



**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: NÚÑEZ CHANGO WAGNER PATRICIO**

**DIRECTORA: ING. ALPUSIG CUICHAN SILVIA EMPERATRIZ**

**LATACUNGA - 2020**





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PID EN LA ESTACIÓN DE PRESIÓN MEDIANTE EL PLC S7-1200 Y LA APLICACIÓN DE MÓDULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS PARA PRÁCTICAS DE CONTROL DE PROCESOS



## OBJETIVO GENERAL

Implementar un control PID en la estación de presión mediante el PLC S7-1200 y la aplicación de módulos de entradas y salidas analógicas para prácticas de control de procesos.



# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar e implementar una estación de presión en el Laboratorio de Instrumentación Virtual
- Analizar la linealidad de la apertura y cierre del obturador de la válvula de control proporcional con respecto a las señales obtenidas por el módulo de entradas y salidas analógicas.
- Identificar las constantes KP, KI, KD y ajustarlo al control aplicando los métodos de lazo cerrado y lazo abierto para obtener la salida del controlador PID.



# DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Debido a la situación de emergencia sanitaria que atraviesa el país y el mundo el proceso se lo realiza simulado utilizando el PLC S7-1500 ya que este permite optimizar los parámetros del controlador PID.



# DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso consiste en controlar la presión que el usuario desee en el tanque de almacenamiento, asignando un set point (SP) de 0 a 120 psi, un script realizara la función del transmisor indicador de presión el cual proporcionara un número de forma secuencial a la PV, las señales son recibidas en el bloque PID de manera que se reduce el error enviando la señal de salida hacia el elemento de control final en este caso una válvula de control la misma que modificará su porcentaje de apertura y cierre hasta lograr estabilizar el sistema.



# PROCESO INDUSTRIAL



Es una serie de parámetros que se deben desarrollar de una forma sistemática u ordenada para poner en marcha correctamente cualquier proceso por lo tanto sus variables están estrechamente relacionadas ya que la una depende de la otra y por ende los elementos que posee el sistema deberán trabajar entre sí para obtener al resultado deseado



# AIRE COMPRIMIDO

Se lo conoce como una masa de aire dentro de un recipiente que se encuentra a una presión mayor a la de la atmósfera

El aire puede ser comprimible dentro de un recipiente y cuando es liberado a su estado normal este produce una gran energía la cual es utilizado para realizar trabajos pesados.





# SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO

Al sistema de control de lazo cerrado se lo conoce también como un sistema de retroalimentación por lo tanto alimenta al controlador con la señal de error del actuador el cual es diferente a la señal de entrada con el fin de eliminar el error y obtener la señal de salida deseada



# CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVA-PID

Al control PID se convierte en un sistema de realimentación en un lazo cerrado y la suma de las tres acciones es la salida del controlador PID

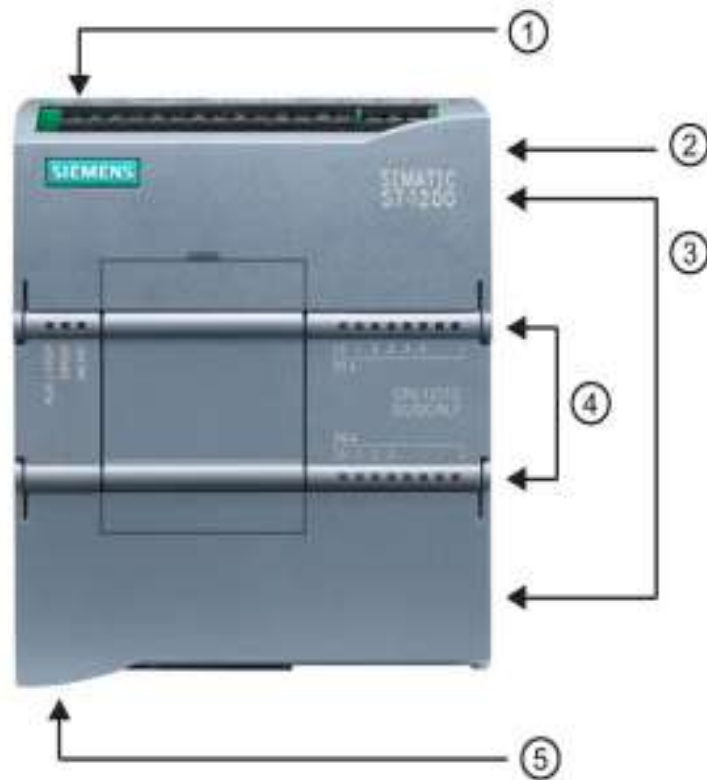


# CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Es un autómata lógico programable Creado para ser utilizado en el campo industrial, la cual que posee una memoria que puede ser programable para almacenamiento interno y control de máquinas y procesos



# PLC S7-1200



- ① Conector de corriente
- ② Ranura para Memory Card (debajo de la tapa superior)
- ③ Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas)
- ④ LEDs de estado para las E/S integradas
- ⑤ Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU)



# PLC S7-1500

Debido a la situación actual de confinamiento que atraviesa el país el proyecto se implementó por simulación y por la necesidad del uso de las herramientas para la optimización del control PID se utilizó el PLC S7-1500 con el CPU 1518F.



# PLC S7-1500



- ① Indicadores LED del estado operativo actual y el estado de diagnóstico de la CPU
- ② Tapa frontal con display
- ③ Display
- ④ Teclas de mando
- ⑤ Tapa frontal de la interfaz PROFIBUS



# TÍA PORTAL



Es un software de programación de alto nivel que permite implementar soluciones de automatización de acuerdo con los estándares específicos de la industria al igual que una puesta en marcha virtual en la cual permite simular los procesos industriales y la funcionalidad del controlador y controlara los modelos del sistema virtual



# SIMATIC WinCC



Es un sistema de supervisión ejecutable bajo Microsoft concebido para visualización y manejo de procesos, líneas de fabricación, maquinas e instalaciones



