



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Manual de Prácticas**

**Autores:**

Contreras Villavicencio Paula Sofía  
Sánchez Merchán Mateo Sebastian

**CUENCA, ECUADOR**

**2023**

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b>	<b>1</b>
<b>Práctica 1</b>	<b>3</b>
Título: Programación y Comunicación de un PLC Simatic S7-1200 con FACTORY I/O para la simulación de proyectos de manufactura.	3
Objetivo de la práctica:	3
Objetivos específicos:	3
Materiales:	3
FUNDAMENTO TEÓRICO	3
PROCEDIMIENTO:	4
<b>Práctica 2</b>	<b>17</b>
Título: Control PID del Nivel de un Tanque.	17
Objetivo de la práctica:	17
Objetivos Específicos:	17
Materiales:	17
Marco Teórico:	17
Procedimiento:	19
1.-Creación del proyecto	19
2.-Configuración del dispositivo	19
3.- Imágen HMI	24
4.- Programación	25
5.- Enlace de variables del PLC con HMI	32
6.- Puesta en marcha.	34
Referencias:	35
<b>Práctica 3</b>	<b>36</b>
Título: Comunicación Modbus-RTU entre dos PLC's Simatic S7-1200 con modelo maestro esclavo	36
Objetivo de la práctica: Realizar el encendido de motores mediante el Software TIA-PORTAL, utilizando la comunicación de red MODBUS-RTU	36
Materiales:	36

Marco Teórico:	36
Procedimiento:	37
1.-Creación del proyecto	37
<b>Práctica 4</b>	<b>48</b>
Título: Comunicación Profinet entre dos PLCs Simatic S7-1200 a través de instrucciones Open User Communication.	48
Objetivo de la práctica:	48
Objetivos específicos:	48
Materiales:	48
Marco Teórico:	48
Procedimiento:	49
1.-Creación del proyecto	49
2.-Configuración del dispositivo	49
3.- Configuración de los dispositivos para establecer conexión PROFINET	51
4.-Programación	52
Referencias:	56
<b>Anexo 1: Cambio de IP</b>	<b>57</b>

## Práctica 1

**Título:** Programación y Comunicación de un PLC Simatic S7-1200 con FACTORY I/O para la simulación de proyectos de manufactura.

### Objetivo de la práctica:

Realizar la simulación de un proceso de separación de cajas en función de su longitud en un entorno virtual diseñado en *FACTORY I/O*.

### Objetivos específicos:

- Configurar el PLC y el software *FACTORY I/O*.
- Diseñar y construir una pequeña planta de separación de cajas en *FACTORY I/O*.
- Programar el control de la aplicación
- Conectar el PLC a la simulación y verificar el funcionamiento

### Materiales:

- PLC Simatic S7-1200
- Software TIA PORTAL
- Software FACTORY I/O

## FUNDAMENTO TEÓRICO

### FACTORY I/O

Factory I/O es un programa de simulación de fábrica industrial en 3D para aprender tecnología de automatización. Diseñado para que sea fácil de usar, le permite construir rápidamente una fábrica virtual utilizando una selección curada de piezas industriales de uso común [1].

Factory I/O también incluye muchos escenarios inspirados en aplicaciones industriales típicas, que varían en dificultad desde principiante hasta avanzado. El escenario más común es usar Factory I/O como una plataforma de capacitación de PLC, ya que los PLC son los controladores más comunes en aplicaciones industriales [1]. Sin embargo, también se puede utilizar con microcontroladores, SoftPLC, Modbus y muchas otras tecnologías.

Este software es compatible con muchos de los sistemas de control más utilizados. Actualmente, la comunicación entre el controlador y la aplicación virtual se realiza a través de controladores específicos para cada elemento, que asocian puntos de entrada-salida representados por etiquetas [2]. Las etiquetas se definen por su nombre, dirección y valor y pueden ser discretas o analógicas, y cada dispositivo tiene varias etiquetas de entrada y salida asociadas para su control. Los drivers disponibles permiten conectar elementos como tarjetas Advantech USB 4704 & 4750, Automgen TCP/IP Components, Modbus-TCP/IP Client-Server, Siemens LOGO TCP/IP, Siemens S7-300, 400, 1200, 1500 TCP/IP y Siemens PLCSIM (v5.4/5.5) [2]. También puede usar el controlador Open OPEN (SDK), que puede usar para desarrollar sus propias aplicaciones de comunicación.

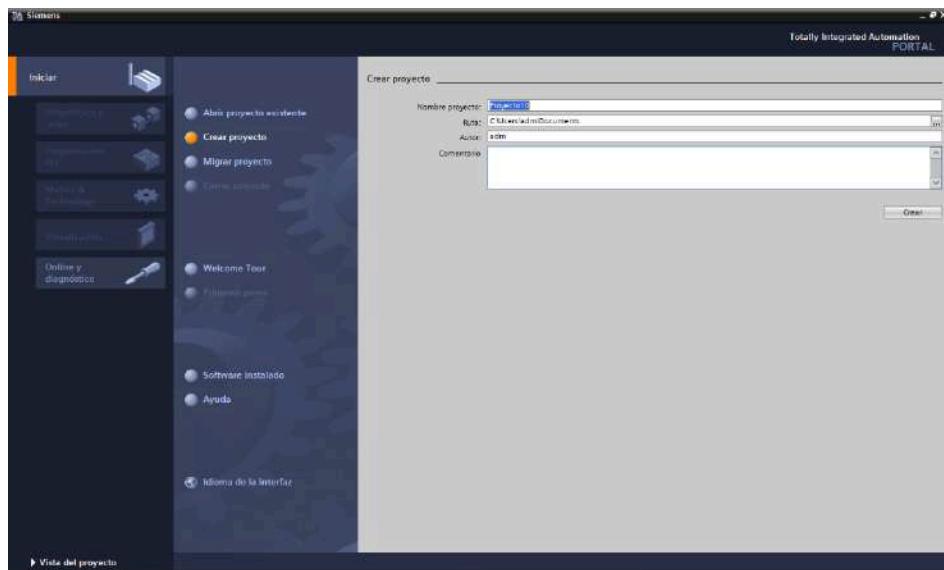
## TIA PORTAL

TIA PORTAL, cuyo nombre completo es Totally Integrated Automation, es una herramienta que ofrece la posibilidad de automatizar procesos industriales, en donde se puede ir añadiendo nuevas funcionalidades según lo requerido [3].

Este software nos permite acceder a dispositivos de control, en este caso, PLC's. Tiene una interfaz amigable, por lo que es fácil familiarizarse con el entorno [3].

### PROCEDIMIENTO:

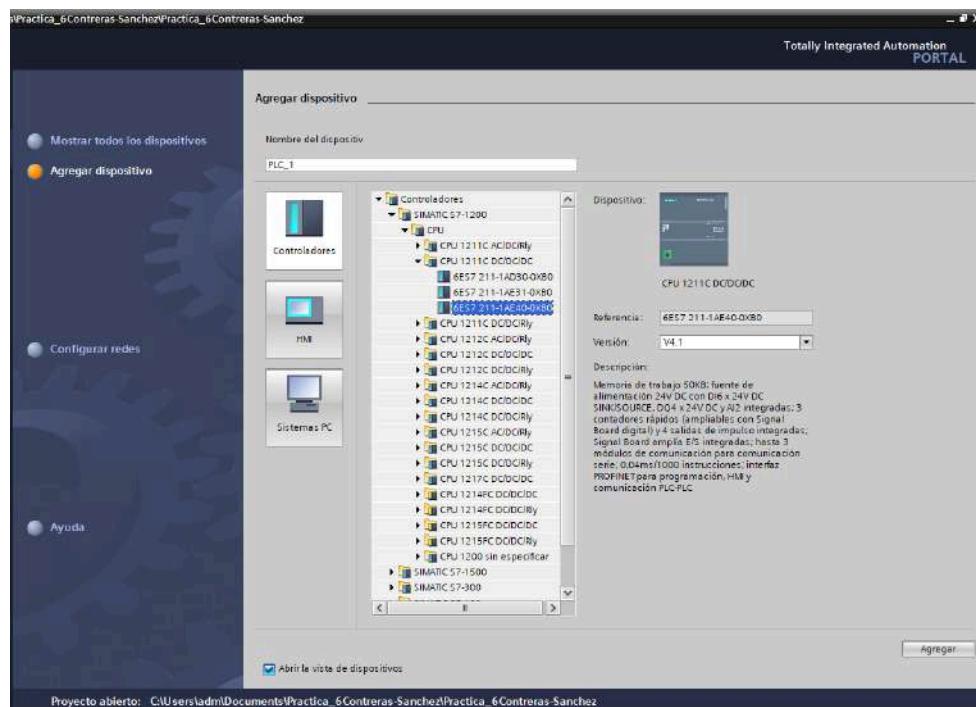
- 1.- Abrir el programa TIA PORTAL instalado en la PC
- 2.- En la pantalla de inicio seleccionar “*Crear proyecto*” y llenar los campos mostrados.



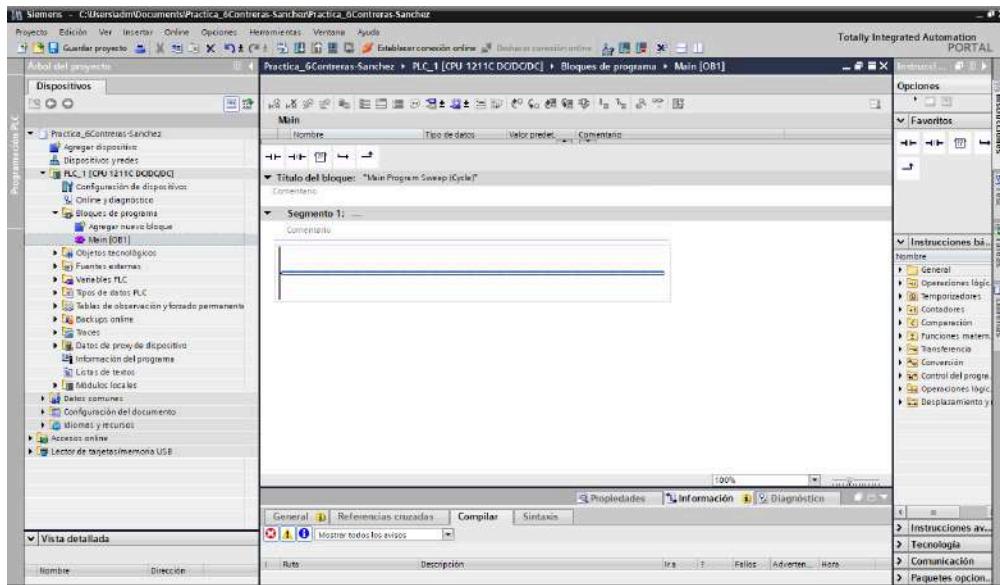
3.- En el apartado “*Dispositivos y redes*” seleccionar la opción “*Agregar dispositivo*”.



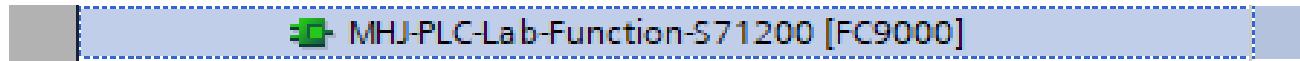
4.- Seleccionar en la opción de “*Controladores*”, seguido, seleccionar la opción “*SIMATIC S7-1200*”, y escoger el “*CPU 1211C DC/DC/DC*”, acto seguido, seleccionar el PLC “*6ES7-2111-AE40-0XB0*”.



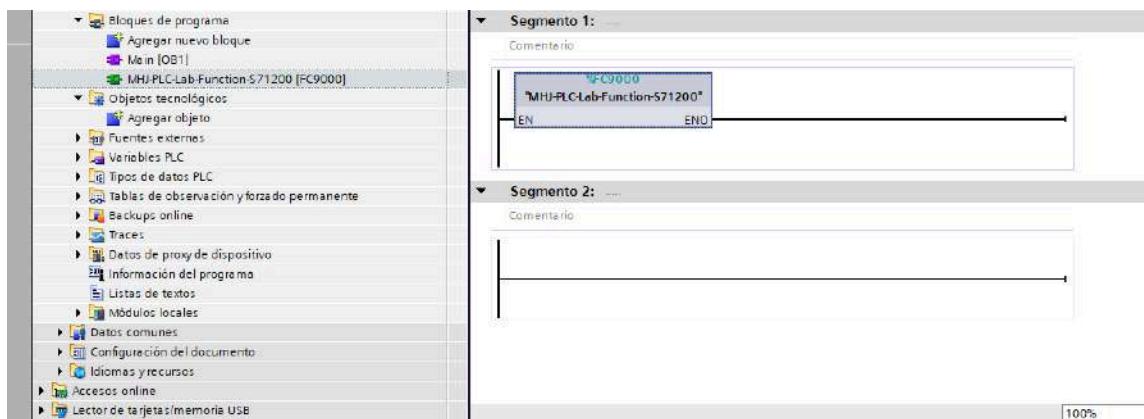
5.- Teniendo creado el proyecto, nos ubicamos en el árbol de proyecto y seleccionamos el PLC\_1, abrimos la opción “*Bloques de programa*”, y nos ubicamos en el bloque principal “*Main [OB1]*”.



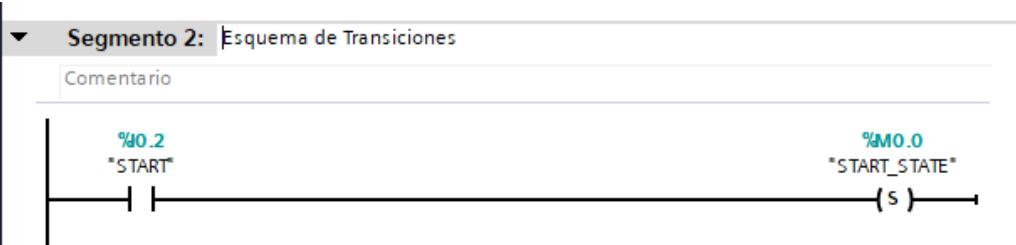
6.- Agregamos el bloque necesario que nos va a ayudar a realizar la conexión entre el software “*TIA PORTAL*”, y el software “*FACTORY I/O*”. Este bloque debe ser descargado desde [https://realgames.b-cdn.net/fio/tutorials/FactoryIO\\_Template\\_S7-1200\\_V13.zip](https://realgames.b-cdn.net/fio/tutorials/FactoryIO_Template_S7-1200_V13.zip). Se descarga una plantilla completa, se recomienda trabajar sobre este mismo archivo para evitar futuros problemas.



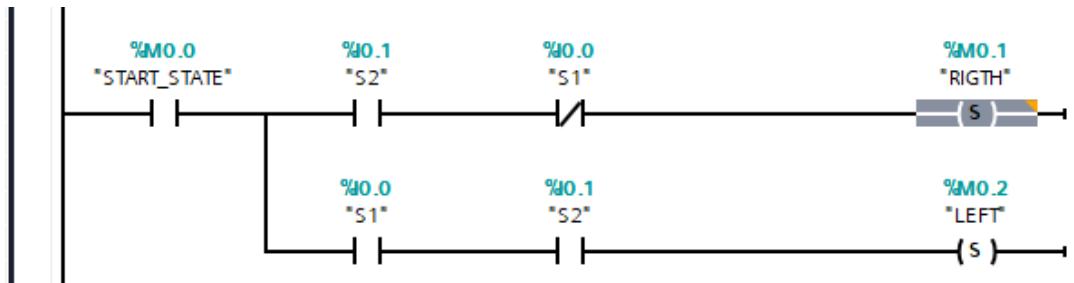
7.- Arrastramos el bloque creado hacia el “*Main*”



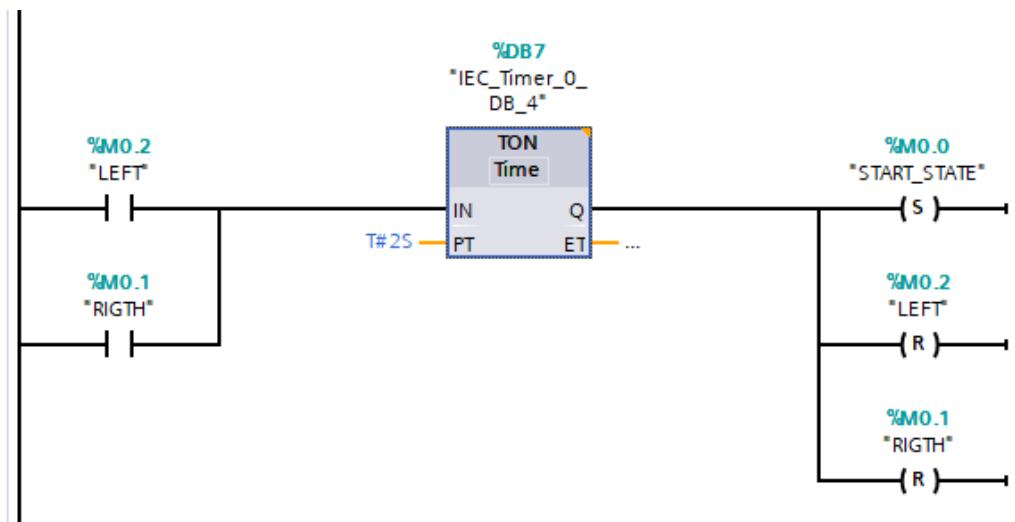
8.- En el segmento 2 del bloque “*Main*”, empezaremos la codificación de nuestro programa, en donde tendremos las transiciones que se tendrán.



