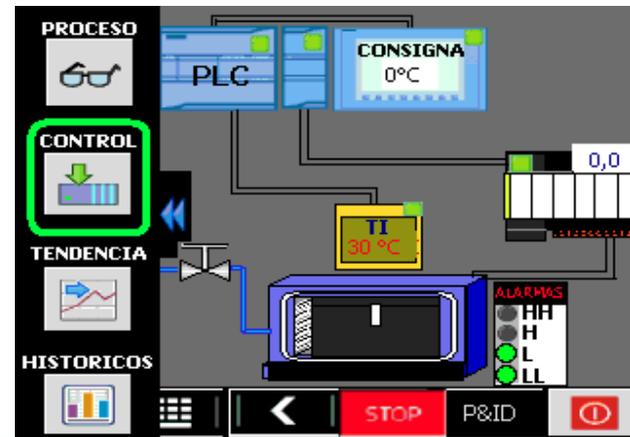
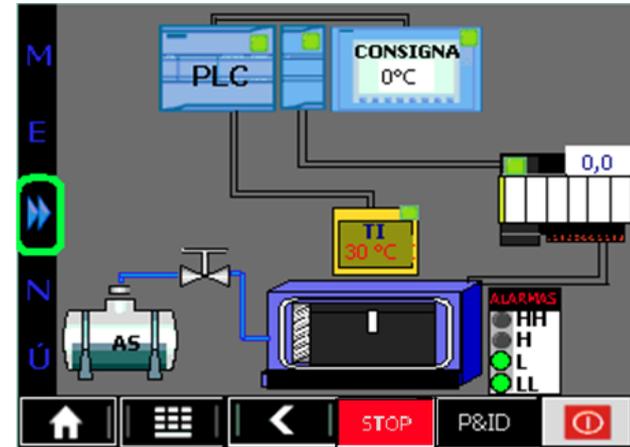


Ingresar a MENÚ y presionar el botón CONTROL:

PROCESO PRESIÓN



PROCESO TEMPERATURA



Selección del controlador PID:

PROCESO PRESIÓN

MEZUC

ELIJA EL TIPO DE CONTROL

- C. PROPORCIONAL
- C. PROPORCIONAL INTEGRAL
- C. PROPORCIONAL DERIVATIVO
- C. PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO

Home Menu Back STOP P&ID Power

MEZUC

ELIJA EL TIPO DE CONTROL

- C. PROPORCIONAL
- C. PROPORCIONAL INTEGRAL
- C. PROPORCIONAL DERIVATIVO
- C. PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO

Home Menu Back STOP P&ID Power

PROCESO TEMPERATURA

MEZUC

ELIJA EL TIPO DE CONTROL

- C. PROPORCIONAL
- C. PROPORCIONAL INTEGRAL
- C. PROPORCIONAL DERIVATIVO
- C. PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO

Home Menu Back STOP P&ID Power

MEZUC

ELIJA EL TIPO DE CONTROL

- C. PROPORCIONAL
- C. PROPORCIONAL INTEGRAL
- C. PROPORCIONAL DERIVATIVO
- C. PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO

Home Menu Back STOP P&ID Power

Ingresar los valores de los parámetros PID:

PROCESO PRESIÓN

CONTROL PID

USUARIO Admin

CONSTANTES

KP 0,0

TI 0,0

TD 0,0

INGRESE EL SET POINT

0

100

80

60

40

20

0

DEFAULT

CARGAR

START P&ID

4,5

A	1	2	3	ESC
B	4	5	6	BSP
C	7	8	9	+/-
D	E	F	0	,
←	→	←		

PROCESO TEMPERATURA

CONTROL PID

USUARIO Admin

CONSTANTES

KP 0,0

TI 0,0

TD 0,0

INGRESE EL SET POINT

0

100

80

60

40

20

0

DEFAULT

CARGAR

START P&ID

3,8

A	1	2	3	ESC
B	4	5	6	BSP
C	7	8	9	+/-
D	E	F	0	,
←	→	←		

Parámetros por defecto:

PROCESO PRESIÓN

CONTROL PID USUARIO Admin

CONSTANTES

KP 4,5

TI 33,0

TD 0,01

INGRESE EL SET POINT

0

100

80

60

40

20

0

DEFAULT

CARGAR

START P&ID

CONTROL PID USUARIO Admin

CONSTANTES

KP 4,5

TI 33,0

TD 0,01

INGRESE EL SET POINT

0

100

80

60

40

20

0

DEFAULT

CARGAR

START P&ID

PROCESO TEMPERATURA

CONTROL PID USUARIO Admin

CONSTANTES

KP 3,8

TI 95,0

TD 10,0

INGRESE EL SET POINT

0

100

80

60

40

20

0

DEFAULT

CARGAR

START P&ID

CONTROL PID USUARIO Admin

CONSTANTES

KP 3,8

TI 95,0

TD 10,0

INGRESE EL SET POINT

0

100

80

60

40

20

0

DEFAULT

CARGAR

START P&ID

Ingresar el valor del Set point:

PROCESO PRESIÓN

CONTROL PID USUARIO Admin

CONSTANTES

KP 4,5

TI 33,0

TD 0,01

INGRESE EL SET POINT

0

100
80
60
40
20
0

DEFAULT

CARGAR

START P&ID

Max: 60

35

Min: 10

A	1	2	3	ESC
B	4	5	6	BSP
C	7	8	9	+/-
D	E	F	0	,
←	→	←		

PROCESO TEMPERATURA

CONTROL PID USUARIO Admin

CONSTANTES

KP 3,8

TI 95,0

TD 10,0

INGRESE EL SET POINT

0

100
80
60
40
20
0

DEFAULT

CARGAR

START P&ID

Max: 80

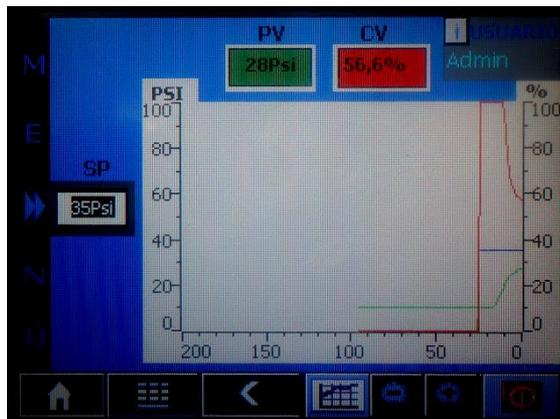
55

Min: 30

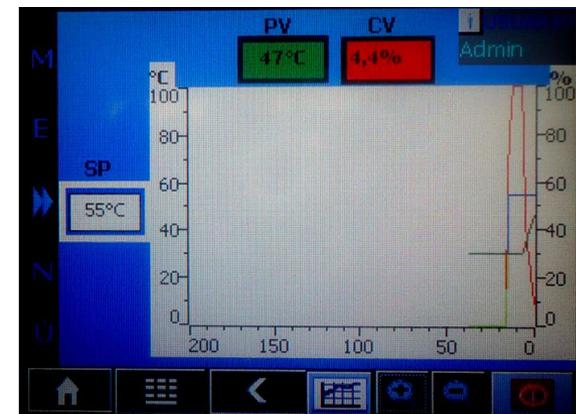
A	1	2	3	ESC
B	4	5	6	BSP
C	7	8	9	+/-
D	E	F	0	,
←	→	←		

Ingresar a MENÚ y presionar el botón TENDENCIAS:

PROCESO PRESIÓN

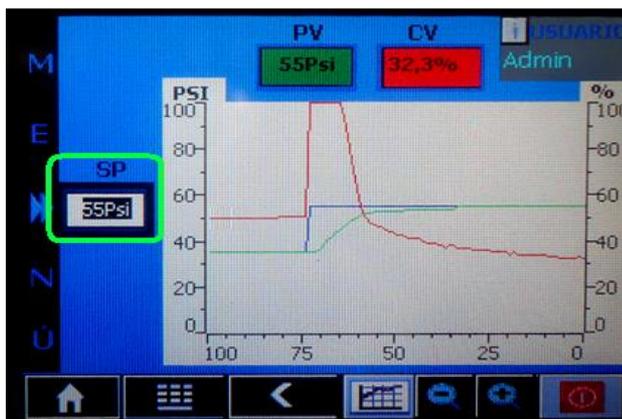
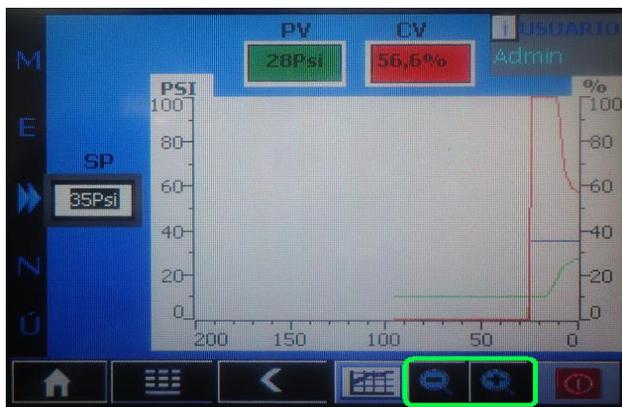


PROCESO TEMPERATURA

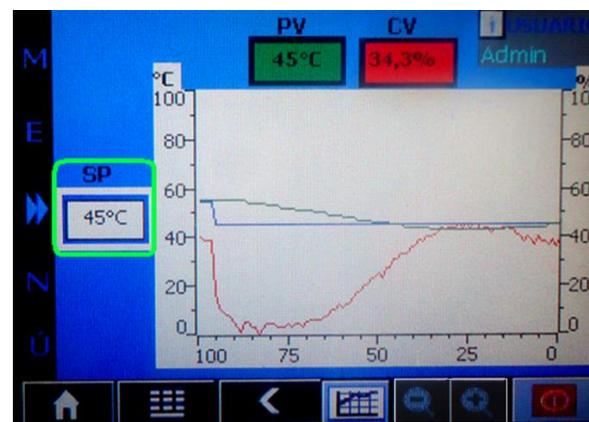
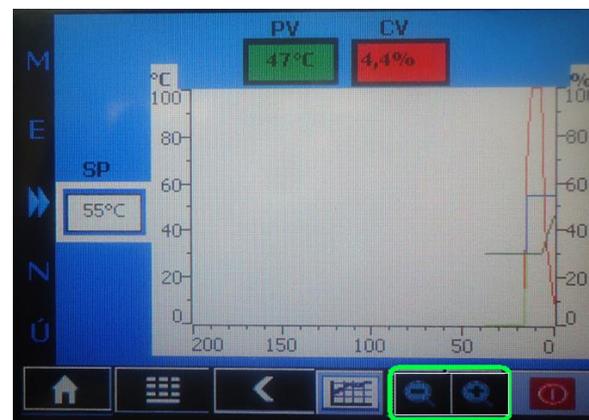


Cambiar el tiempo de visualización y cambio de set point:

PROCESO PRESIÓN

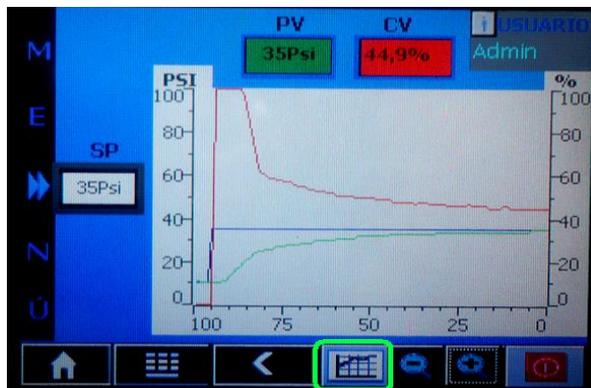


PROCESO TEMPERATURA

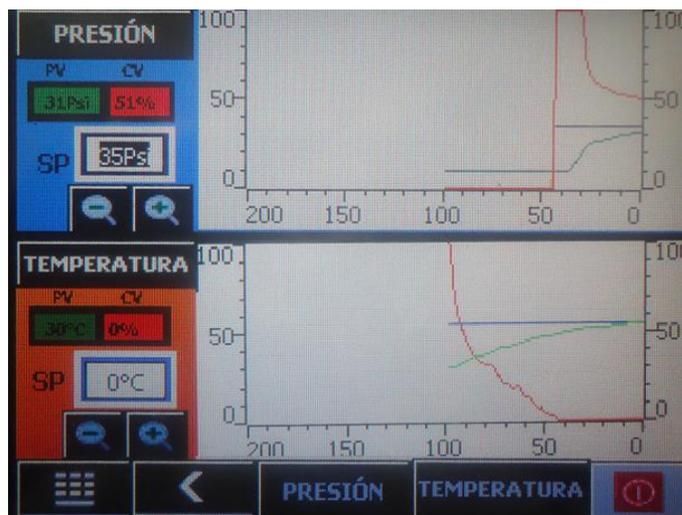
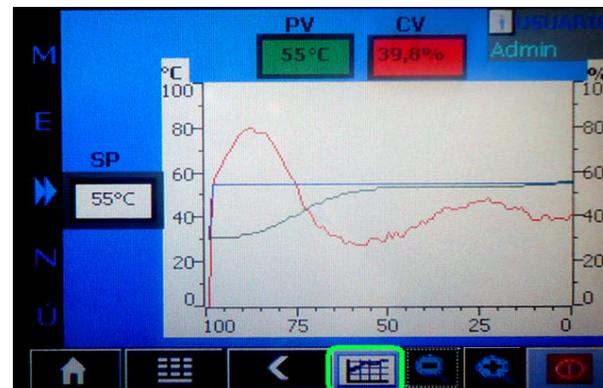


Visualización de las tendencias de los dos procesos:

PROCESO PRESIÓN

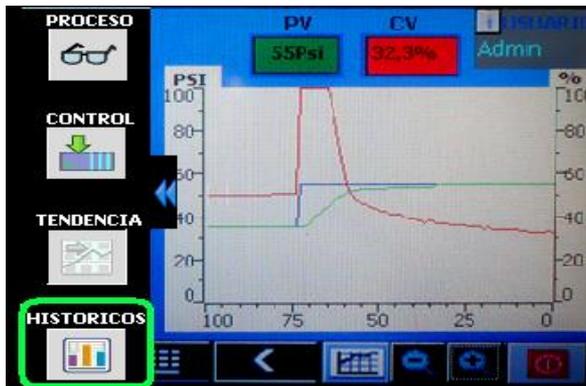


PROCESO TEMPERATURA



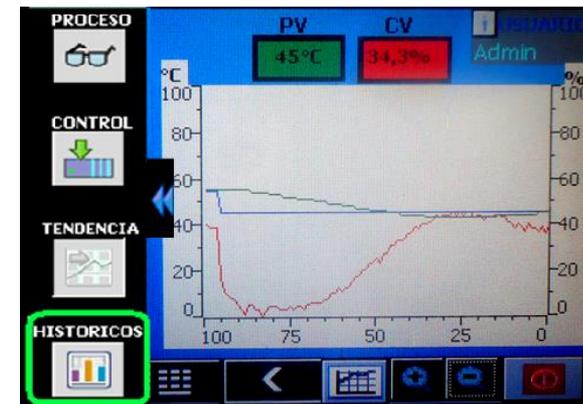
Ingresar a MENÚ y presionar el botón HISTÓRICOS:

PROCESO PRESIÓN



HISTORICOS DE PRESION	
01/01/2004 12:05:31	CAMBIO DE SET POINT = 55
01/01/2004 12:05:30	ALARMA H
01/01/2004 12:05:05	CAMBIO DE SET POINT = 35
01/01/2004 12:03:51	ALARMA L
01/01/2004 12:03:50	CAMBIO DE SET POINT = 35
01/01/2004 12:03:47	ALARMA LL
01/01/2004 12:03:38	