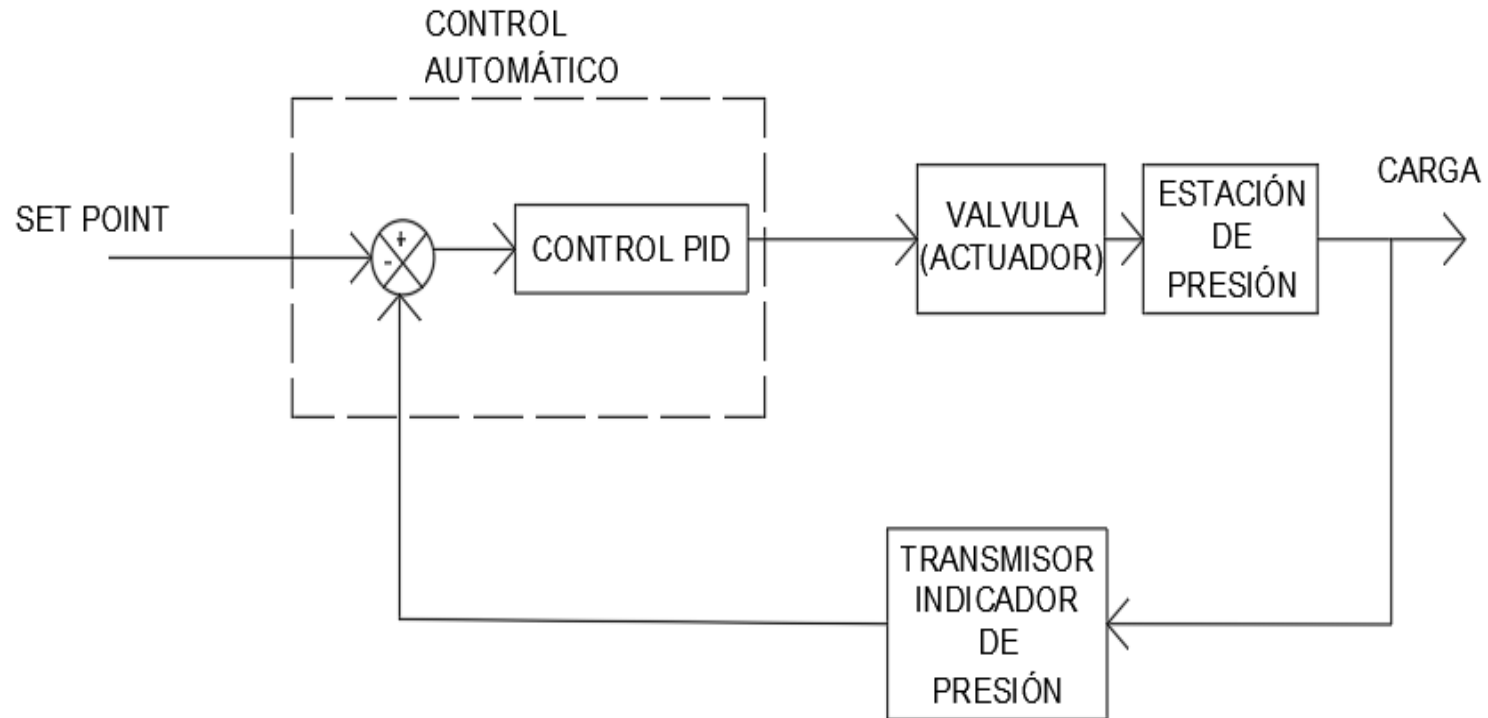


# OBJETO TECNOLÓGICO PID\_COMPACT

- Acción P La acción P del valor de salida aumenta proporcionalmente al error de regulación.
- Acción I La acción I del valor de salida aumenta hasta que se compensa el error de regulación.
- Acción D El valor real se acerca rápidamente al valor de la consigna



# BLOQUE PID DEL SISTEMA DE CONTROL EN LAZO CERRADO



# ELEMENTO DE CONTROL FINAL

El elemento de control final es el encargado de cambiar la posición de la variable manipulada en respuesta a una señal de salida de un controlador.

Un elemento de control final puede ser una válvula de control, variadores de frecuencias, relés, servomotores etc



# VÁLVULA DE CONTROL

Las válvulas de control tienen la capacidad de modificar su porcentaje de apertura y cierre realizando la función de variar el caudal del fluido de control, a su vez alterando las variables de medida. Es utilizado como elemento final en casi el 90% de los procesos industriales