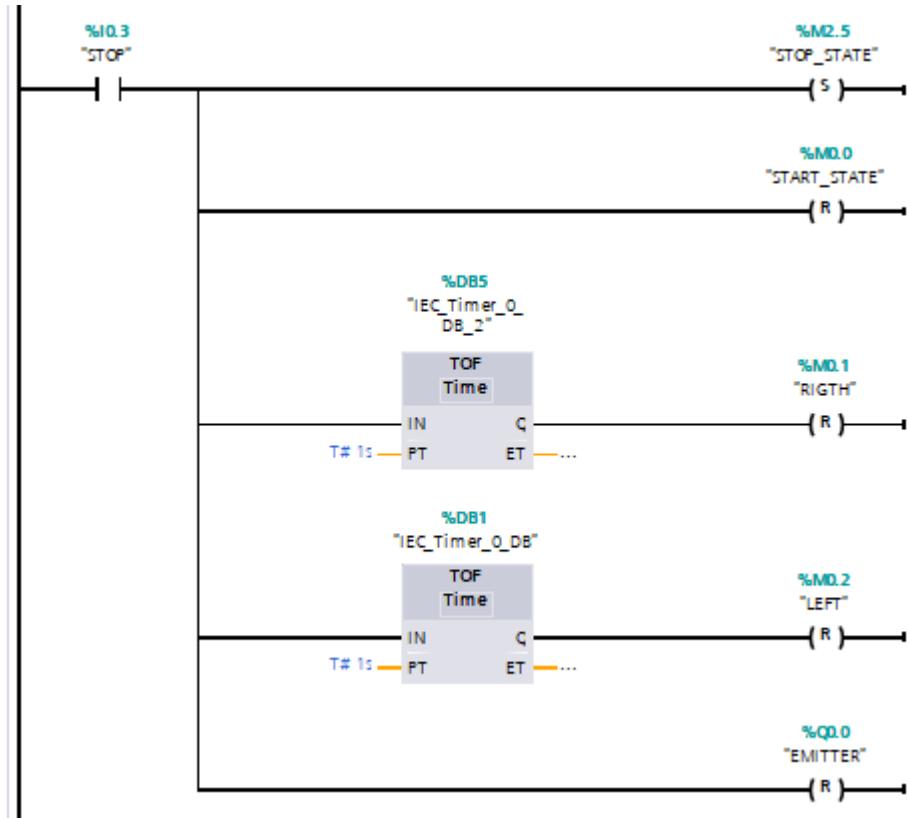
9.- Iniciaremos haciendo la comparación entre sensores, los cuales activaran las bandas, tanto derecha como izquierda.



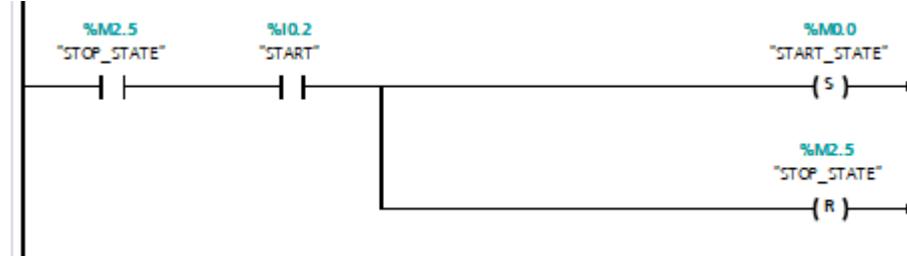
10.- Se coloca un timer, el cual va a funcionar para resetear las bandas después de un tiempo establecido dentro del bloque.



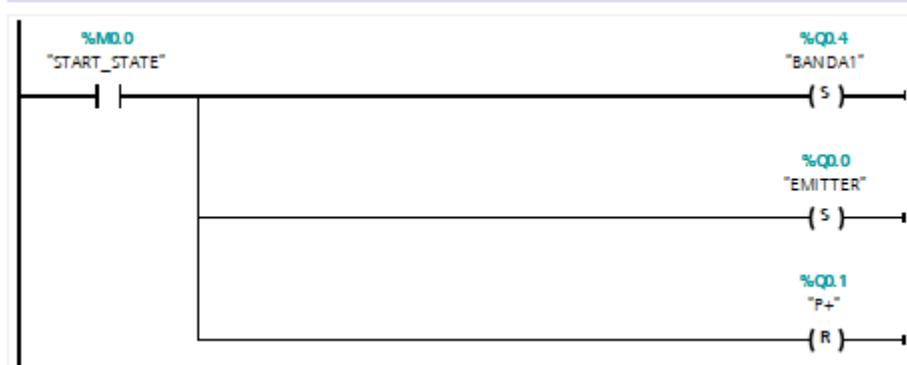
11.- Realizamos la transición para el estado “STOP”, para lo cual utilizaremos un contacto abierto, el cual será el encargado de activar la memoria de paro, de desactivar la memoria de inicio y desactiva también, la emisión de cajas. Adicionalmente, se añaden 2 “TOF”, los mismos que harán que las bandas sigan girando durante 1 segundo y luego se apagaran.



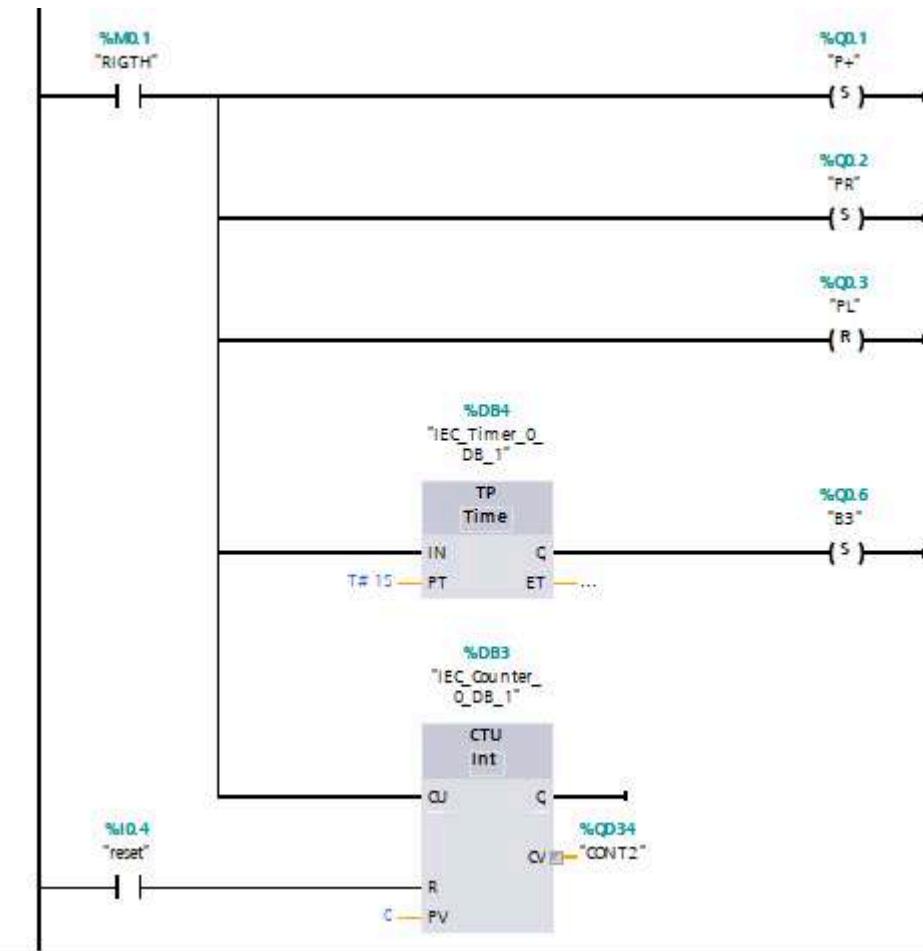
12.- Para salir del estado de “STOP”, es necesario colocar nuevamente el pulsante que activa la memoria del estado de inicio, a su vez, es necesario resetear el estado de pare.



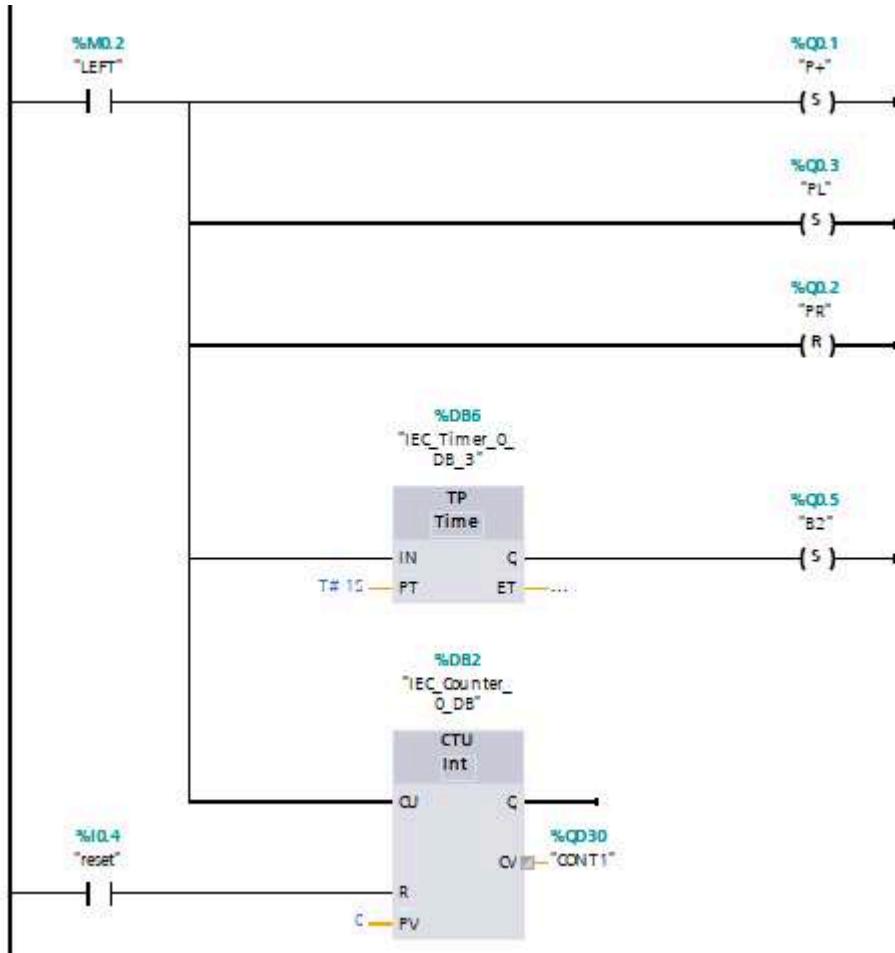
13.-Dentro del estado de inicio, se setea la banda principal, que es la encargada de mover las cajas hacia los sensores, se iniciará nuevamente el emisor de cajas, y, se desactiva el rodillo que hace que las cajas sigan hacia adelante.



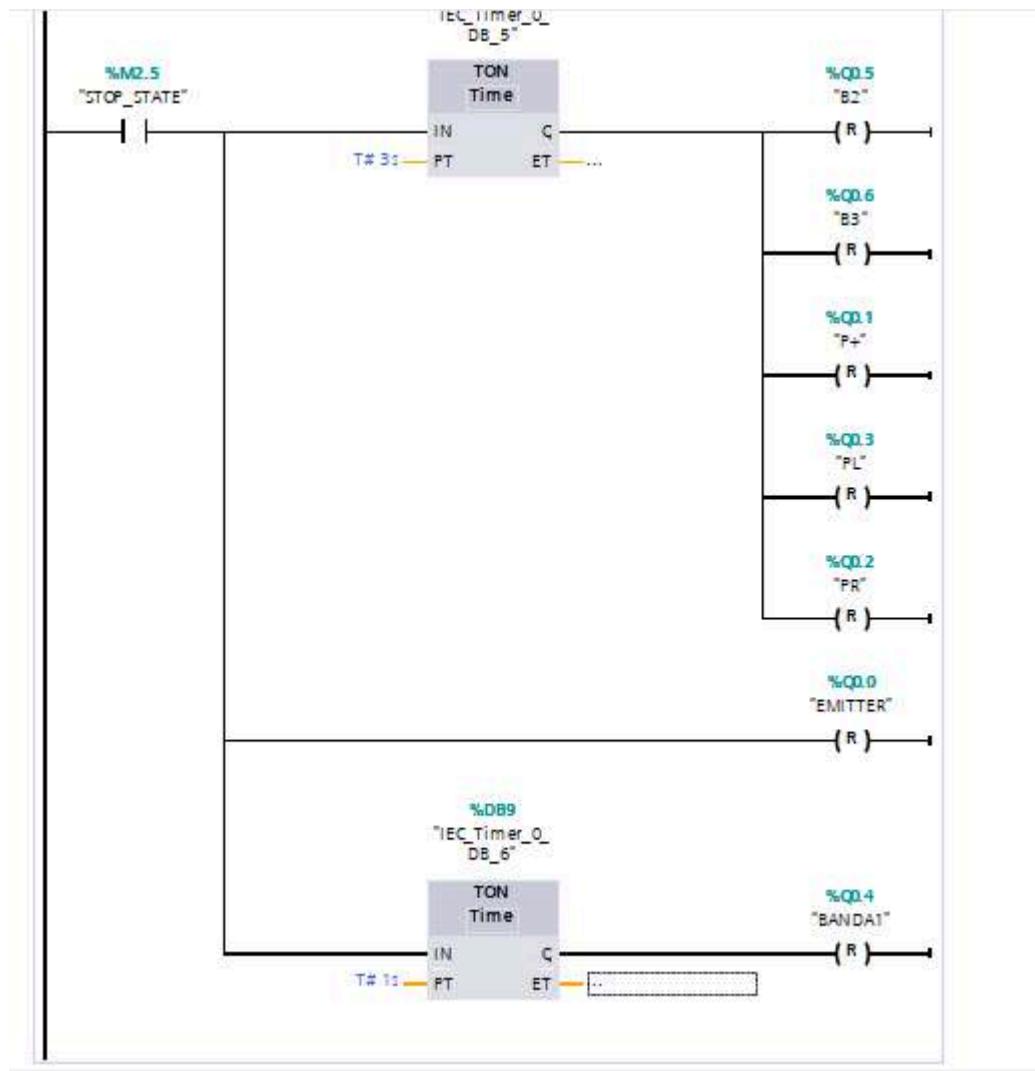
14.- Si el sensor detecta una caja pequeña, entrará en funcionamiento la memoria “M0.1”, la cual, se encarga de setear las salidas de los rodillos, “P+” y “PR”, mientras se desactiva la salida del rodillo “PL”. Se añade también un contador, el mismo que nos brindara la información de cuantas cajas han pasado, este contador también contará con una entrada “Reset”, con esta entrada iniciaremos el contador nuevamente en 0.



15.- El mismo proceso se realizará con la memoria “M0.2”, la cual realiza el mismo proceso que la transición anterior, pero en este caso, en la banda de la izquierda, al momento de detectar una caja grande.



16.- Al finalizar el proceso de separación de cajas, se implementará el segmento “STOP”, el cual consta de un timer de encendido, el cual se encargará de hacer que las bandas giren durante 3 segundos más hasta detenerse completamente. Dentro del segmento de paro se desactivarán todas las bandas y rodillos, teniendo como resultado lo siguiente:



17.- Al finalizar la codificación del programa de separación de cajas por su tamaño, se procederá a la realización del entorno virtual dentro del software “FACTORY I/O”



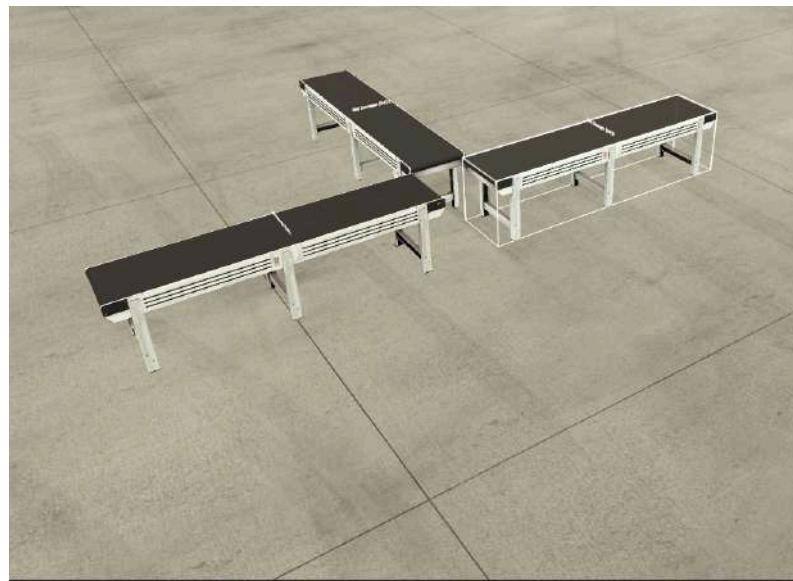
18.- Se realiza el diseño de la planta, para esto, ocuparemos bandas, las mismas que se encuentran bajo el nombre de “*Belt conveyors (4m)*”.



19.- Realizamos el mismo proceso, con la diferencia en la orientación de la banda.



20.- Se repite el proceso anterior al otro extremo de la banda, formando una T.



21.- Utilizaremos el elemento “*Pop Up Wheel Sorter*”, que se ubicará en el medio de las dos bandas que serán las encargadas de separar las cajas.