PROCESO TEMPERATURA



HISTORICOS DE TEMPERATURA	
01/01/2004 12:05:18	Temperatura 8
	CAMBIO DE Sp = 55
01/01/2004 12:04:16	Temperatura 19
	ALARMA L
01/01/2004 12:04:03	Temperatura 20
	ALARMA LL
01/01/2004 12:02:50	Temperatura 5
	CAMBIO DE KP = 3,8
01/01/2004 12:02:48	Temperatura 8
	CAMBIO DE Sp = 55
01/01/2004 12:02:41	Temperatura 6
	CAMBIO DE Td = 15
01/01/2004 12:02:37	Temperatura 7

ALCANCES

- Integrar el funcionamiento de dos procesos en un solo módulo.
- Visualización del comportamiento de cada una de las variables de los procesos a través del HMI sin necesidad de recurrir a un registrador de papel.
- Concentrar la información necesaria (monitoreo y supervisión) en una unidad de control, reduciendo así los tiempos de acceso a la información y mejor manejo del sistema.
- Flexibilidad del asistente ante cambios y mejoras, debido a que pueden realizarse cambios en el programa del PLC, como también en el programa de la Touch Screen dependiendo de la aplicación que se requiera realizar.

ALCANCES

- Los transmisores permiten integrar alarmas mediante señales de salidas de colector abierto o cerrado, los cuales son configurados desde la pantalla mediante el teclado de navegación del menú.
- Flexibilidad de medición de las variables físicas debido a la utilización de transmisores Georg Fischer 9900 ya que presenta una compatibilidad con una gran variedad de sensores.
- Un módulo didáctico de bajo costo con instrumentación industrial acorde con la tecnología actual.

CONCLUSIONES

- Se ha implementado un módulo didáctico que consta de dos sistemas, el control de temperatura de un horno y el control de presión de un tanque, como resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación académica de la carrera permitiendo tener una visión general de la estructura y etapas de un proceso.
- En el proyecto desarrollado se puede notar que intervienen algunos campos de la ingeniería como son: Control de Procesos, Sistemas SCADA, Instrumentación Industrial y Protocolos e Interfaces de Comunicación.
- Su desarrollo, ensamblado e implementación de un sistema flexible, moderno y escalable, fomentando la mejor formación de profesionales de la carrera de Ingeniería Electrónica e Instrumentación, permitiendo realizar el control y monitoreo de los diferentes modos de control a nivel industrial tanto para el proceso de temperatura de un horno y el proceso de presión de un tanque.

CONCLUSIONES

- El módulo didáctico representa una valiosa inversión en el desarrollo de conocimiento y equipos, y a la vez genera un gran ahorro, ya que al poseer dos sistemas en un único módulo sus características y condiciones tiene un costo muy elevado en el mercado.
- Se creó el módulo didáctico con el fin de utilizarlo como herramienta didáctica en el laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga, ya que al elaborar una guía de prácticas y a través del trabajo dirigido se permitirá proporcionar conocimientos complementarios para el desenvolvimiento de los estudiantes en el campo laboral.
- Se programó el PLC Siemens S7-1200 con la herramienta de software TIA (Totally Integrated Automation) Portal, utilizado para la adquisición de datos, escalar variable y creación de los lazos de control PID que actúa sobre las variables físicas de interés (temperatura y presión).

CONCLUSIONES

El HMI local diseñado es totalmente amigable e integra los sistemas de presión y temperatura desarrollado con el software TIA portal propietario de la marca Siemens, el cual brinda un entorno de desarrollo eficiente, facilitando la comunicación de la touch screen con el PLC Siemens S7-1200.