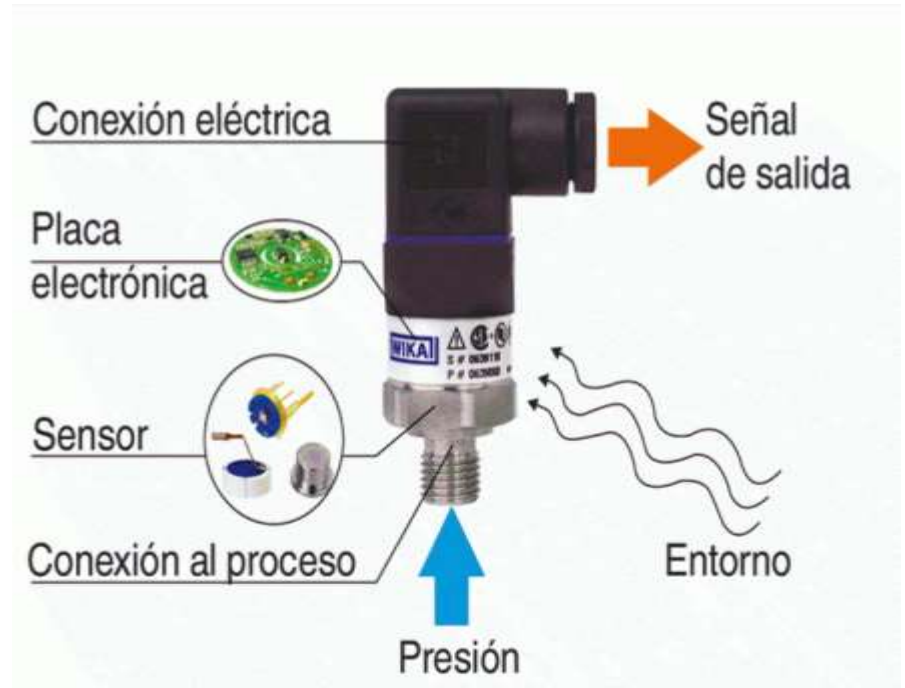


# PARTES DE UNA VÁLVULA

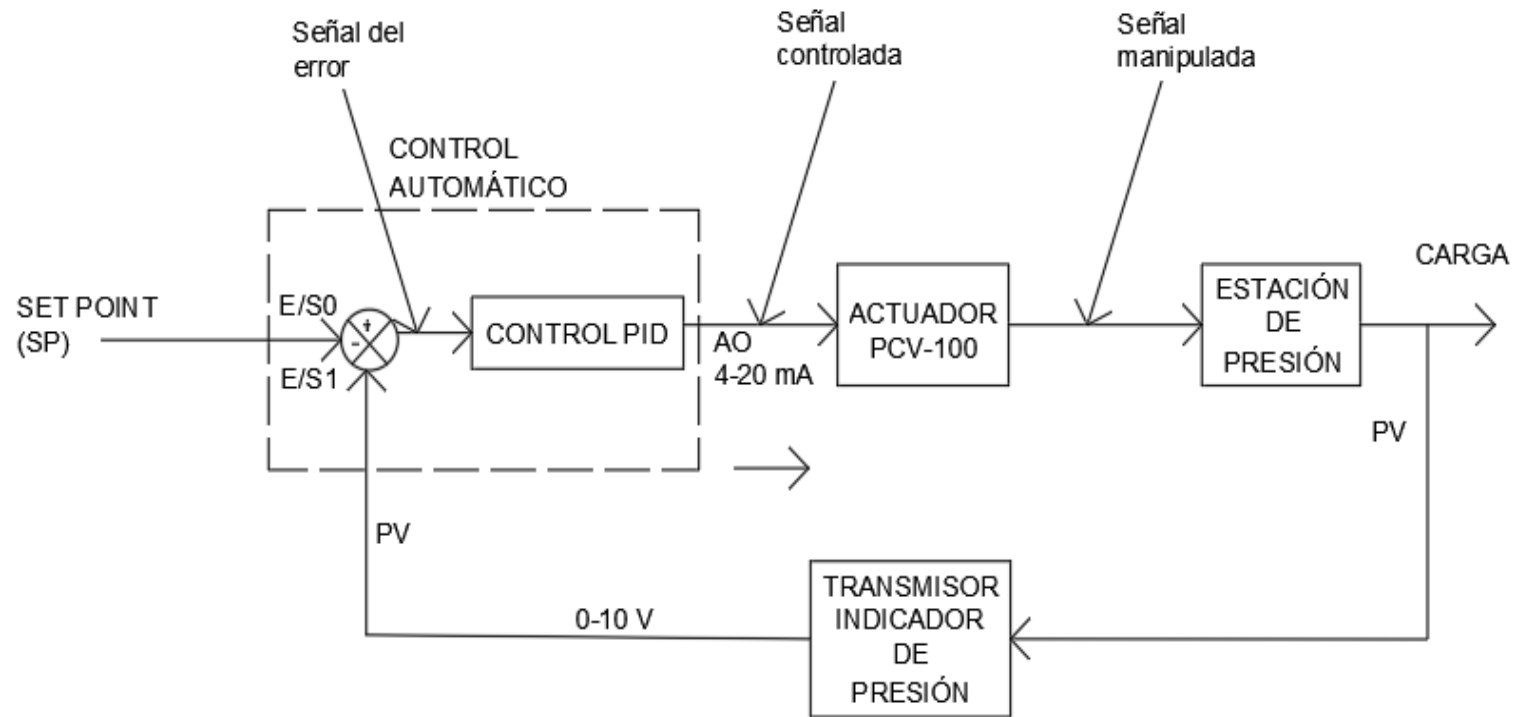


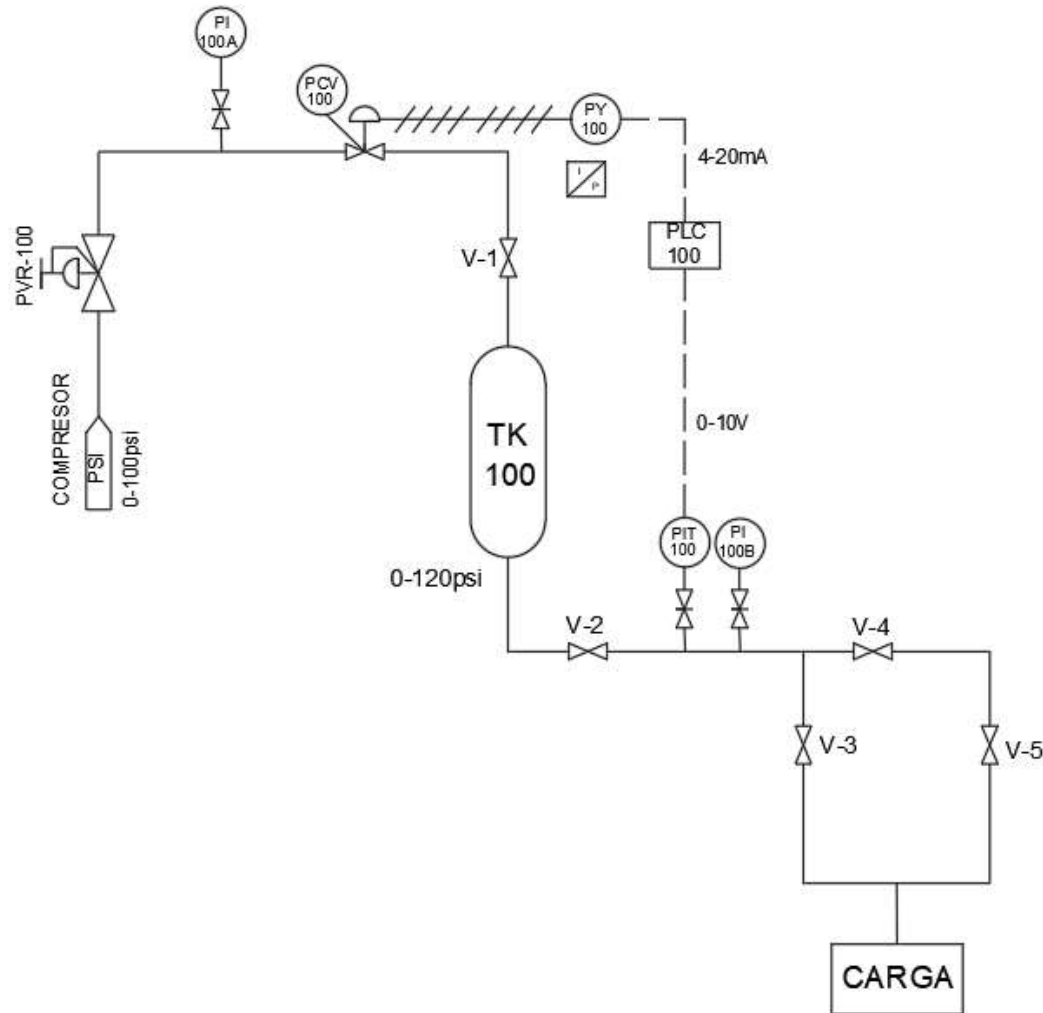
# TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN

Se conoce como presión a la fuerza por unidad de superficie por lo tanto el transmisor indicador de presión es un instrumento encargado de transformar los cambios de presión en señales analógicas es decir en una señal eléctrica tipo voltaje o corriente.



# DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO





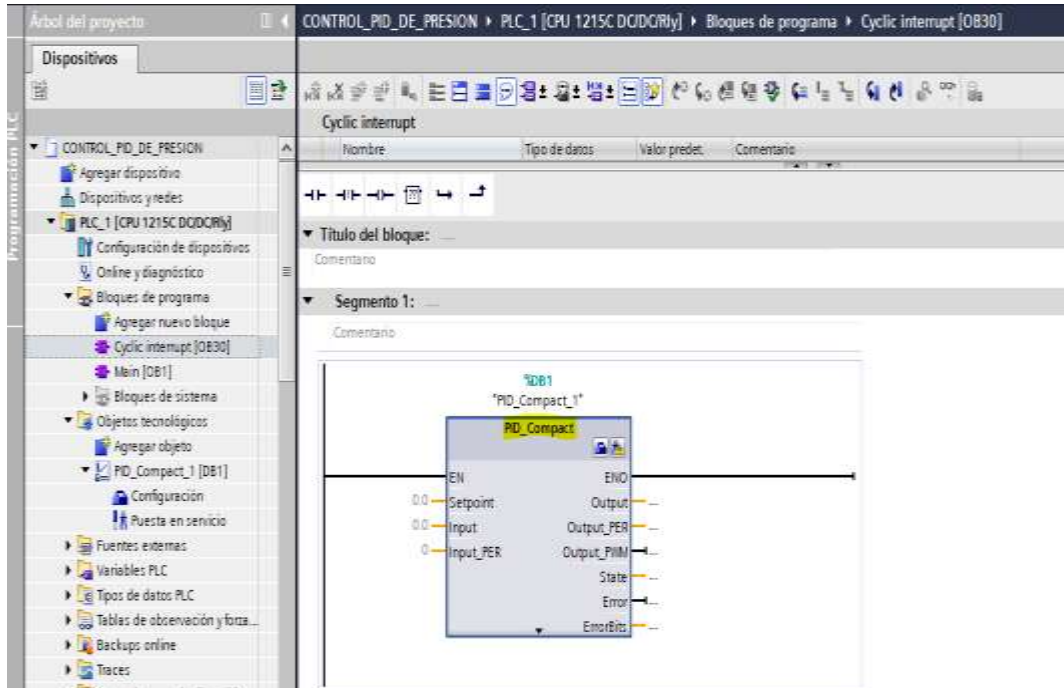
# DIAGRAMA PI&D DE LA ESTACIÓN DE PRESIÓN

- TK100
- COMPRESOR
- PVR-100
- PCV-100
- PI-100A
- PI-100B
- PIT-100
- PY-100
- PLC-100
- V1, V2, V3, V4, V5





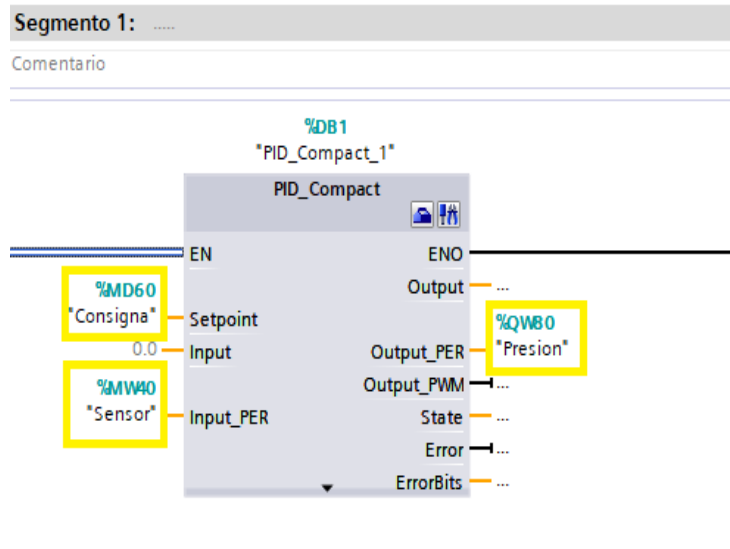
# PROGRAMACIÓN DEL PLC SIEMENS S7 – 1500



El bloque PID\_Compact\_1 realizar la acción proporcional, la acción integral y la acción derivativa internamente cumple con la función se retroalimentase constantemente para comparar la señal de salida con respecto a la señal de entrada por consecuencia intenta eliminar el error o potenciarlo al nivel más bajo, si se produce un cambio en una de sus variables SP o PV el controlador automáticamente se ajusta realizando las acciones de control para obtener una señal de salida ideal.