22.- Para ayudar en el flujo de las cajas, utilizaremos 2 elementos denominados “*Wheel aligners*”, los vamos a ubicar en las uniones de la banda principal con las bandas laterales.

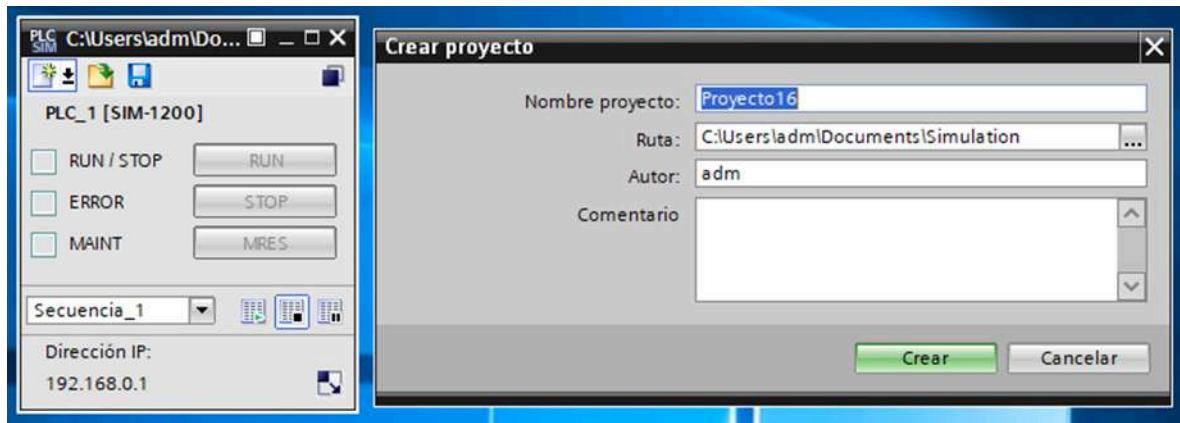
23.- Añadimos un soporte, el mismo que se va a ubicar cerca de los alineadores, en donde también se colocaran 2 sensores, que vamos a utilizar para la medición de las cajas. Acto seguido, se añade un tablero de control., en donde se colocaran 3 pulsantes, “Inicio”, “Paro” y “Reset”, se colocarán también 2 contadores, teniendo como resultado lo siguiente:



24.- Al finalizar el diseño, nos dirigimos hacia la barra de tareas, hacemos clic en la opción “File”, y seleccionamos la opción “Drivers”. Dentro de esta ventana colocaremos las entradas y salidas dependiendo de la codificación realizada en el software TIA PORTAL.



25.- Al finalizar este proceso, abrimos el software “*PLCSIM*” y crearemos un nuevo proyecto.



26.- Para finalizar, cargamos el programa realizado en el software TIA PORTAL, y corremos el programa.



## 27.- Corremos el simulador



## REFERENCIAS:

[1] *Factory IO: Simulación 3D de fábrica.* (s/f). Anahuac.mx. Recuperado el 25 de enero de 2023,

<https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Factory-IO-Simulacion-3D-de-fabrica>

[2] *Nuevo FACTORY IO Ultimate Edition Simulador de Planta en 3D.* (2018, abril 14). Masterplc.com; masterplc. <https://masterplc.com/factory-io/>

[3] *TIA Portal.* (2022, julio 12). Siemens Argentina. <https://new.siemens.com/ar/es/productos/automatizacion/software-industrial/tia-portal.html>

## Práctica 2

**Título:** Control PID del Nivel de un Tanque.

**Objetivo de la práctica:**

- Crear un proyecto en TIA PORTAL para la programación y puesta en servicio de un objeto tecnológico PID\_COMPACT para el control PID del Nivel de Agua de un Tanque.

**Objetivos Específicos:**

- Acondicionar la medición del sensor de ultrasonido dentro del rango máximo y mínimo de agua del tanque.
- Configurar el objeto tecnológico PID\_COMPACT para la regulación.
- Realizar la Optimización Inicial del Sistema.
- Realizar la Optimización Fina del Sistema.
- Comprobar el funcionamiento de la regulación.

**Materiales:**

- Un PLC Simatic S7-1200 de tipo DC/DC/DC
- Software TIA PORTAL.
- Prototipo de laboratorio para el control de nivel del Tanque.

**Marco Teórico:**

PID:

El controlador PID es utilizado para corregir errores en un proceso. Incluye una acción proporcional que magnifica el error en el presente, una acción integrativa que integra el error pasado y una acción derivativa que deriva el error futuro. Todas estas acciones se juntan para tratar de dar estabilidad a una planta.

PID compact:

Es un objeto tecnológico dentro del software TIA PORTAL que ofrece un regulador PID continuo con optimización integrada. Además “calcula los parámetros P, I y D para su sistema regulado de forma autónoma durante la optimización inicial. Los parámetros pueden optimizarse aún más a través de una optimización fina. No es necesario determinar los parámetros manualmente.” [1]

El algoritmo funciona de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$y = K_p \left[ (b \cdot w - x) + \frac{1}{T_i \cdot s} (w - x) + \frac{T_d \cdot s}{a \cdot T_d \cdot s + 1} (c \cdot w - x) \right]$$

y      Valor de salida del algoritmo PID

$K_p$     Ganancia proporcional

s      Operador laplaciano

b      Ponderación de la acción P

w      Consigna

x      Valor real

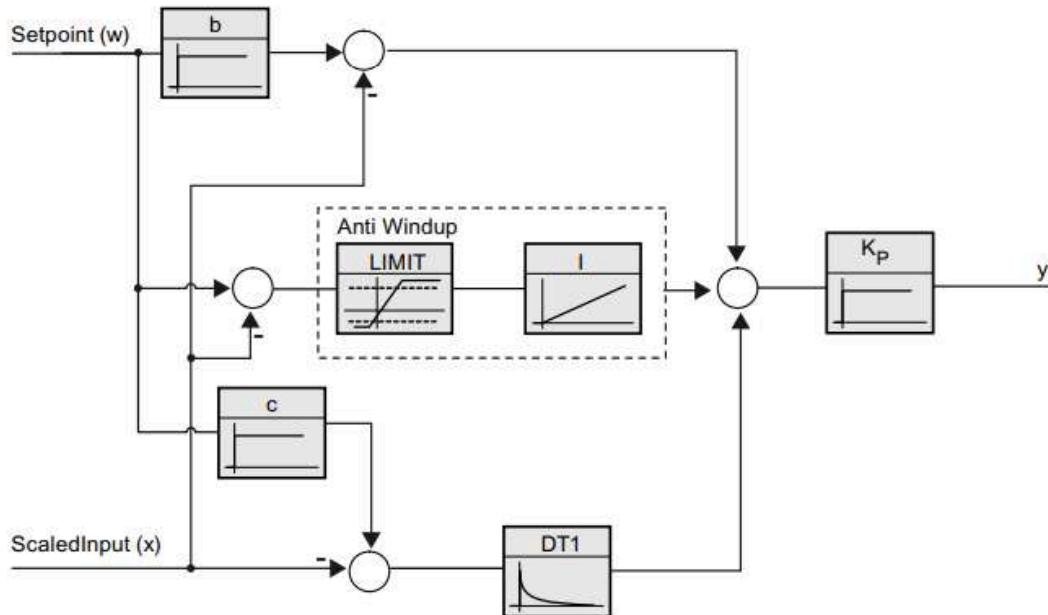
$T_i$     Tiempo de integración

a      Coeficiente para el retardo de la acción derivada (retardo de la acción derivada  $T_1 = a \times T_d$ )

$T_d$     Tiempo derivativo

c      Ponderación de la acción D

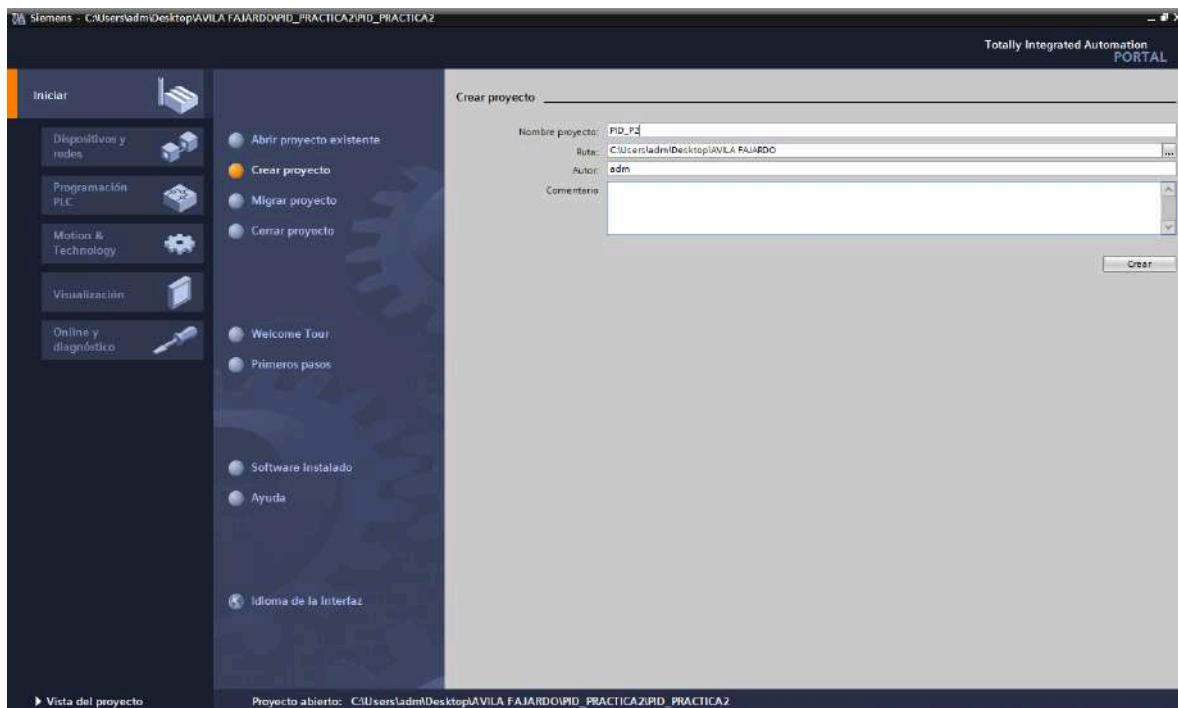
Que puede ser observada a través del siguiente gráfico:



## Procedimiento:

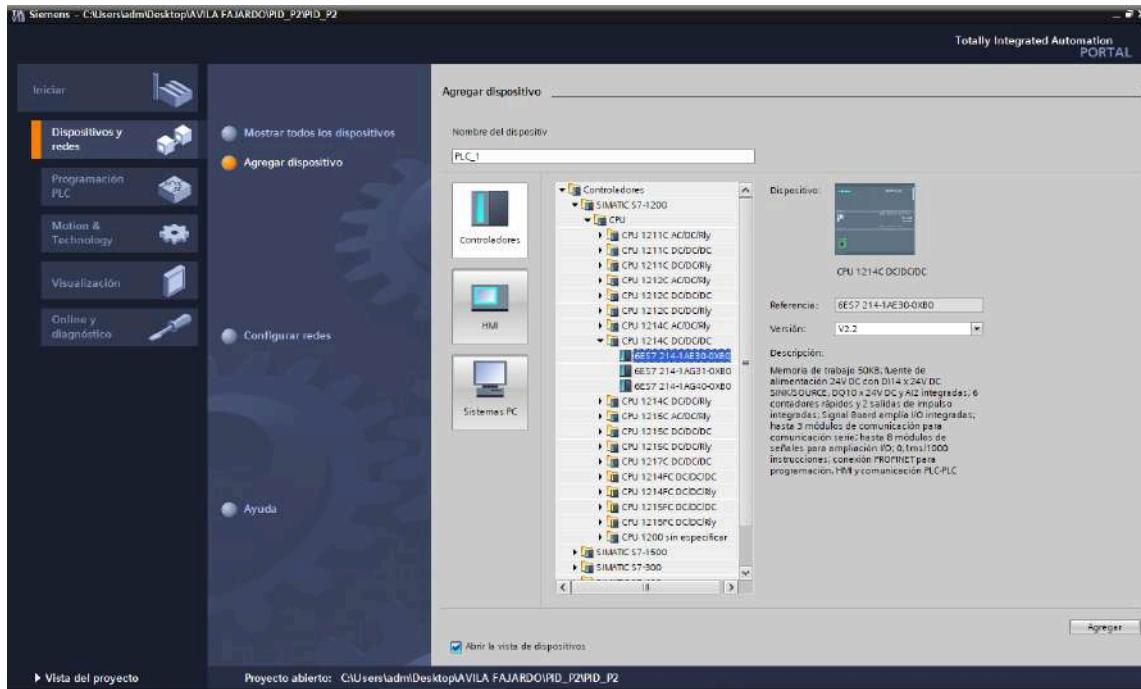
### 1.-Creación del proyecto

1.1.- Abrimos el software TIA PORTAL V13, en el menú iniciar, seleccionamos la opción “Crear proyecto”. Le asignamos un nombre al proyecto, especificamos la ruta donde queremos que se guarde y clickeamos “crear”.

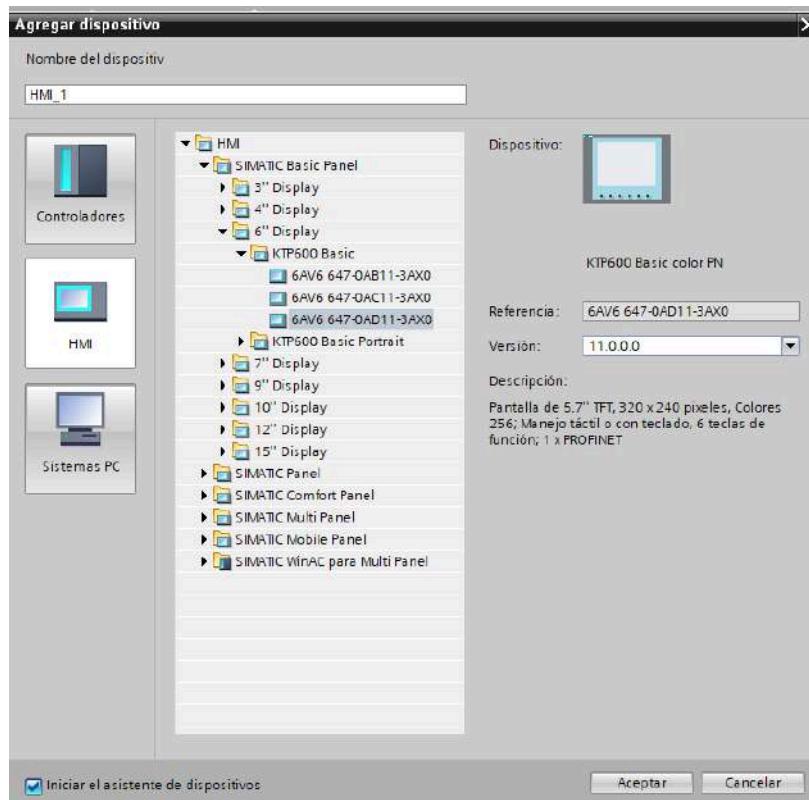


### 2.-Configuración del dispositivo

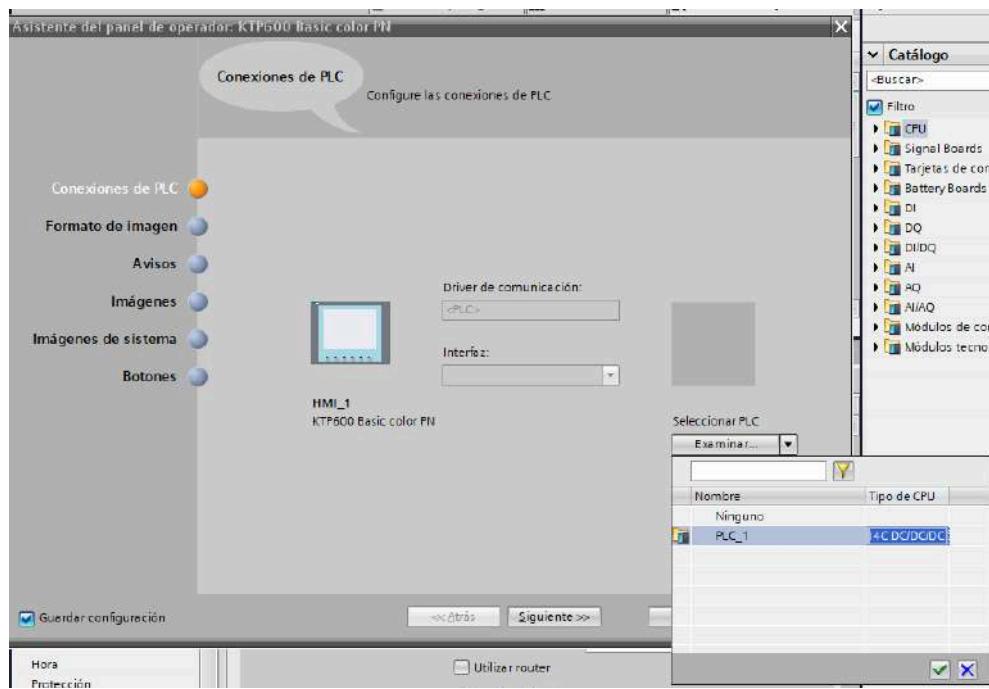
2.1- Ahora se nos despliega el menú “Primeros pasos” donde seleccionamos la opción configurar dispositivo. En este nuevo menú seleccionamos nuestro PLC y damos en el botón agregar.