- El PLC Siemens S7-1200 se ajustó perfectamente al proceso controlado ya que se tuvo la posibilidad de configurar y manipular dos lazos de control PID sin que exista ningún inconveniente en la lectura de los datos de los sistemas, debido a que el tiempo de ejecución de las instrucciones son pequeños y no afectan al algoritmo de control.
- El método de sintonización implementado para los dos sistemas de control de presión y temperatura, fue el método de tanteo ya que este presento mejores resultados, mientras que el método de Ziegler Nichols y el de Cohen Coon se obtuvo resultados muy inestables por parte del elemento de control final disminuyendo la vida útil del equipo debido a los cambios bruscos que se producen como ese método de sintonización.

CONCLUSIONES

- Se configuró el rango dinámico de medición del transmisor de temperatura y presión Georg Fischer 9900 de forma rápida y sencilla a través del teclado de navegación del menú ubicado en la pantalla del transmisor y se comprobó la señal de lazo de corriente mediante la utilización del calibrador Fluke 744.
- Se comprobó que para el proceso de temperatura de un horno implementado en este proyecto se obtiene un control muy satisfactorio aplicando un control Proporcional-Integral-Derivativo, ya que al tratarse de un proceso relativamente lento se requiere de un alto coeficiente integral y derivativo, pues presenta un error de estado estacionario muy considerable..

CONCLUSIONES

- Se comprobó que para el proceso de presión de un tanque implementado en este proyecto se obtiene un control muy satisfactorio aplicando un control Proporcional-Integral-Derivativo, ya que al ejercer una perturbación en el proceso este modo de control actúa de forma rápida y evita que el error se mantenga por mucho tiempo además disminuye el tiempo de estabilización permitiendo que el control del proceso sea rápido.
- El ajuste y calibración del conversor de corriente a presión fue exitoso mediante la rotación de los tornillos del cero y el span debido a que el actuador de la válvula de control proporcional trabaja con un rango de presión de control de 4 a 13 Psi.

CONCLUSIONES

- Mediante el uso de estos sistemas, la elaboración de las prácticas propuestas y a través del trabajo dirigido, se permitirá al estudiante la mejor comprensión y entendimiento que necesita para afianzar sus conocimientos en éstas aplicaciones tan importantes en el ámbito industrial.
- La implementación del módulo didáctico presenta un ahorro económico considerable debido a que los módulos didácticos de un sistema se comercializan en el mercado en un costo aproximado de 25,000 dólares mientras que para la implementación de un modulo de dos sistemas la inversión que se realizó fue de 11,000 dólares.

RECOMENDACIONES

- Para empezar a manipular el módulo didáctico se debe leer y entender la información desarrollada en las guías de prácticas, con el fin de manejar todos los recursos del proyecto implementado y evitar un mal funcionamiento o daños graves al módulo.
- Se recomienda realizar las instalaciones eléctricas adecuadas para el buen funcionamiento del módulo didáctico en el Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos, ya que es necesario una conexión a tierra para proteger tanto al operador del módulo como a los equipos que conforman el mismo.
- Se debería leer el manual técnico de posibles fallas y soluciones cuando el módulo didáctico o los dos procesos no respondan adecuadamente.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable tener en cuenta que para las conexiones neumáticas tanto internas como externas se debe usar manguera con un diámetro interno de 6mm (manguera de color azul). No se puede utilizar otra manguera ya que se podría dañar los acoples neumáticos.
- Tener cuidado con la apertura que se les da a las válvulas del sistema de escape del proceso de presión debido a que si existe un desfogue excesivo el control del proceso no alcanzará a compensar el error.

RECOMENDACIONES

- Para utilizar el sistema de enfriamiento del proceso de temperatura se debe tener en cuenta que el flujo de aire que va circular en el interior del horno no sea exagerado ya que cuando los dos procesos se encuentran funcionando simultáneamente afecta directamente al proceso de presión.
- En caso que se desee modificar la programación del PLC, se debe tener en consideración que las variables creadas están enlazadas con los objetos creados en el HMI de la TOUCH PANEL, por lo que se puede crear un error en la compatibilidad de estos equipos.

GRACIAS