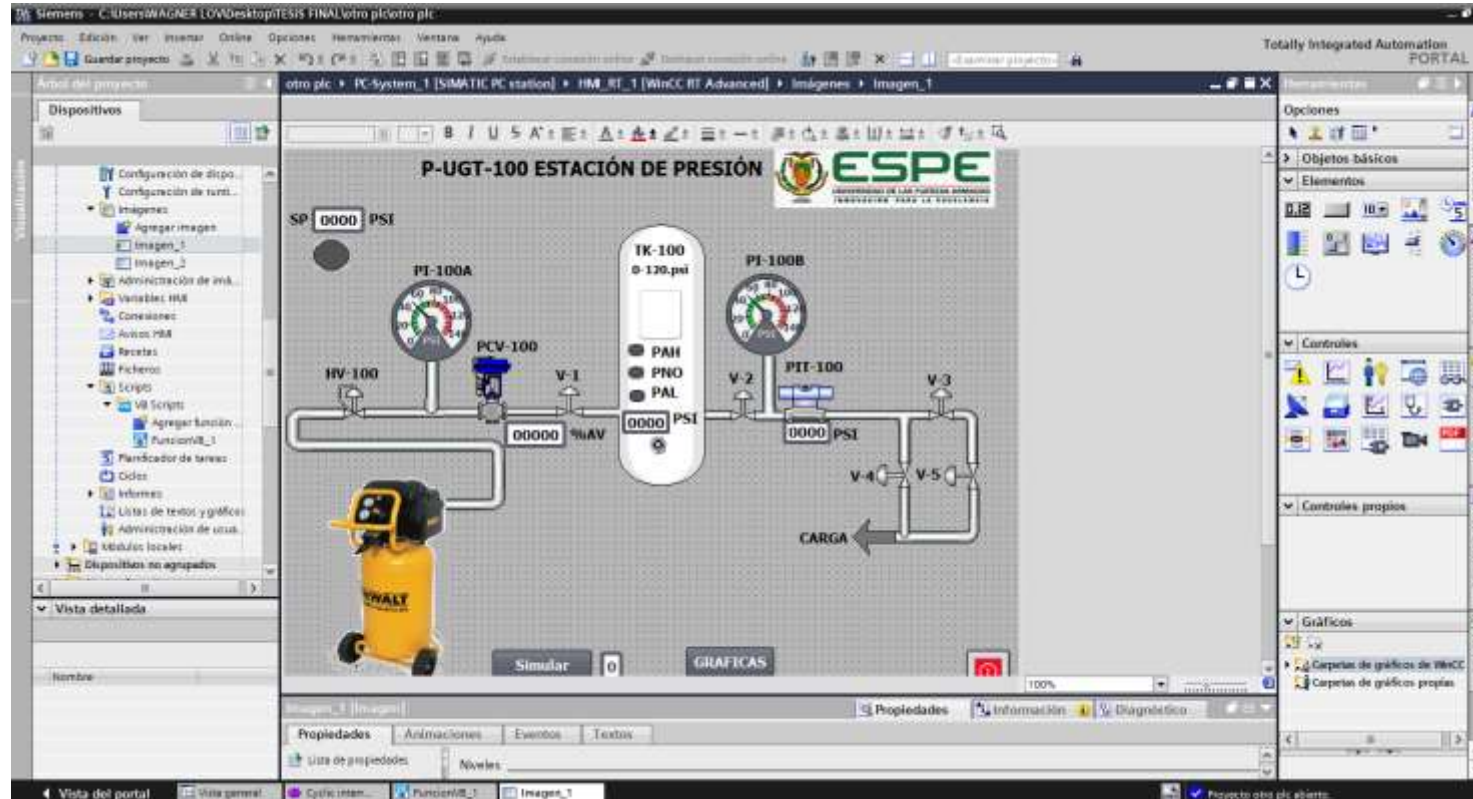
# VARIABLES



La variable consigna es el SP en el que se establecerá un rango de 0 a 120 psi que se requiera almacenar en el tanque, la variable sensor es la PV que es proporcionada por el transmisor del sensor en este caso la señal del transmisor es proporcionada por un script, la variable presión es la señal de salida del controlador la que es encargada de abrir o cerrar la válvula de control.



# HMI



# ASIGNAR VARIABLES

The screenshot displays the Siemens SIMATIC Manager interface for a project titled "ntro plc". The main workspace shows a schematic diagram of a pressure station, "P-UGT-100 ESTACIÓN DE PRESIÓN", with various components like pressure gauges (PI-100A, PI-100B), valves (V-1 to V-5), and a central tank (TK-100). The tank's current pressure is shown as "00000 PSI".

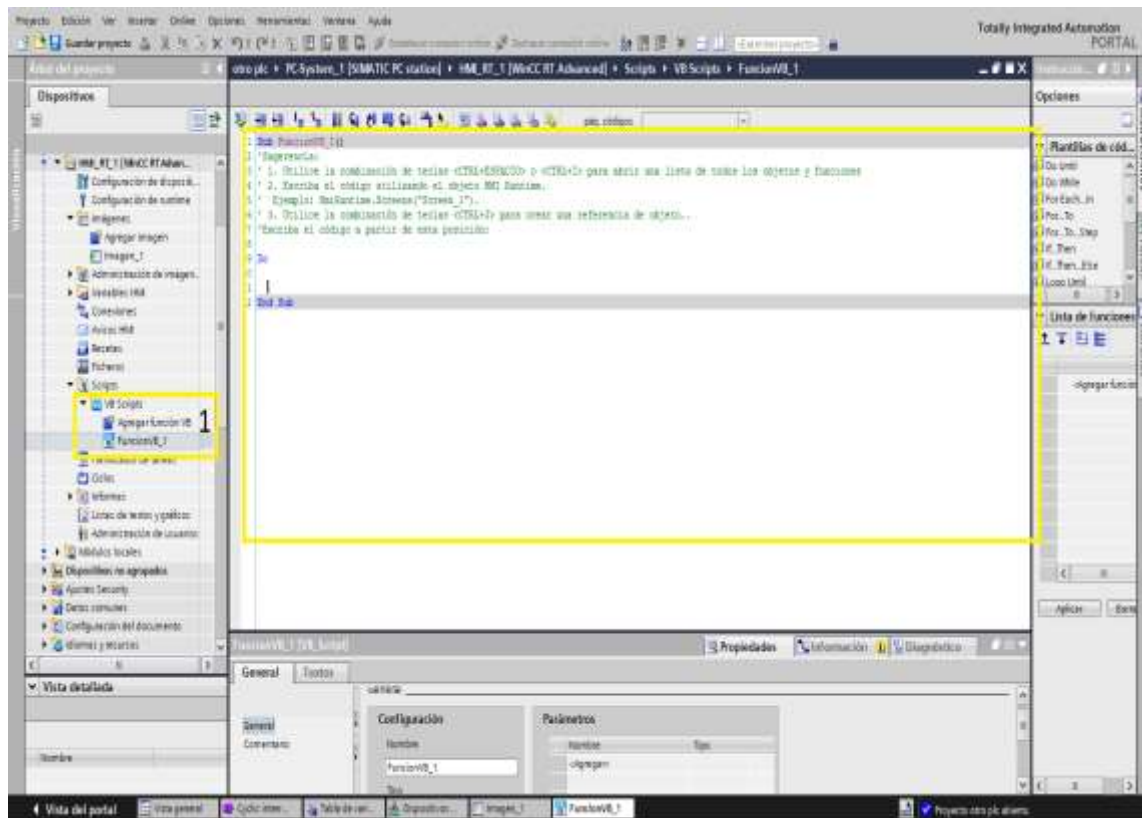
The "Propiedades" (Properties) window for the selected "Campo EE\_3" (Field Element) is open, showing the "General" tab. The "Proceso" (Process) field is highlighted in yellow and contains the value "3". Below it, the "Variable" is set to "Sensor" and the "Variable PLC" is set to "Semar". The "Dirección" (Address) is set to "Word".

The right-hand side of the interface features a "Herramientas" (Tools) panel with various options for object management, animation, and representation.





# SCRIPTS EN HMI\_RT\_1



If sensor <= (Consigna+1) Then Sensor =  
Sensor +1 Else

Sensor = Sensor-1

Si sensor que es el PV es menor que la  
consigna la cual es la SP entonces sensor se  
sumara uno consecutivamente hasta que  
sensor llegue a ser un número mayor o igual  
a la consigna caso contrario sensor debe  
restar uno a sensor es decir si la consigna es  
menor que sensor automáticamente sensor  
se restara uno hasta llegar a ser igual o un  
número mayor a la consigna