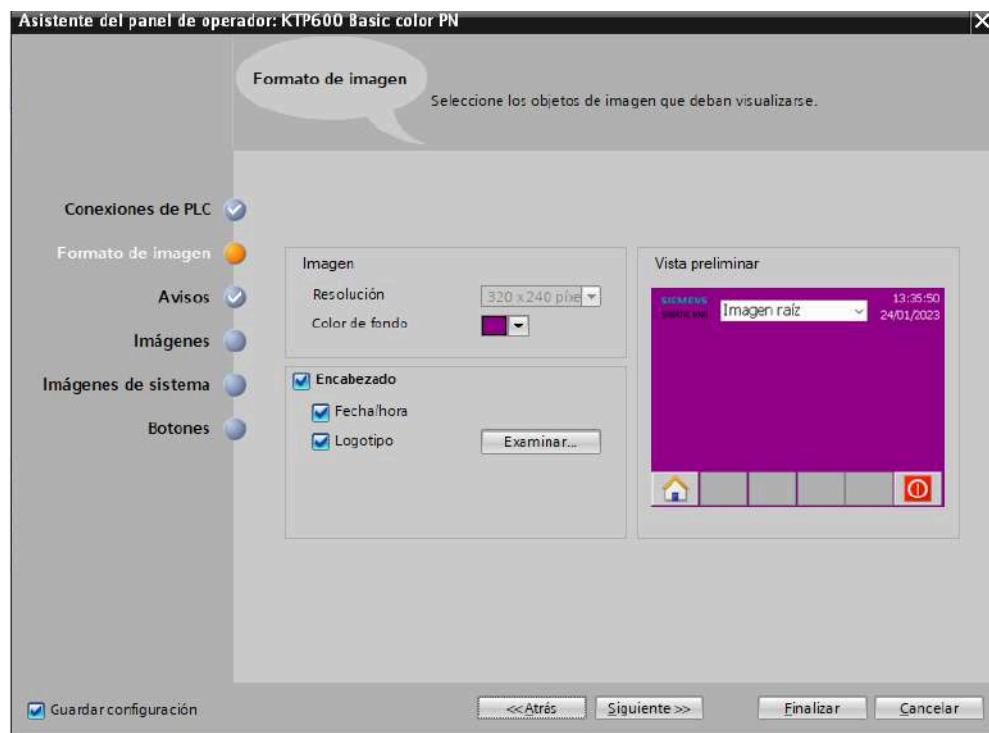
2.2- Ahora en el árbol del proyecto seleccionamos agregar dispositivos y seleccionamos nuestro HMI.



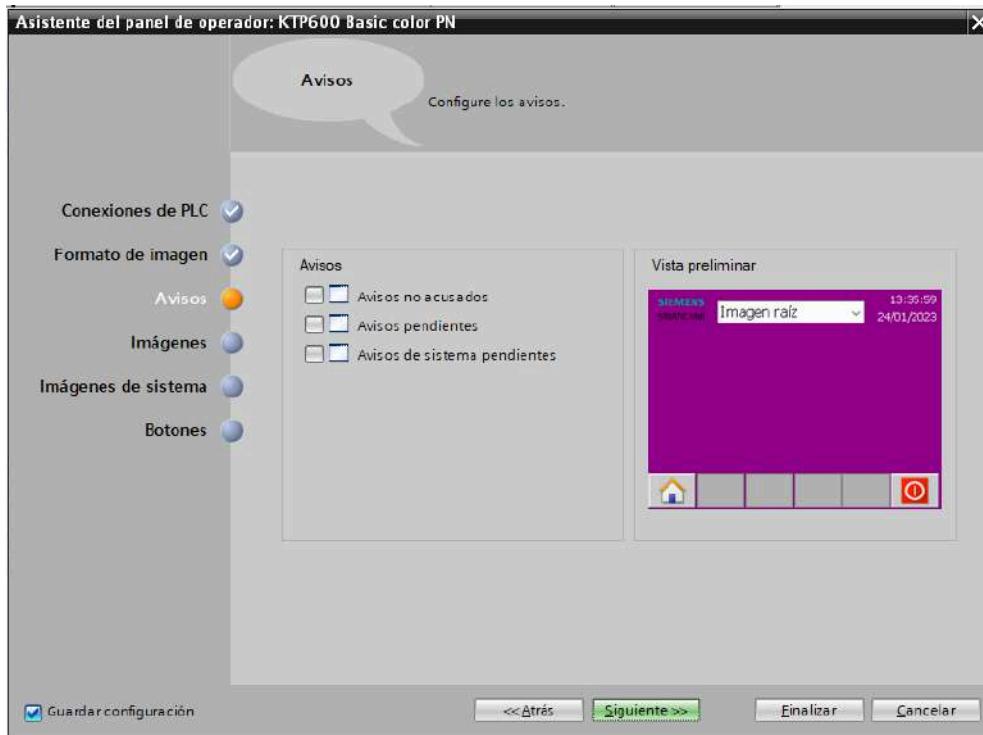
2.3- A continuación, en la opción “Conexiones de PLC” seleccionamos nuestro PLC.



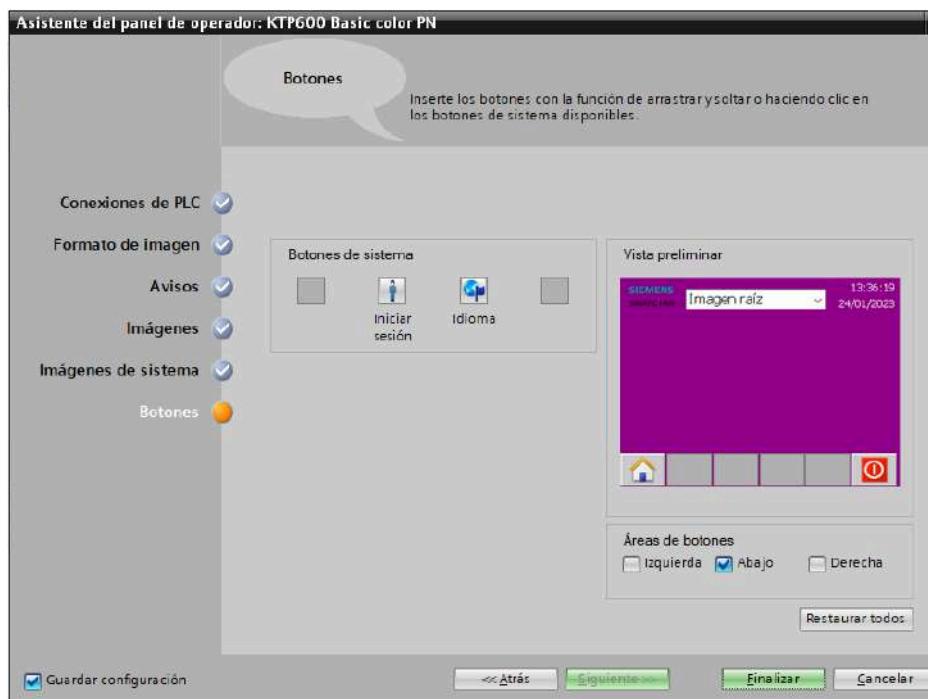
2.4- En formato de imagen seleccionamos un color.



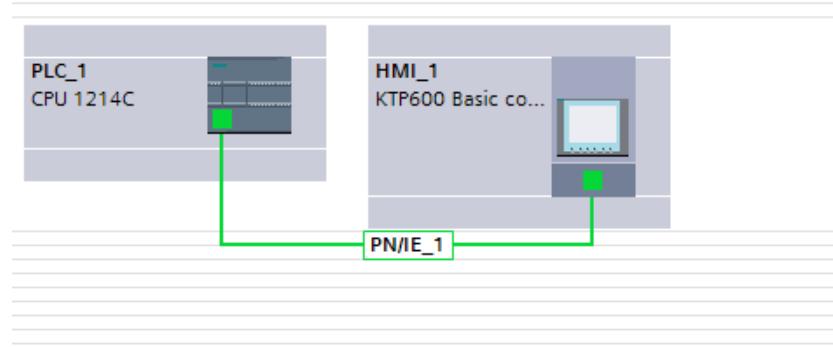
2.5- En la opción “Ajustes” desactivamos todas las casillas.



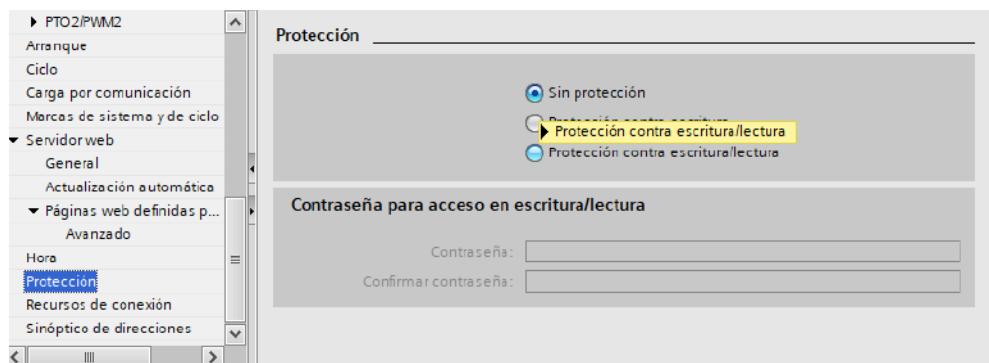
2.5- Se recomienda no realizar ningún cambio en las opciones Imágenes e Imágenes del sistema. Para finalizar, en la opción Botones, nos aseguramos de que la casilla “Abajo” esté marcada y que tengamos los botones que se muestran a continuación.



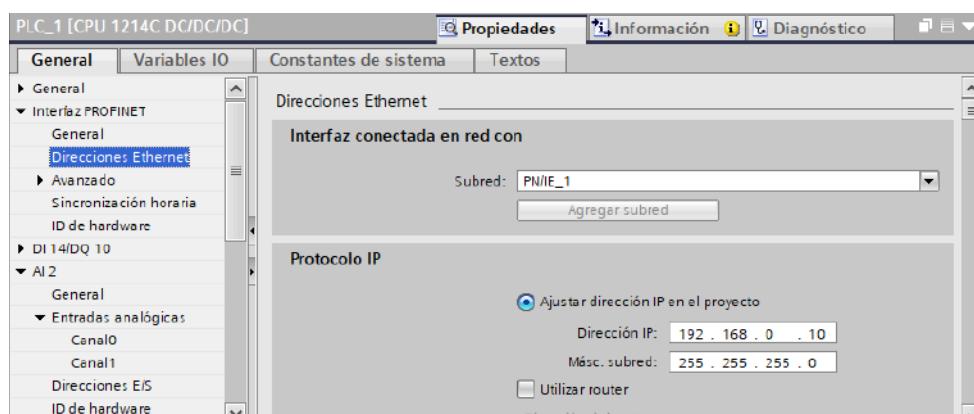
2.6.- A continuación, para asegurarnos de que la conexión entre el HMI y el PLC se encuentra establecida nos dirigimos a Dispositivos y Redes en el Árbol del Proyecto.



2.7.- Dentro del PLC 1, seleccionamos Configuración de Dispositivos y abrimos el PLC para configurarlo. Propiedades → General → Protección →Sin Protección

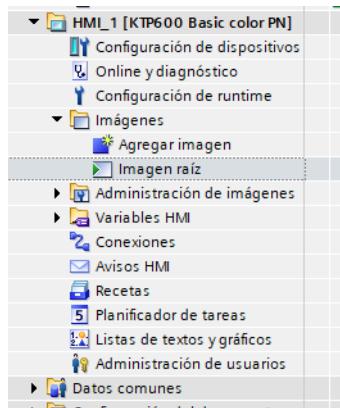


2.8.- Por último nos dirigimos a Propiedades → General → Interfaz Profinet → Direcciones Ethernet y fijamos la dirección IP de nuestro PLC y la máscara de subred.

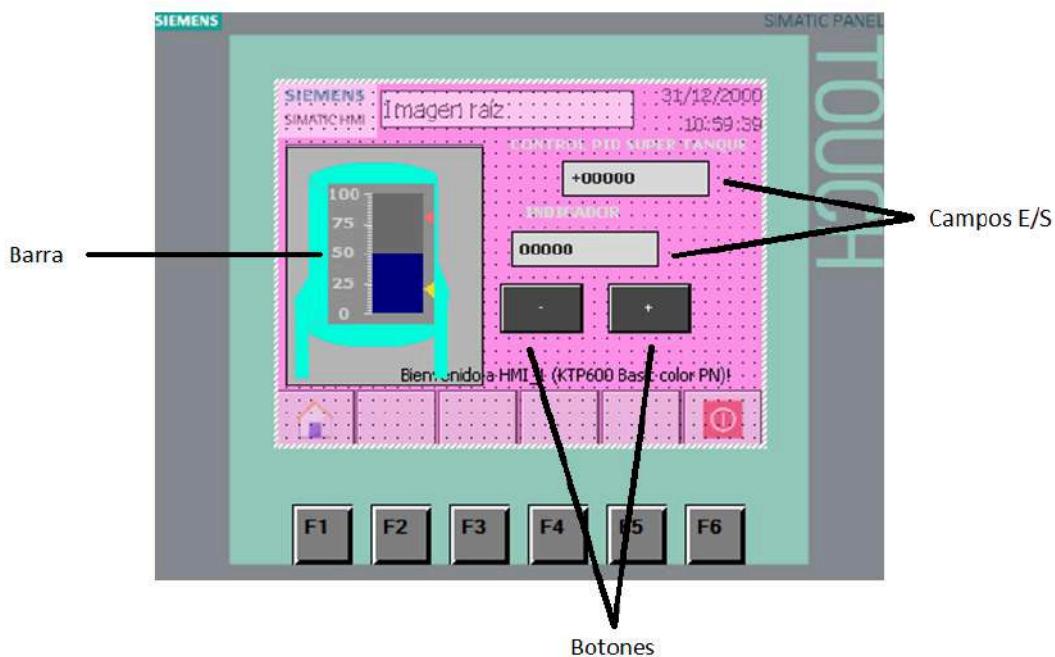


### 3.- Imagen HMI

3.1.- Es necesario establecer lo que la HMI mostrará al usuario. Para ello, nos dirigimos al Árbol del proyecto → HMI → Imágenes → Imagen Raíz.

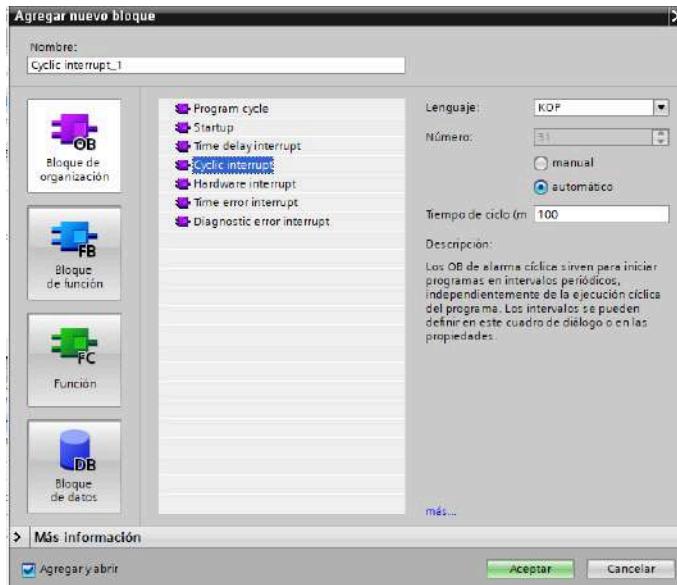


3.2.- En la parte izquierda de la ventana desplegamos el menú Herramientas, dentro de este escogemos la opción Elementos y arrastramos la imagen que se muestra del HMI los siguientes elementos: una barra, dos Campos E/S y dos botones. Luego podemos editar a nuestro gusto.

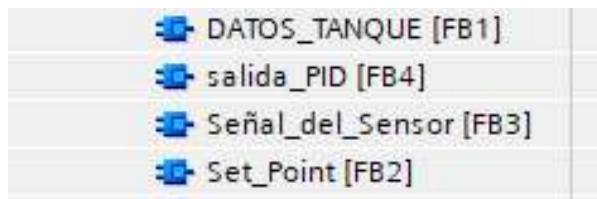


#### 4.- Programación

4.1.- Nos dirigimos al Árbol del proyecto, luego dentro de los bloques de programa del PLC escogemos la opción agregar nuevo bloque y escogemos la opción bloque de organización. Escogemos el tipo Cyclic Interrupt y presionamos aceptar.



4.2.- Ahora seleccionamos de nuevo la opción Agregar nuevo bloque y agregamos 4 bloques de función que se llamarán: DATOS\_TANQUE, salida\_PID, Señal\_del\_Sensor, Set\_Point.



4.3.- Dentro del bloque DATOS\_TANQUE agregamos las siguientes variables:

DATOS_TANQUE						
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d...	Visible en ..	
Input						
<Agregar>						
Output						
<Agregar>						
InOut						
<Agregar>						
Static						
UP_PID	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
DW_PID	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

4.4.- Dentro del bloque salida\_PID agregamos las siguientes variables:

salida_PID						
	Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d...	Visible en ..
↳	Input					
↳	salida_PID	Real	0.0	No rem...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↳	Output					
↳	V_Llenado	Int	0	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↳	V_Desague	Int	0	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↳	InOut					
↳	<Agregar>					
↳	Static					
↳	salida_PID_Aux	Real	0.0	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↳	Aux	Real	0.0	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↳	OutAnalog	Int	0	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

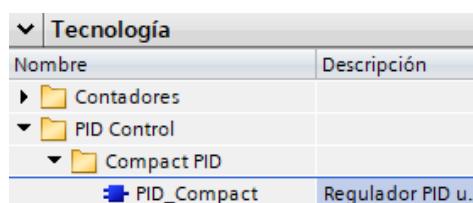
4.5.- Dentro del bloque Señal\_del\_Sensor agregamos las siguientes variables.

Señal_del_Sensor						
	Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d...	Visible en ..
↳	Input					
↳	IntAnalog	Int	0	No rem...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↳	nivelMaximo	Real	0.0	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↳	Output					
↳	nivel(mm)	Real	0.0	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↳	nivel(%)	Real	0.0	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

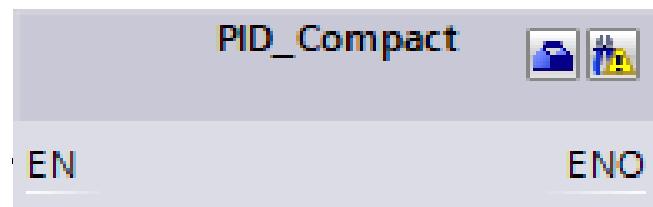
4.6.- Dentro del bloque Set\_point agregamos las siguientes variables:

Set_Point						
	Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d...	Visible en ..
↳	Input					
↳	IntAnalog	Int	0	No rem...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↳	nivelMaximo	Real	0.0	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↳	Output					
↳	nivel(mm)	Real	0.0	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↳	nivel(%)	Real	0.0	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

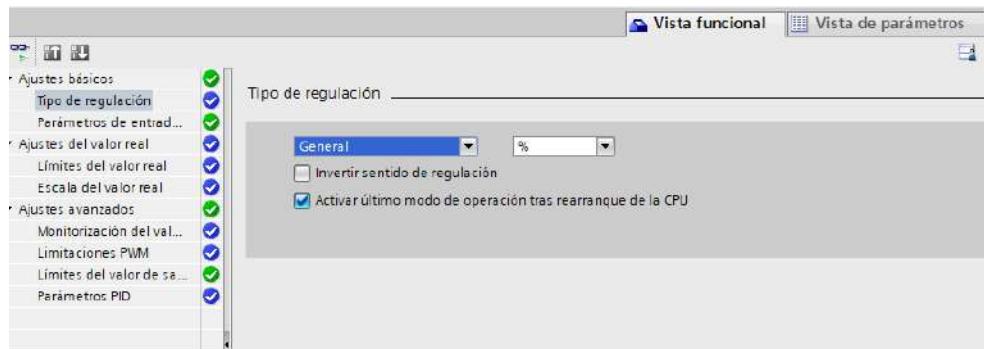
4.9.- Abrimos el bloque Cyclic Interrupt, en la parte izquierda de la ventana abrimos el menú instrucciones. Luego: Tecnología → PID Control → Compact PID , luego arrastramos el bloque PID\_Compact al Segmento 1.



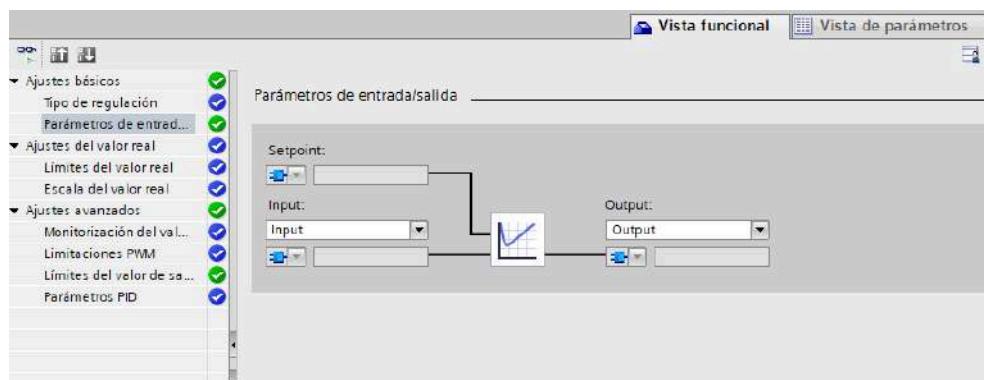
4.10.- En el bloque agregado presionamos sobre la primera opción de la esquina superior izquierda.



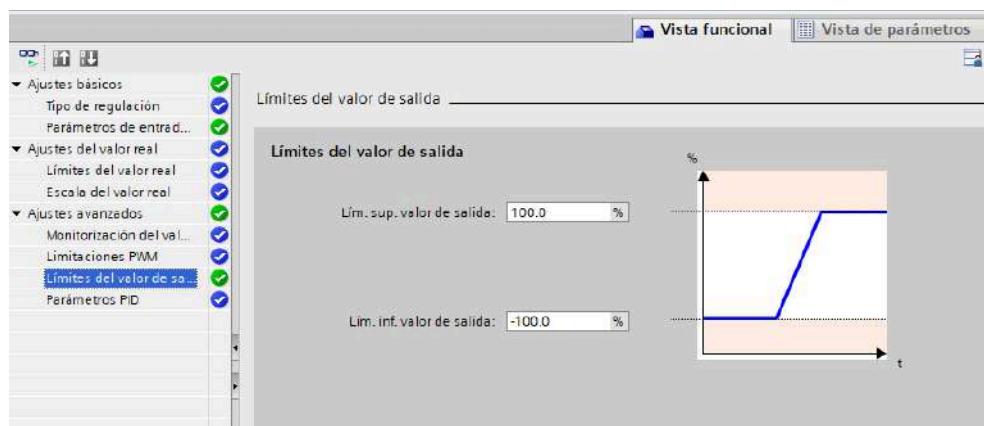
4.11.- Ahora se nos abre la ventana Vista Funcional, dentro de ella vamos a configurar el PID\_Compact. En tipo de regulación escogemos General.



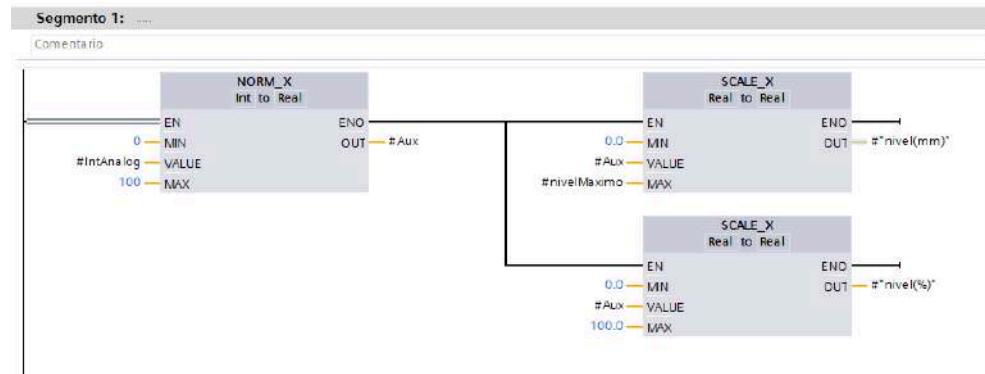
4.12.- A continuación, en parámetros de entrada seleccionamos la entrada y la salida.



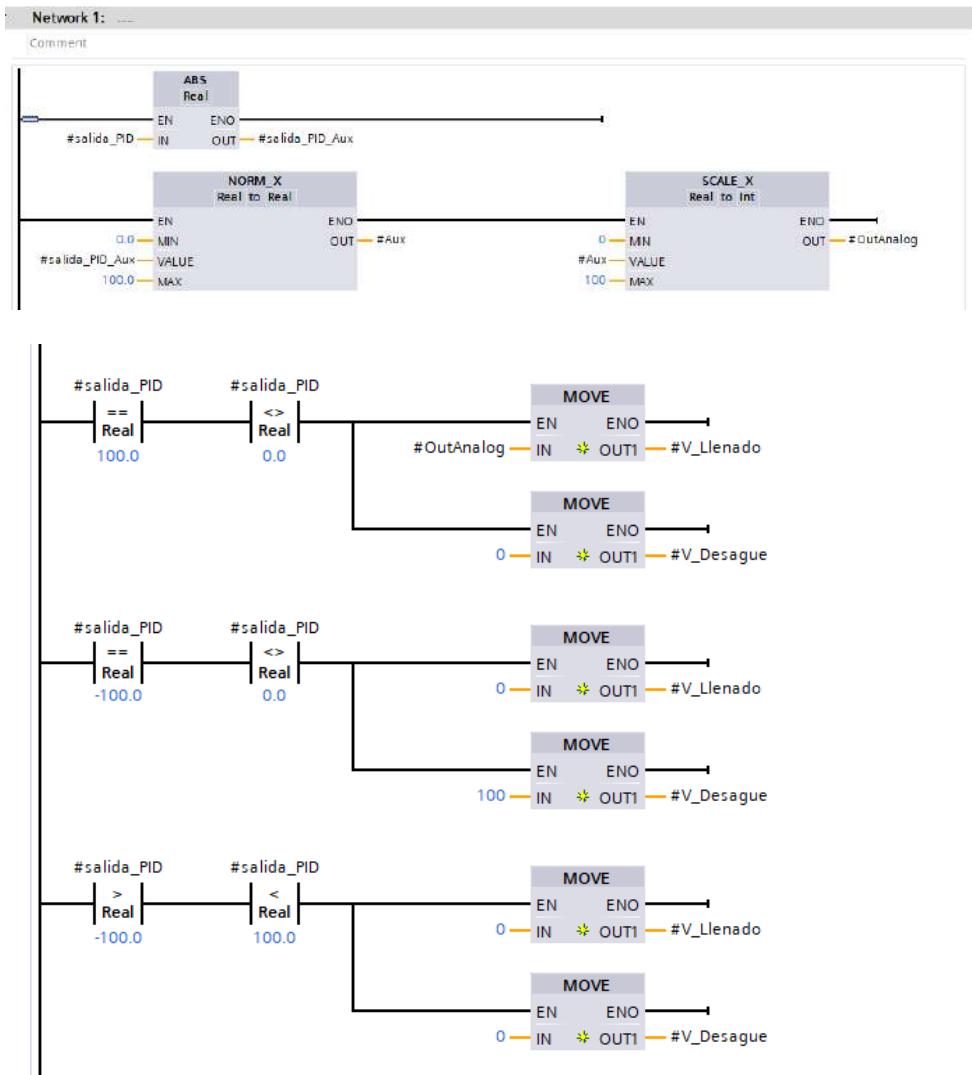
4.13.- Finalmente, en límites de salida



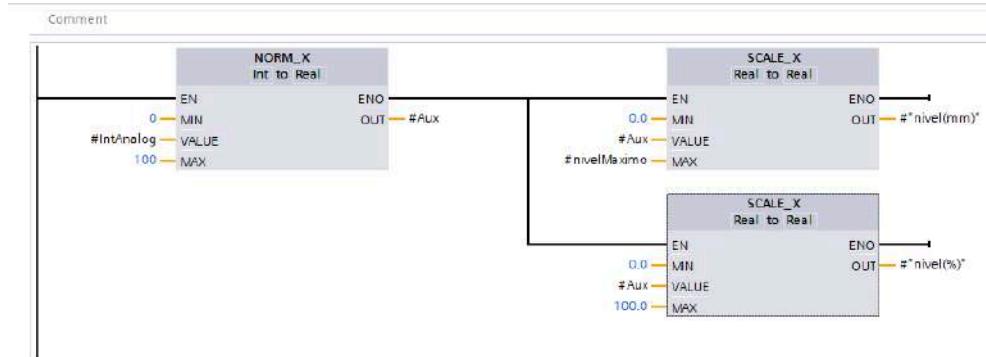
4.14.- En el bloque señal\_del\_Sensor realizamos la siguiente programación en el Segmento 1.



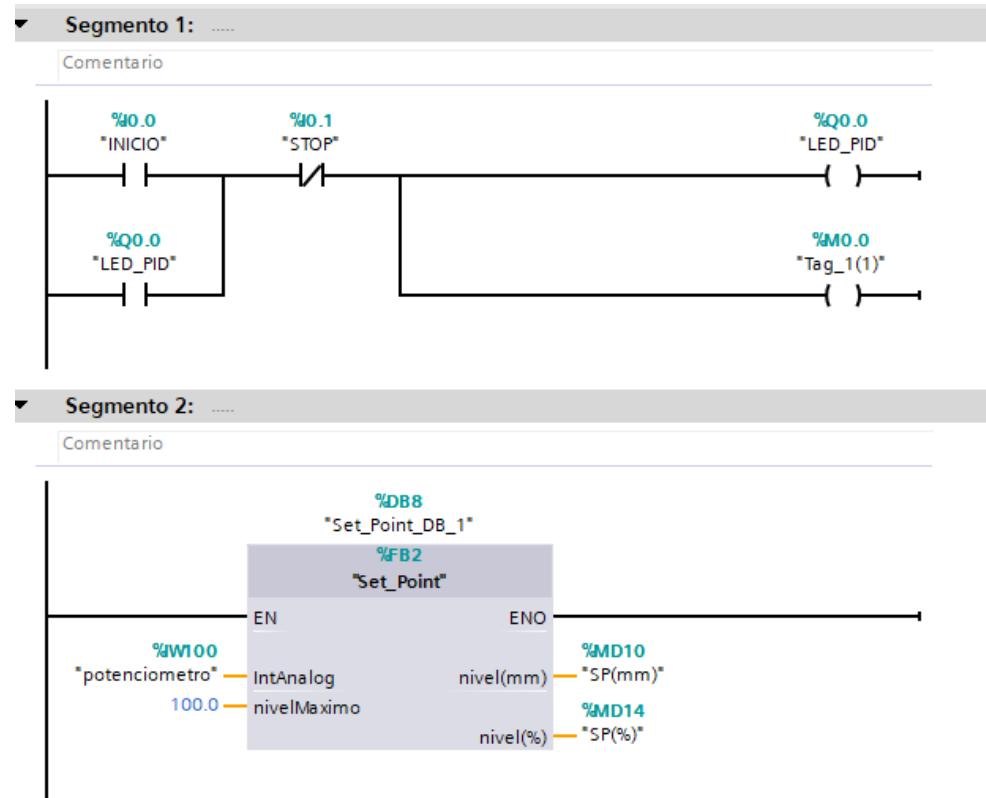
4.15.- En el bloque salida\_PID realizamos la siguiente programación:

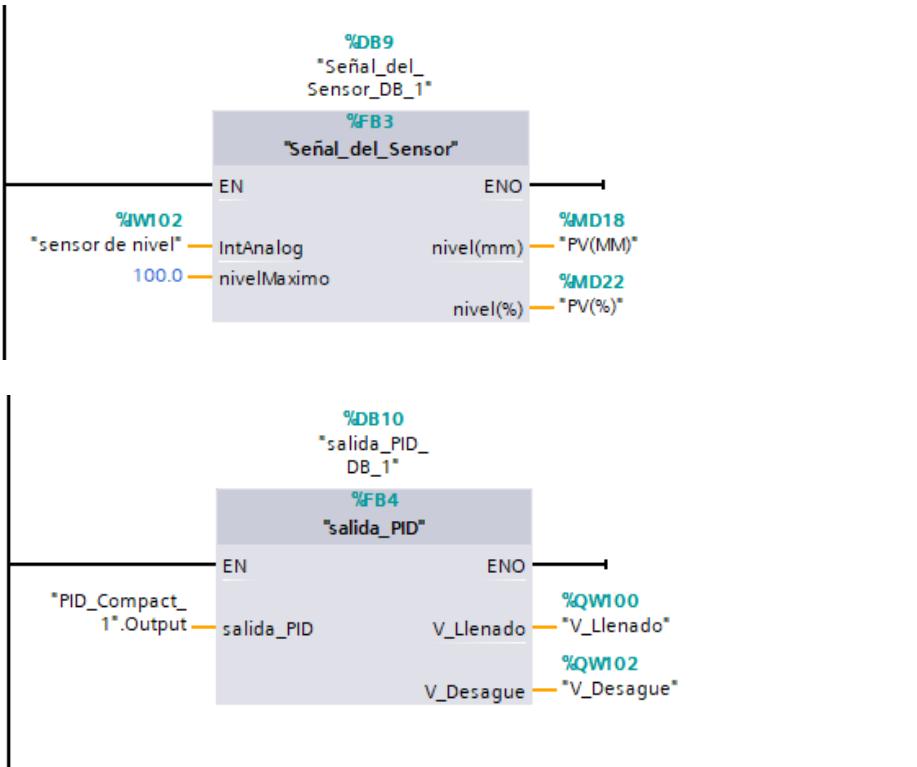


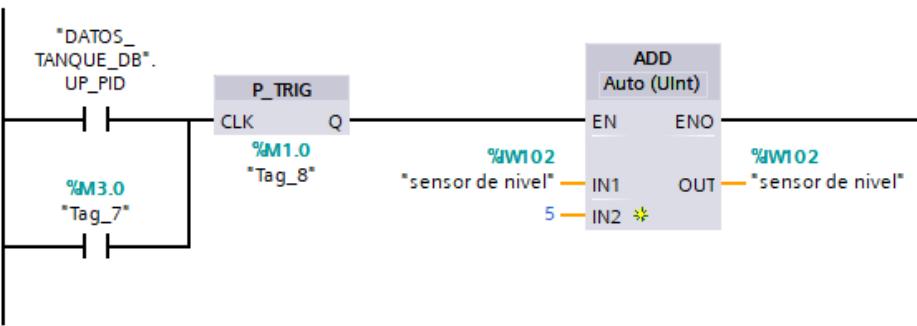
4.16.- En el bloque Set\_Point realizamos la siguiente programación:



4.17.- En el bloque Main realizamos la siguiente programación:

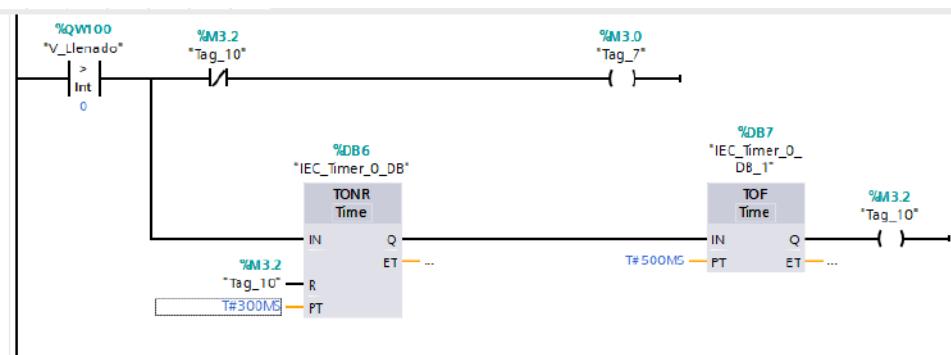
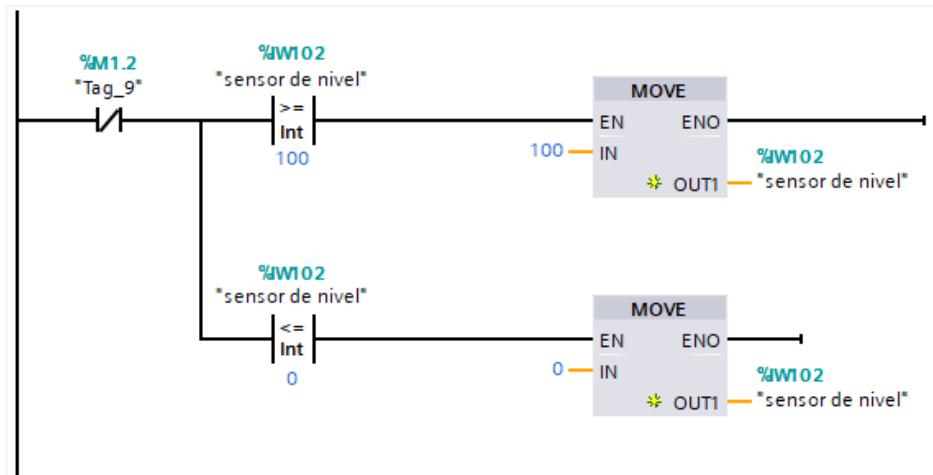
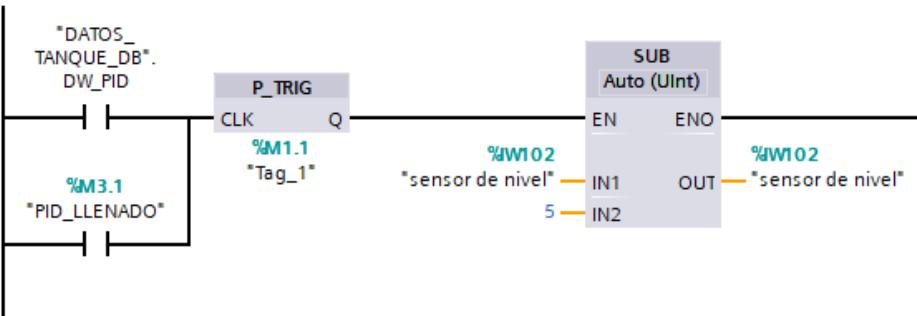


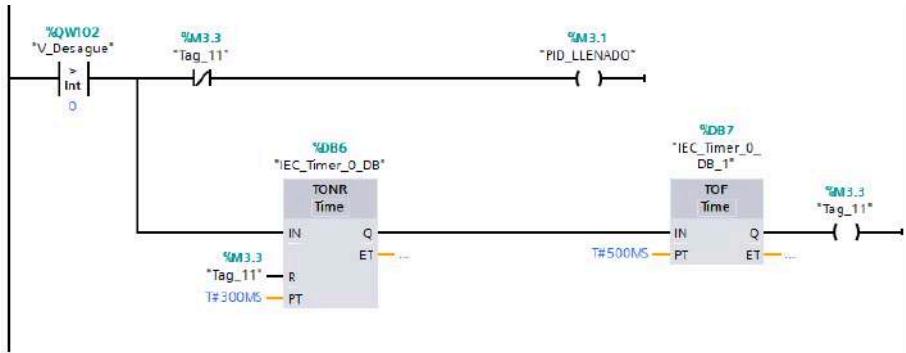




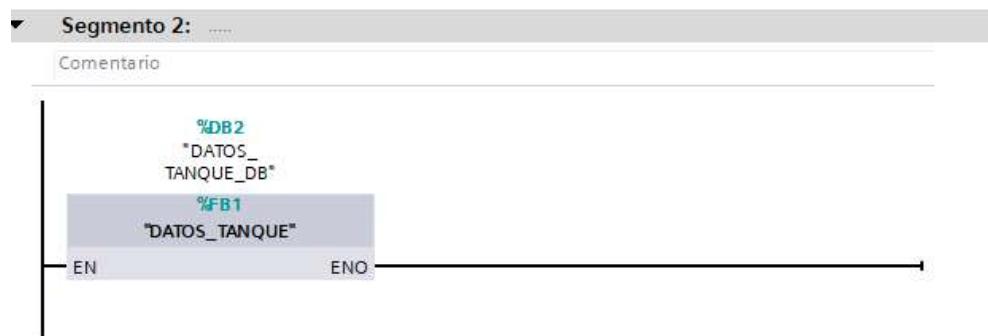
#### Segmento 4: ....

Comentario

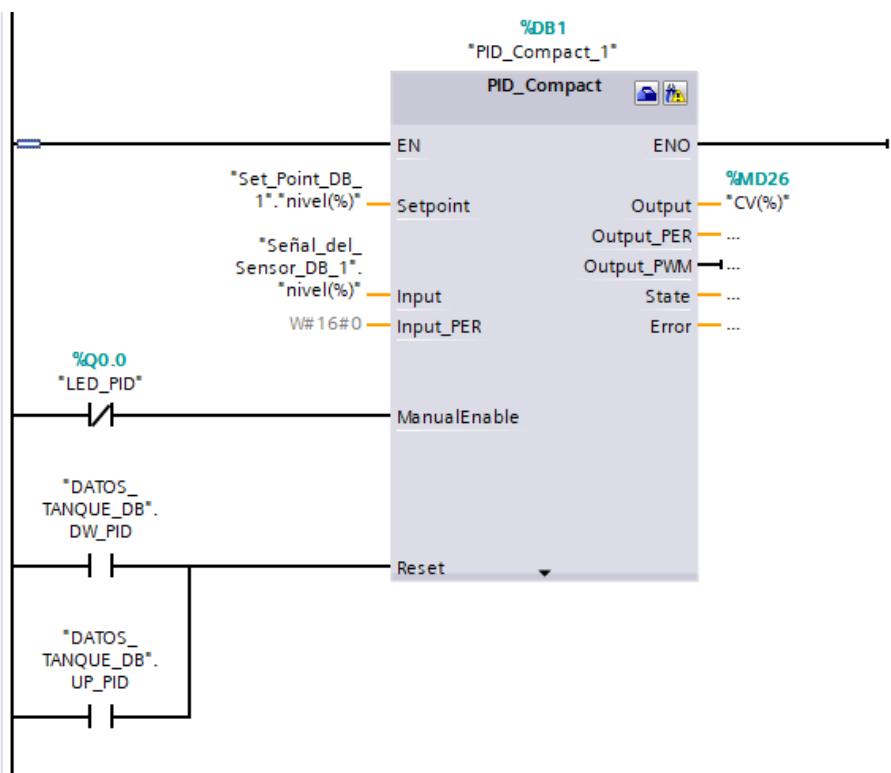




4.18.- De vuelta en el bloque Cyclic Interrupt, arrastramos el bloque DATOS\_TANQUE al Segmento 2.

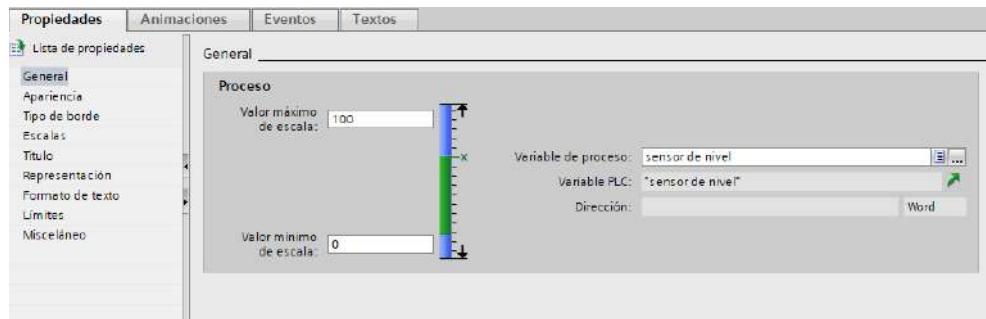


4.19.- Ahora realizamos la programación de este bloque como se muestra a continuación.

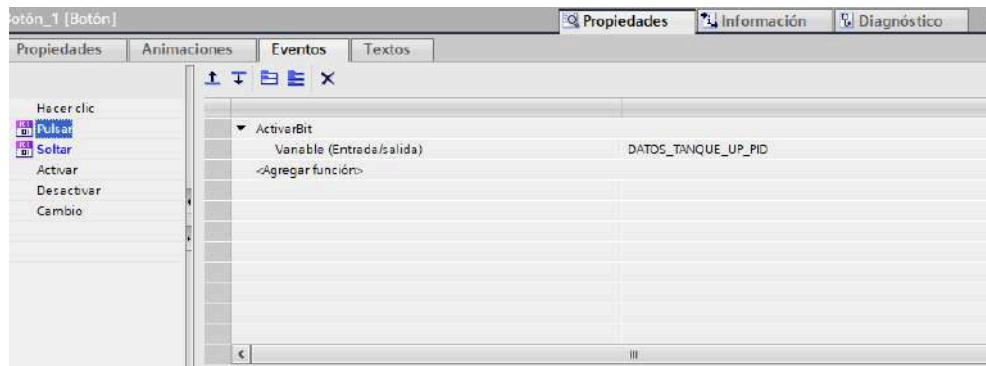


## 5.- Enlace de variables del PLC con HMI

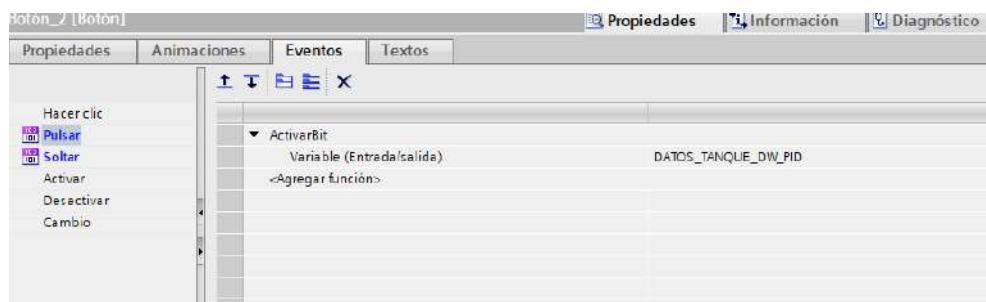
5.1.- Nos dirigimos al HMI → Imágenes → Imagen raíz y seleccionamos la barra que habíamos colocado para representar el tanque de agua y en Variable de proceso seleccionamos “sensor de nivel”.



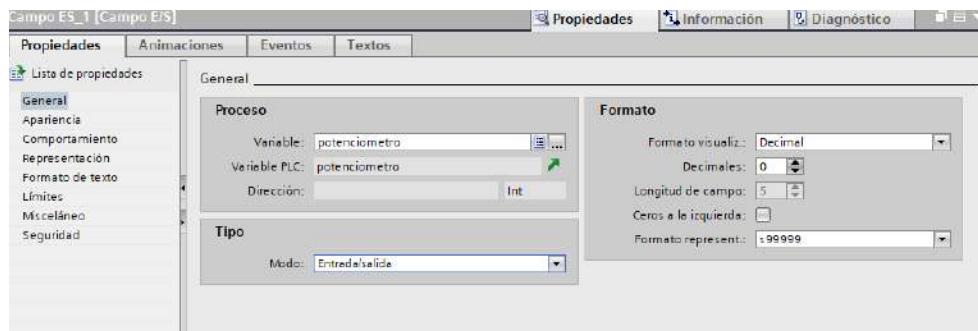
5.2.- Seleccionamos el botón “-” y en la pestaña Eventos seleccionamos Pulsar y damos click en agregar función: “Activar Bit”. La Variable (Entrada/Salida) será DATOS\_TANQUE\_UP\_PID. Realizamos lo mismo para la opción soltar, pero utilizando la función “Desactivar Bit”.



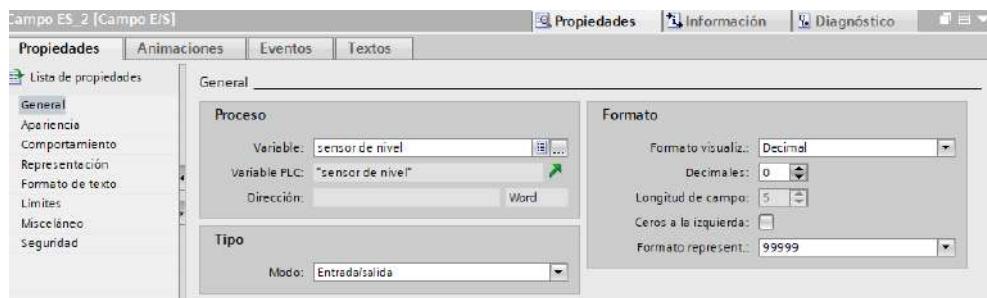
5.3.- Seleccionamos botón “+” y en la pestaña Eventos escogemos la opción Pulsar. Añadimos la función Activar Bit La Variable (Entrada/Salida) será DATOS\_TANQUE\_DW\_PID. Realizamos lo mismo para la opción soltar, pero utilizando la función “Desactivar Bit”.



5.4.- Seleccionamos el primer Campo E/S. Propiedades → Propiedades → General. La Variable para este campo será “potenciómetro”. Este campo nos permitirá ingresar el valor del SetPoint desde la HMI.



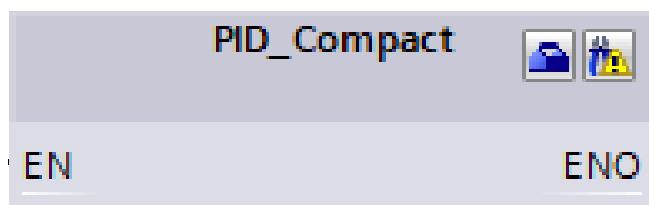
5.5.- Repetimos lo mismo para el segundo Campo E/S pero la variable será sensor de nivel



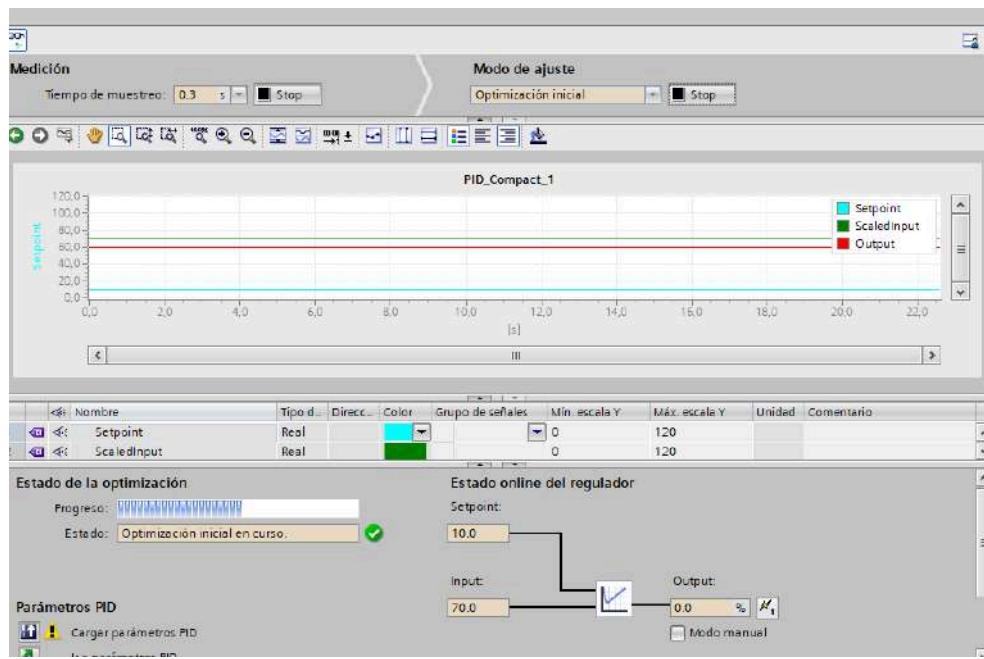
## 6.- Puesta en marcha.