# CARGAR DATOS PLC\_SIM

Resultados de la operación de carga

? Estado y acciones tras operación de carga

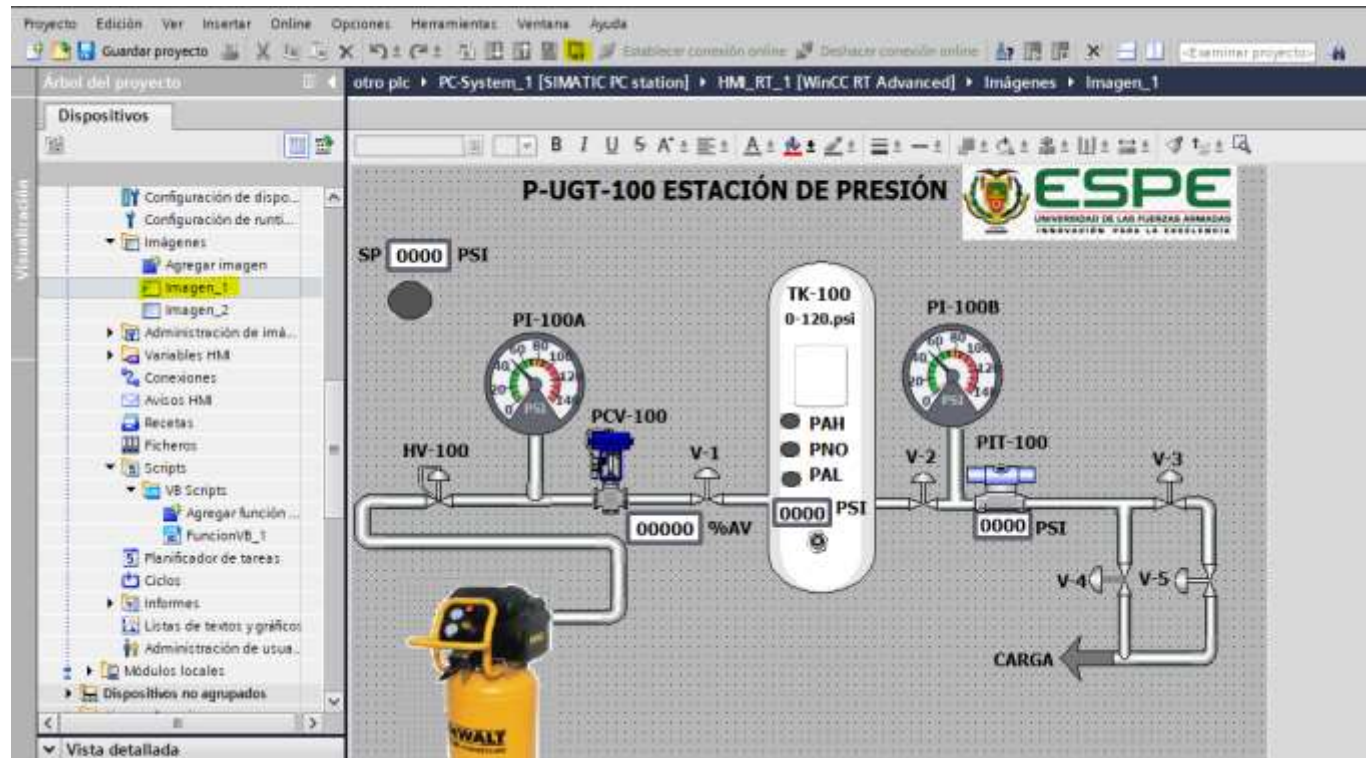
Estado	!	Destino	Mensaje	Acción
↓	✓	▼ PLC_1	La carga en dispositivo ha finalizado correctamente.	Cargar 'PLC_1'
	✓	Online es actual.	La configuración hardware no se ha cargado porque está actualiz.	
	✓	Online es actual.	El software no se ha cargado porque está actualizado.	
	✓	▶ Arrancar módulos	Arrancar módulos tras cargar.	Arrancar módulo ▼

< ||| >

Finalizar Cargar Cancelar



# INICIAR SIMULACIÓN



# OPTIMIZAR EL BLOQUE DE CONTROL PID\_COMPACT\_1

The screenshot displays the SIMATIC Manager interface for configuring the PID\_COMPACT\_1 control block. The project tree on the left shows the hierarchy: PID\_HMI\_V15 > PLC\_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] > Objetos tecnológicos > PID\_Compact\_1 [DB1]. The main configuration area is divided into several sections:

- Medición:** Shows a sampling time of 0.3 s and a Start button.
- Modo de ajuste:** Shows an initial optimization mode and a Start button.
- Table of Signal Parameters:**

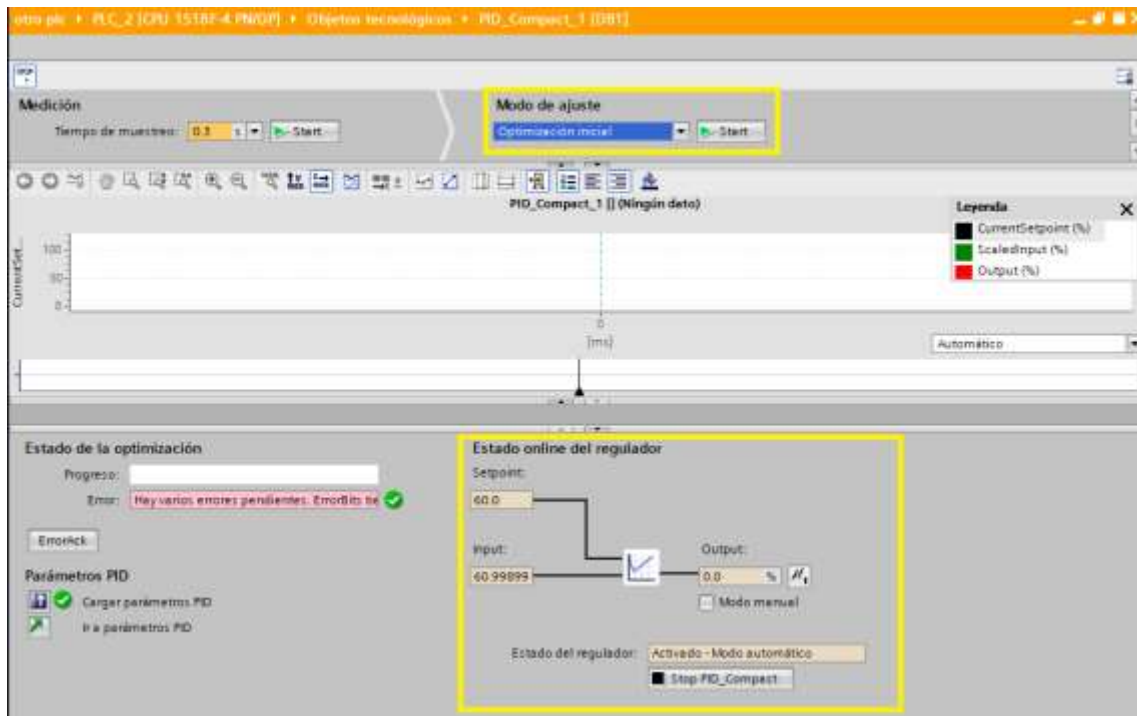
№	Nombre	Tipo de d...	Formato de vis...	Color	Grupo de señales	Mín. escala Y	Máx. escala Y	Unidad
1	CurrentSetp...	Real	Coma flota...	Black	CurrentSetp...	0	120	Hz
2	ScaledInput	Real	Coma flotante	Green	CurrentSetpoint...	0	120	Hz
3	Output	Real	Coma flotante	Red		0	100	%

- Estado de la optimización:** Includes a progress bar and an ErrorAck button.
- Estado online del regulador:** Shows a control loop diagram with Setpoint, Input, and Output fields, and a Modo manual checkbox.
- Parámetros PID:** Includes buttons for 'Cargar parámetros PID' and 'Reparámetros PID'.