6.1.- Cargamos la programación del PLC 1 a nuestro PLC y la programación del HMI al HMI.

6.2.- Para iniciar el funcionamiento del PID, nos dirigimos al bloque Cyclic Interrupt y damos click sobre la segunda opción en la parte superior izquierda del bloque PID\_Compact.



6.3.- En la sección Medición presionamos el botón Start. Ahora desde la HMI ingresamos un Set Point. En Modo de Ajuste seleccionamos “Optimización Inicial” y presionamos Start.



## Referencias:

- [1]“Regulación PID.” [Online]. Available:  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/036/108210036/att\\_916495/v1/s71500\\_pid\\_control\\_function\\_manual\\_esES\\_es-ES.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/036/108210036/att_916495/v1/s71500_pid_control_function_manual_esES_es-ES.pdf)

## Práctica 3

**Título:** Comunicación Modbus-RTU entre dos PLC's Simatic S7-1200 con modelo maestro esclavo

**Objetivo de la práctica:** Realizar el encendido de motores mediante el Software TIA-PORTAL, utilizando la comunicación de red MODBUS-RTU

### Materiales:

Software TIA-PORTAL

Modulos de comunicación CM 1241 (RS422/485)

PLC's Simatic S7-1200

### Marco Teórico:

#### Modbus

El protocolo ModBus fue desarrollado por Modicon en 1973 y es un protocolo de comunicación básico utilizado principalmente en el campo industrial. Es un protocolo general, abierto y fácil de usar [1]. Los nuevos productos industriales, como PLC, PAC,

dispositivos e instrumentos de E/S, pueden tener interfaces Ethernet, seriales o incluso inalámbricas, pero ModBus sigue siendo el protocolo elegido. La principal ventaja del protocolo ModBus es que puede ejecutarse en todo tipo de medios de comunicación, incluidos par trenzado, inalámbrico, fibra óptica, Ethernet, etc [1].

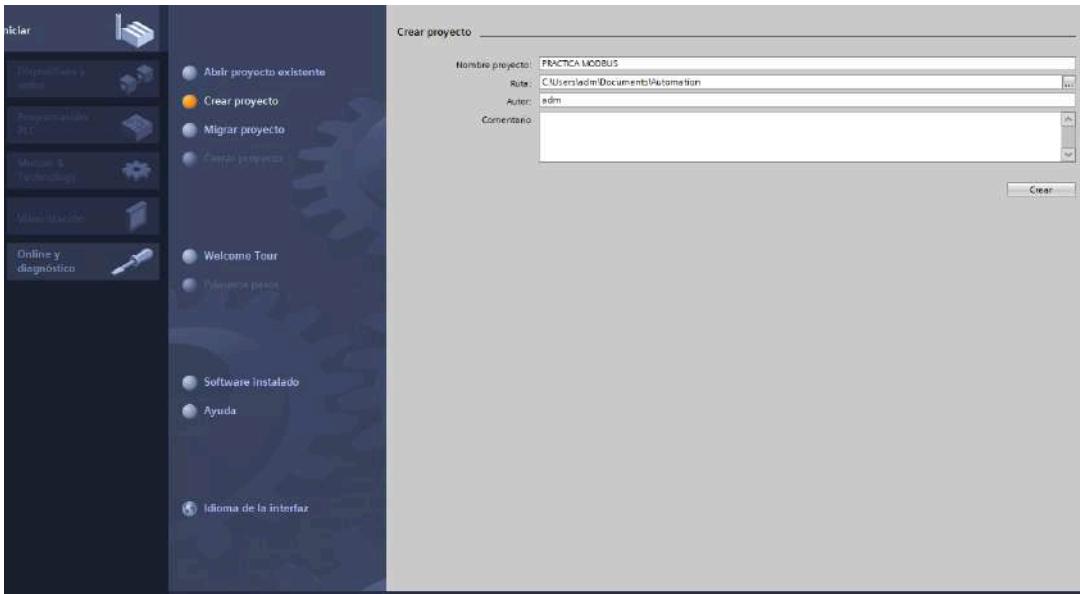
ModBus RTU es un protocolo de comunicación serie punto a punto abierto. Se utiliza para desarrollar la comunicación cliente-servidor entre dispositivos inteligentes. En modbus RTU se puede utilizar como capa física, según la especificación de la capa física. RS 485 es una topología semidúplex en la que los procesos de transmisión y recepción se suceden uno tras otro. RS 232, RS 422 y RS 485 también se pueden distinguir en términos de tasa de baudios y tasa de transferencia de datos [2]. En modbus RTU, la capa física es responsable de la dirección del esclavo, el bit de inicio y el bit de parada en los datos, el código CRC, el tiempo de espera y la detección de errores de marco, y la capa de enlace de datos es responsable de la identificación de datos o el código de función de rechazo, los datos ocupados o el reensamblaje [2].

El código de función Modbus RTU es un número de coma flotante de 32 bits en formato entero. En modbus RTU, el dispositivo maestro envía una consulta al dispositivo esclavo y el dispositivo esclavo responde a la consulta del dispositivo maestro de acuerdo con el código especificado.

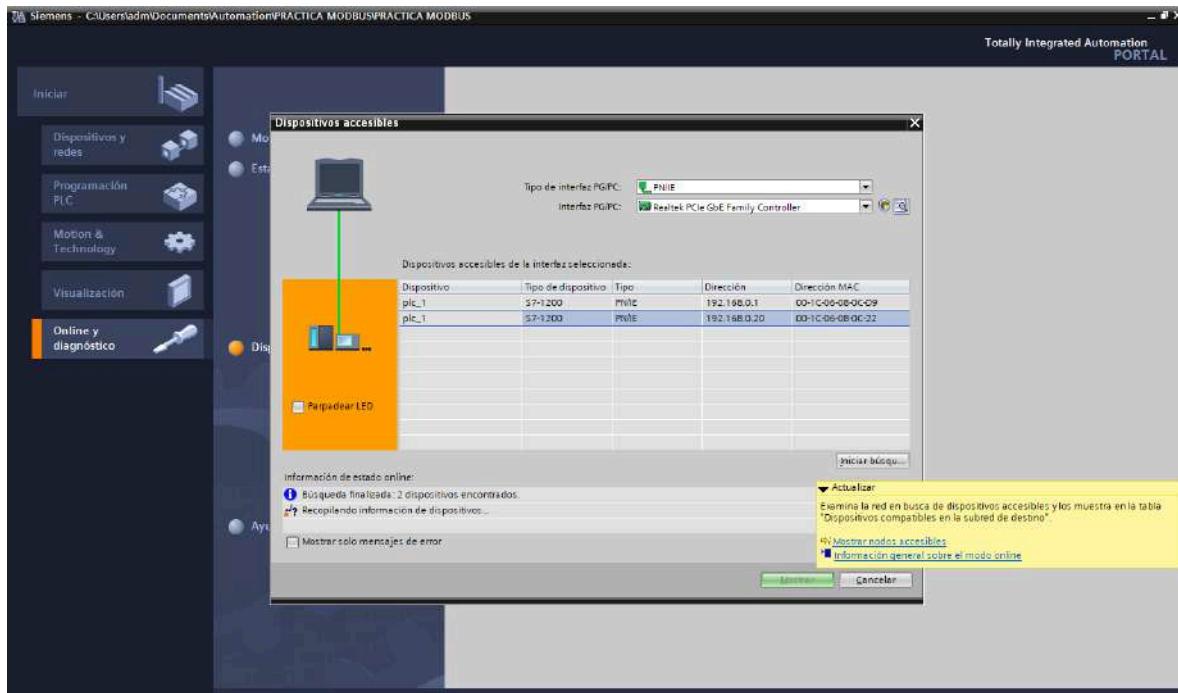
### **Procedimiento:**

#### ***1.-Creación del proyecto***

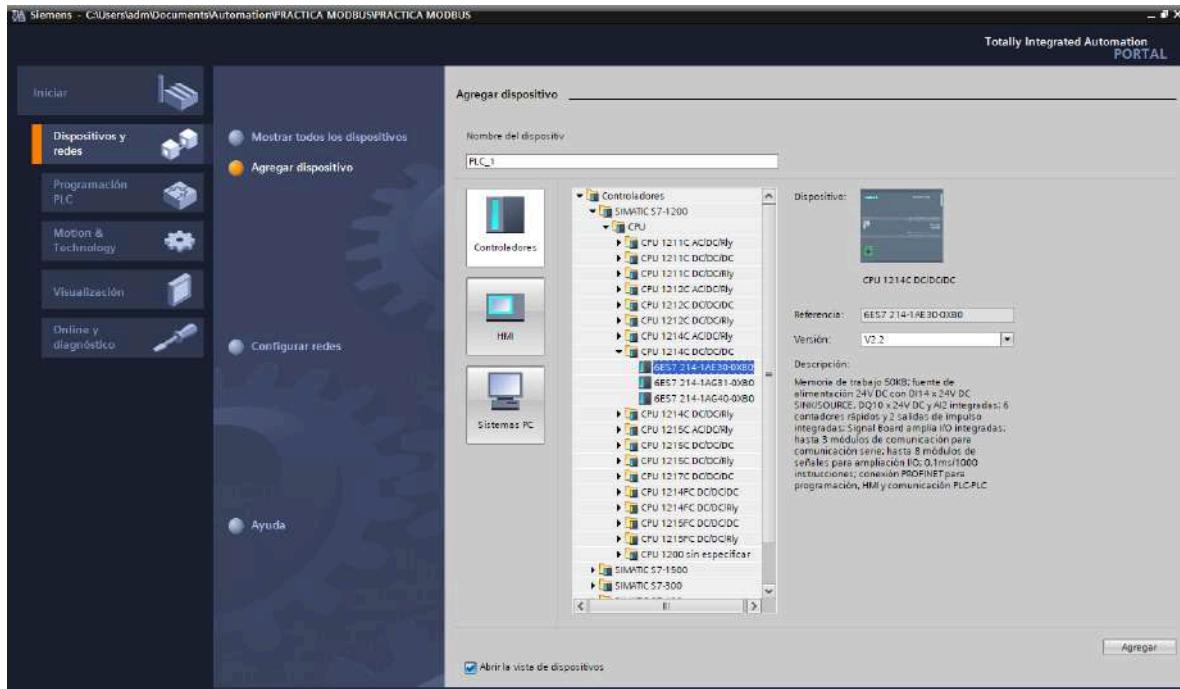
1.1.- Abrimos el software TIA PORTAL V13, en el menú iniciar, seleccionamos la opción proyecto. Le asignamos un nombre al proyecto, especificamos la ruta donde queremos que se guarde y clickeamos “crear”.



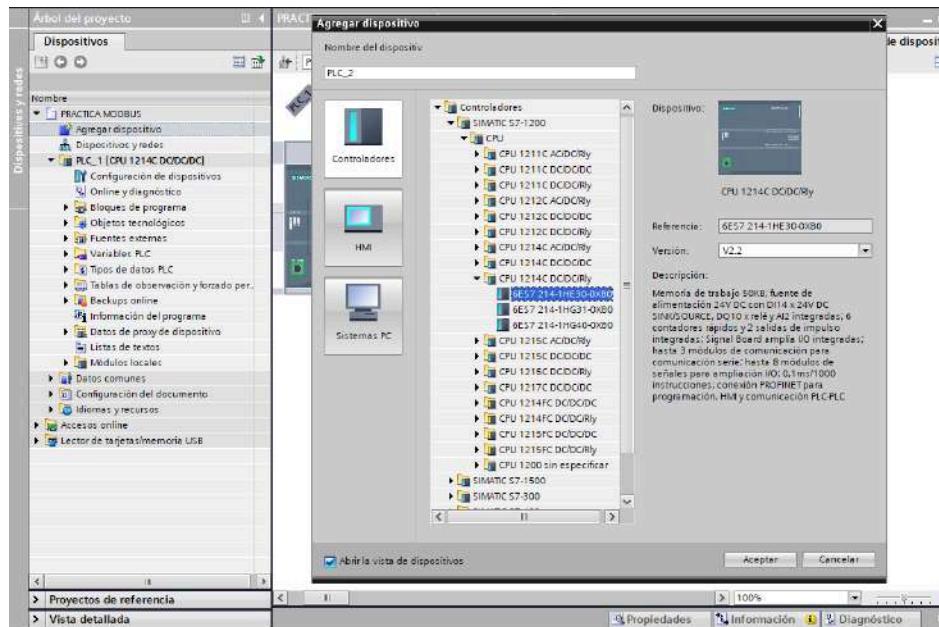
1.1.- Una vez creado el proyecto, se desplegará una serie de opciones, en donde seleccionaremos “*Online y diagnóstico*”. Esto se realiza para comprobar los dispositivos que están conectados al PLC.



1.2.- Nos dirigimos a la pestaña de “*Dispositivos y redes*”, y añadiremos el PLC a utilizar, tal como se muestra en la figura.

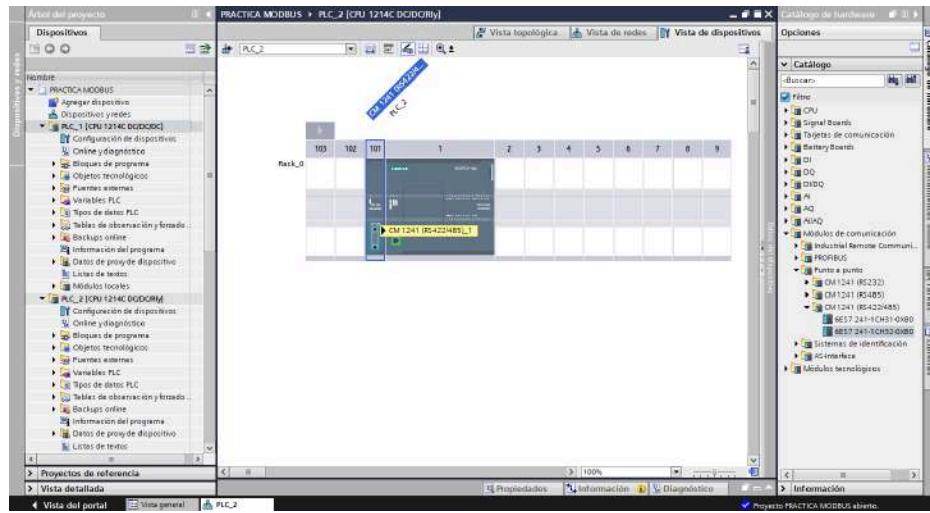


1.3.- Luego de añadir el “*PLC\_I*”, nos ubicamos en el árbol de proyecto, seleccionaremos la opción “*Agregar dispositivo*”, y añadiremos otro PLC.

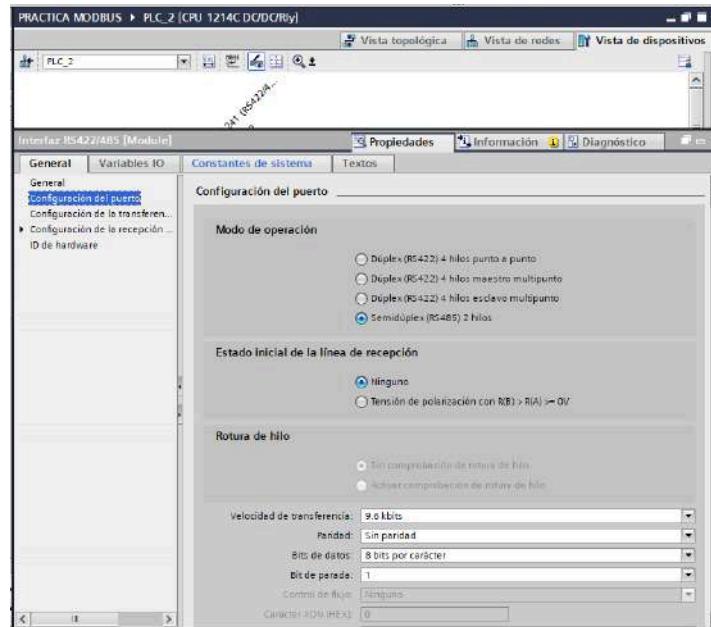


2.- Se procederá a añadir los módulos de Modbus, para esto, en el árbol de proyecto seleccionaremos a nuestro PLC\_2, que actuará como maestro, seleccionamos la opción de “*configuración de dispositivos*”, donde nos aparecerá nuestro PLC. En la parte derecha se nos abrirá el apartado “*Catálogo de hardware*”, abriremos la sección de catálogo, seleccionaremos la opción “*Módulos de comunicación*”, dentro de la misma,

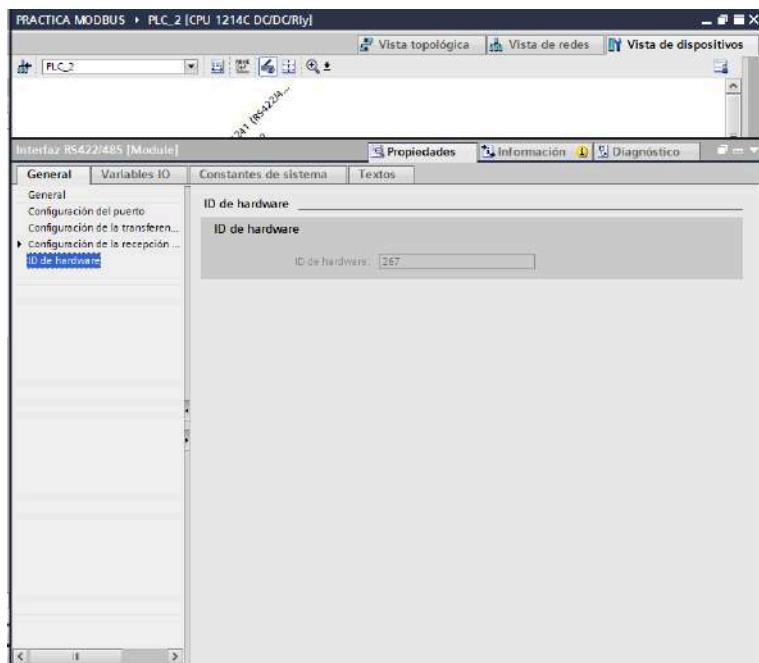
seleccionaremos “*Punto a punto*”, y finalmente, haremos click en la opción “*CM 1241(RS422/485)*”, y arrastramos el último modelo hacia el costado izquierdo del PLC.