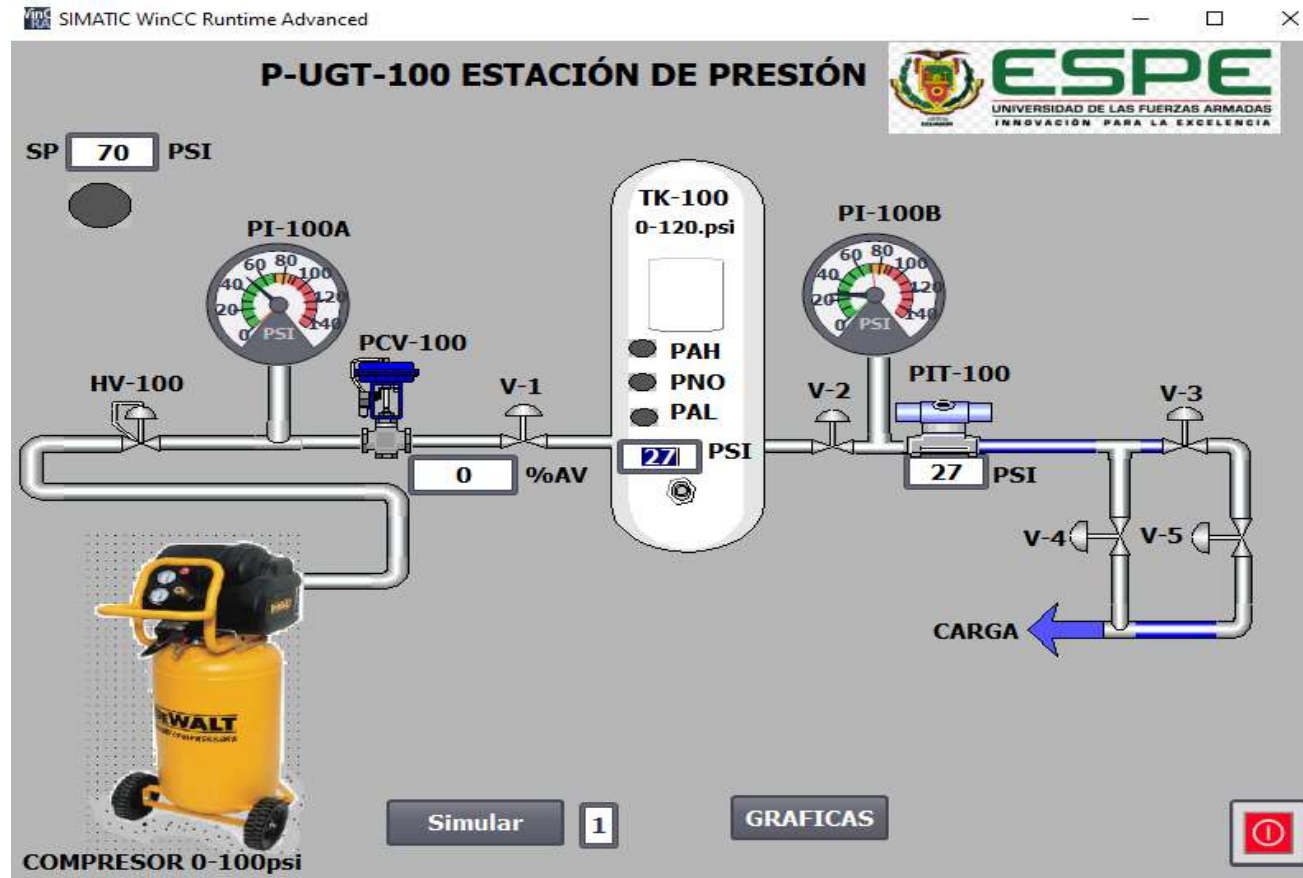
# OPTIMIZAR EL BLOQUE DE CONTROL PID\_COMPACT\_1



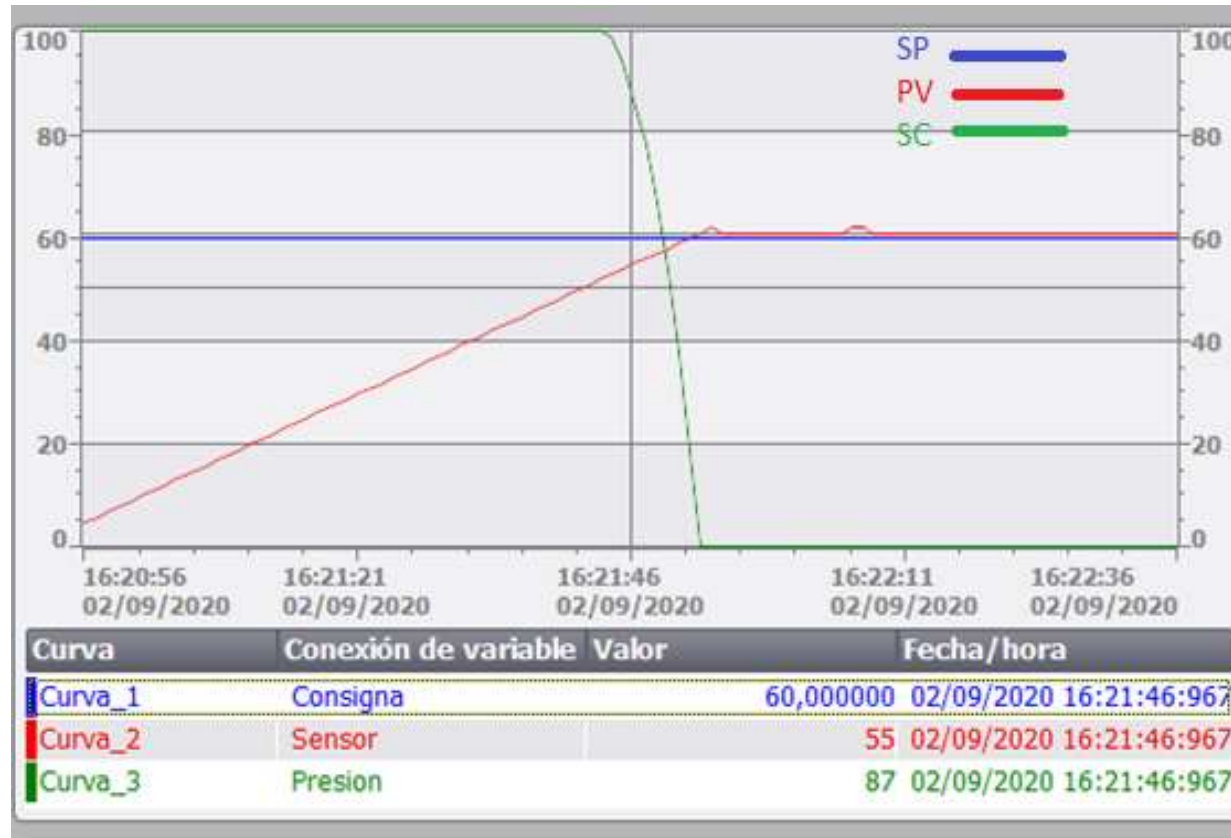
Para poder cargar el bloque PID es importante que el Set Point tenga un 50% de la escala total del tanque y la variable de proceso Input (PV) sea un 30% con respecto al valor del Set Point.



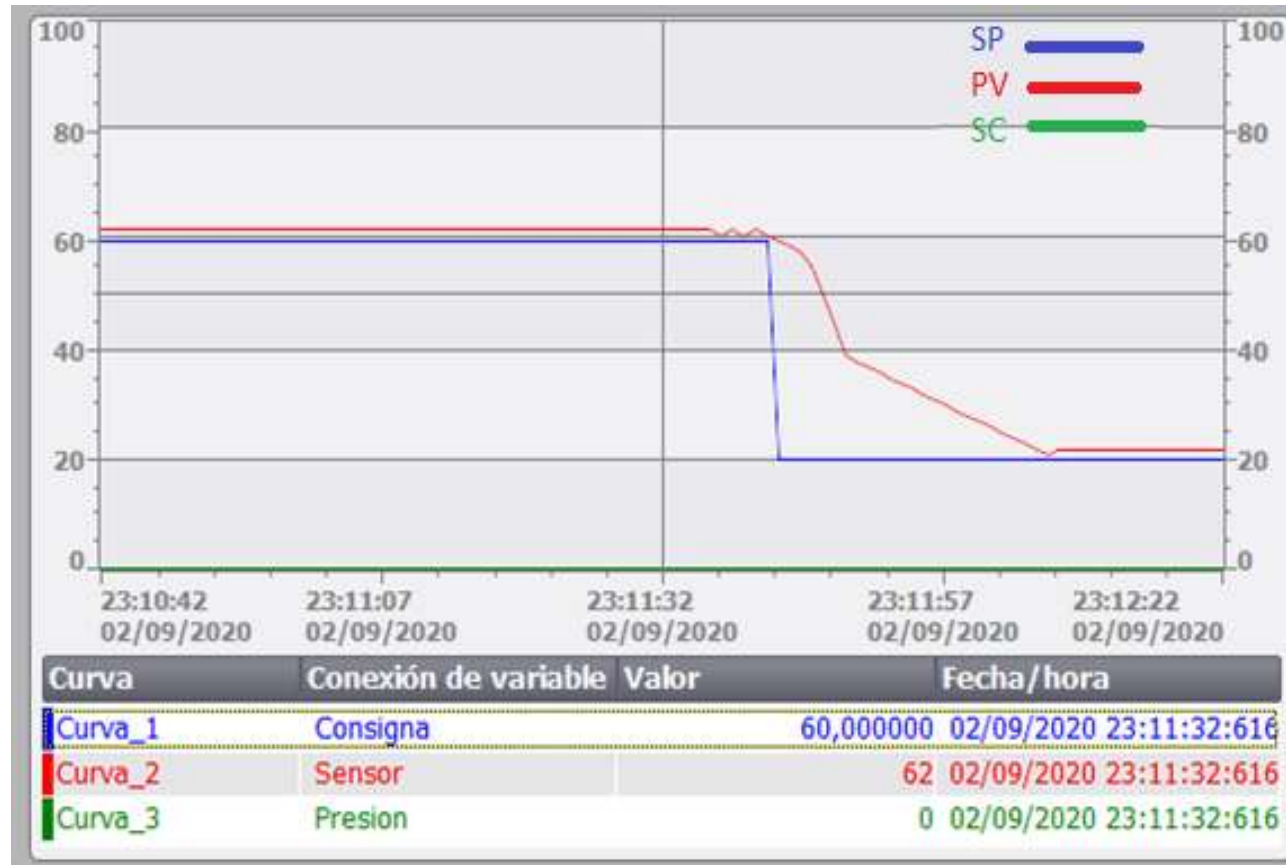
# SIMULACIÓN COMPLETA DEL TEMA REALIZADO



# GRÁFICAS SP ALTO



# GRÁFICAS SP BAJO



# Conclusiones

- EL HMI se desarrolló en software vía portal agregando un WinCC RT Advanced donde se realiza la simulación del proceso y del controlador PID el mismo que muestra el control de la presión dentro del tanque de almacenamiento que varía de un rango de 0 a 120 psi con un indicador que muestra si el tanque se encuentra en presión baja con un rango de 0 a 10 psi (PAL), otro indicador que muestra presión normal en un rango de 40 a 70 psi (PNO) y por último un indicador que muestra presión alta de 100 a 120 psi (PAH).



# Conclusiones

- El software tía portal permite la programación de controladores lógicos programables puesto que se puede configurar los parámetros del PLC como también insertar el módulo de entradas y salidas analógicas y agregar al árbol del proyecto el bloque PID el cual es el encargado de realizar la acción proporcional, acción integral y la acción derivativa.



# Conclusiones

- Se elaboró un script en el software Tía portal el mismo que simula la señal del sensor de presión ya que es el encargado de proporcionar un valor numérico de manera secuencial a la PV, por consecuencia el proceso se vuelve automático asignado un SP la PV aumenta hasta llegar a la SP y estabilizar el sistema.



# Recomendaciones

- Debido a que el proceso se realizó simulado el PLC\_SIM no permite optimizar los parámetros del bloque PID al utilizar el PLC S7-1200, por consecuencia se recomienda utilizar en el simulador el PLC S7-1500 debido a que el PLC\_SIM si permite la optimización del bloque de control PID.
- Para el funcionamiento del bloque PID\_Compact\_1 es importante crear un bloque de interrupción cíclica y agregar el PID dentro de la interrupción para que el PLC lo arranque como evento prioritario.





# Recomendaciones

- Crear el diagrama P&ID del proceso teniendo en cuentas las normas ISA 5.1 para facilitar el entendimiento, funcionamiento e identificación de los elementos que posee la estación.
- Optimizar el controlador PID con un 50% de SP y una PV con un 30% con respecto a la SP



**MUCHAS GRACIAS  
POR LA ATENCIÓN  
PRESTADA**