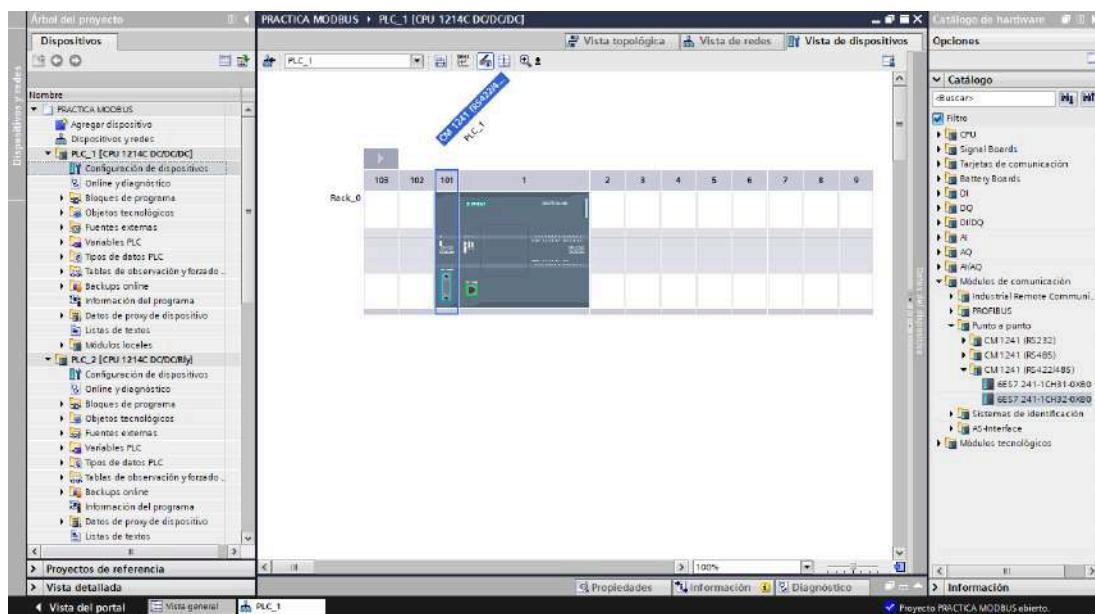
2.1.- A continuación, se da doble click sobre el módulo arrastrado, esto lo hacemos para poder realizar su configuración. Se desplegará una pestaña similar a la de la figura .... En la pestaña general, nos ubicamos en la opción “*Interfaz RS422/485*”, y nos aseguramos que el modo de operación sea semiduplex 2 hilos.



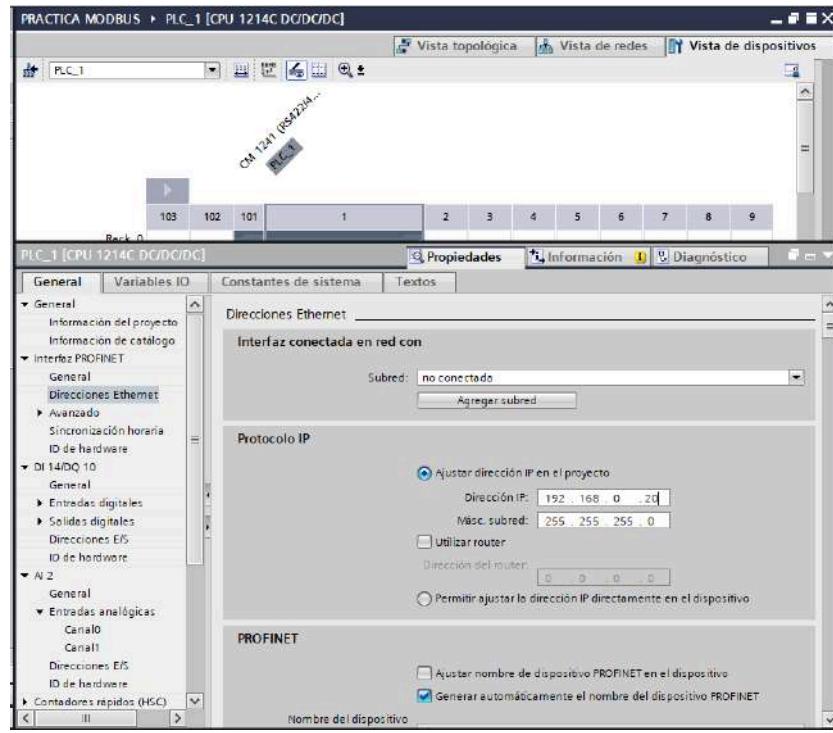
2.2.- Identificamos el ID del hardware en la que el puerto estara trabajando, para esto, seleccionamos la opción “*ID de hardware*”, esta opción no puede ser modificada, teniendo como resultado la siguiente figura:



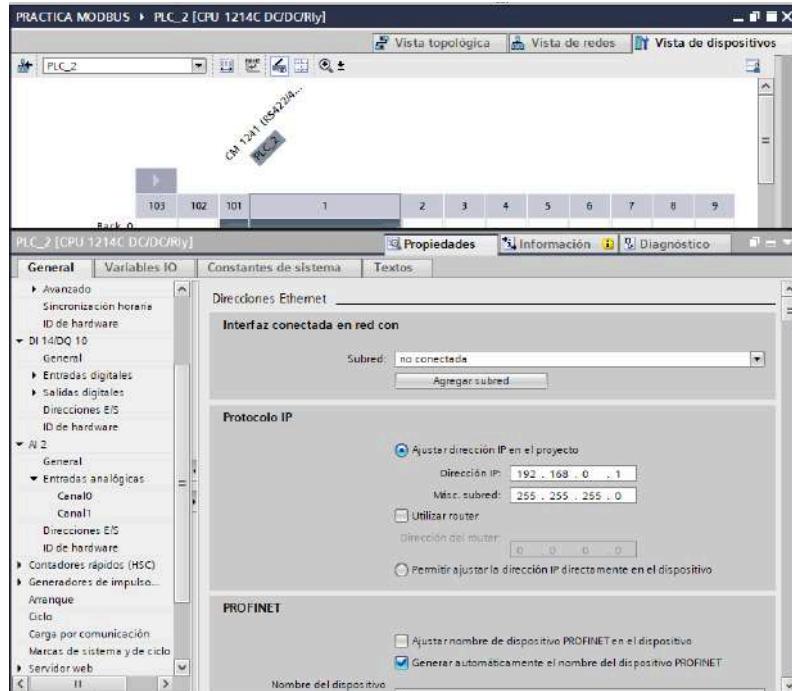
2.3.- Realizamos el mismo proceso dentro del PLC\_1, iniciando con la colocación del módulo de comunicación en la parte izquierda de nuestro PLC. Luego, hacemos doble click en la pestaña general, nos ubicamos en la opción “*Interfaz RS422/485*”, y nos aseguramos que el modo de operación sea semiduplex 2 hilos. Para finalmente seleccionar la opción “*ID de hardware*”, y verificando el puerto utilizado.



2.4.- El siguiente paso, es la configuración de las IP de los PLC's, para esto, daremos doble click sobre el PLC\_1, se nos desplegará la pestaña de propiedades y buscaremos la opción “*Interfaz PROFINET*”, seleccionamos la opción “*Direcciones Ethernet*” y procedemos a modificar las IP's

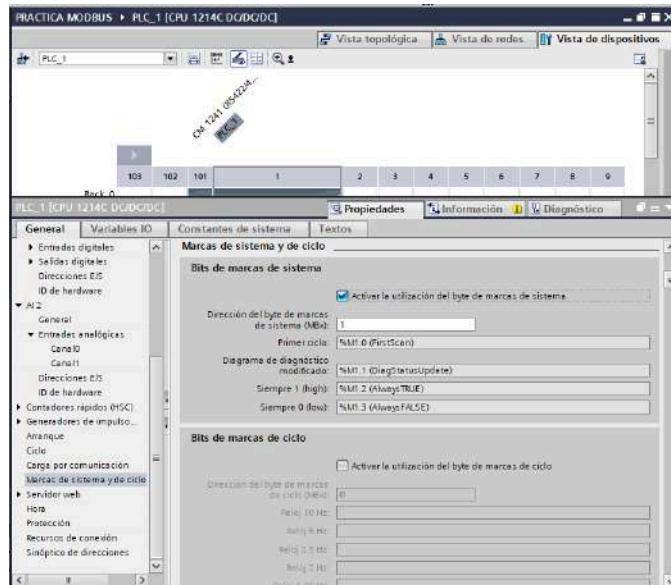


2.5.- El mismo proceso debemos realizar para el PLC\_2

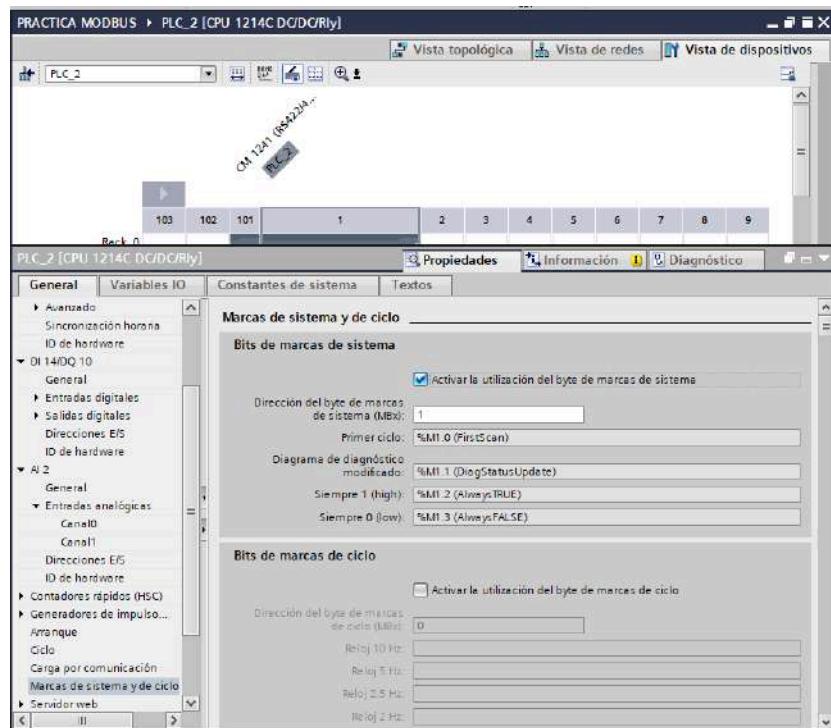


2.6.- Nos ubicamos en el PLC\_1, el mismo que va a ser el maestro dentro de nuestro trabajo, damos click en el PLC, y se nos despliega la ventana de propiedades, buscamos la

opción “*Marcas de sistema y de ciclo*”, activaremos la opción de “*Bits de marcas de sistema*”, como se muestra en la siguiente imagen.

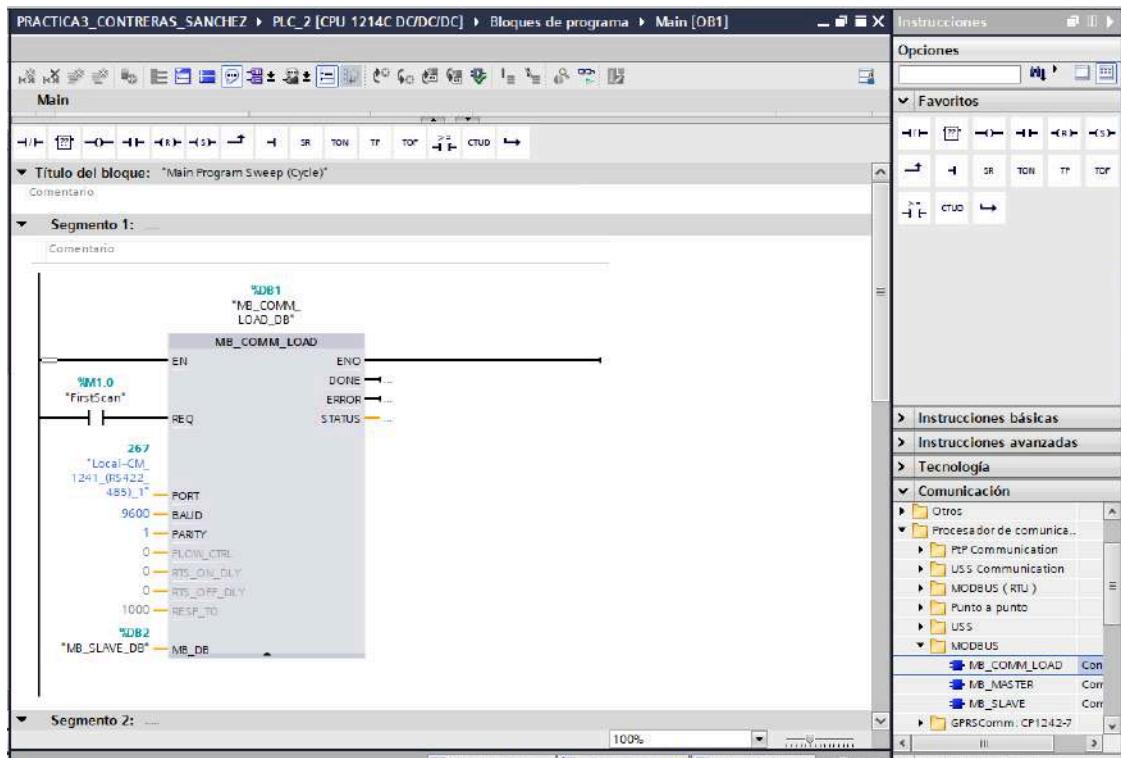


## 2.7.- Realizamos el mismo proceso para el PLC\_2

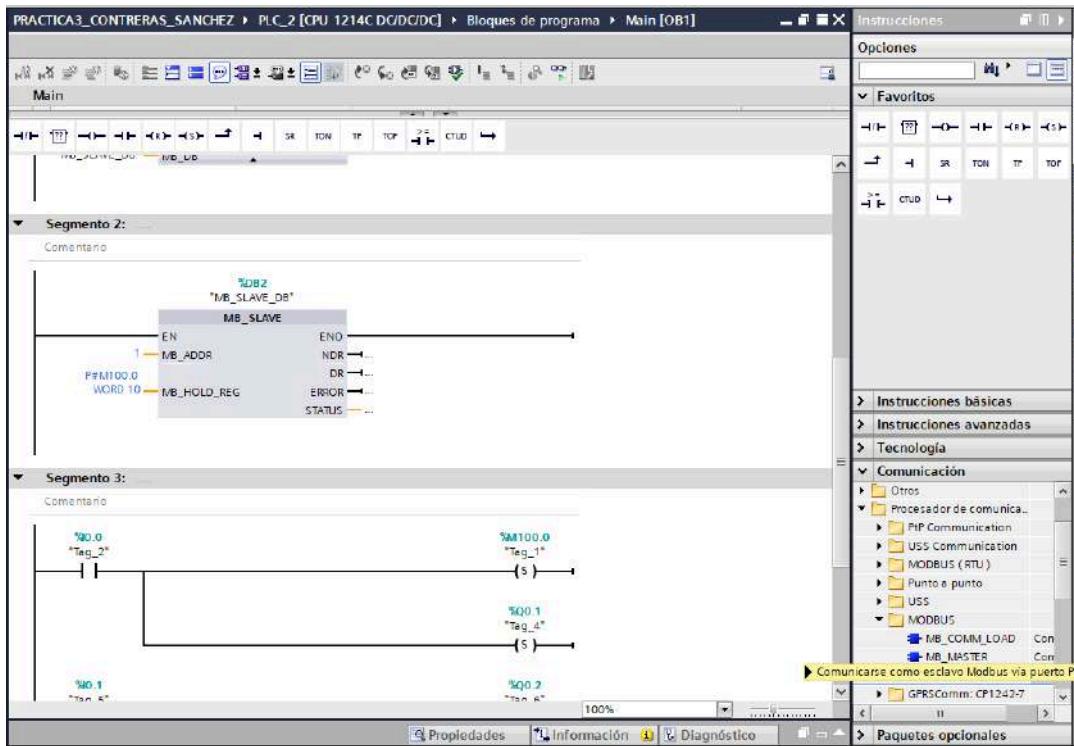


3.- Nos ubicamos en el PLC\_2, en el bloque “*Main OBI*”, en la parte izquierda del software TIA PORTAL, se desplegará la pestaña de instrucciones, nos ubicamos en la sección

“Comunicación”, escogeremos la opción “MODBUS” y agregamos en el primer segmento, el bloque “MB\_COMM\_LOAD”, y lo configuramos de la siguiente manera:

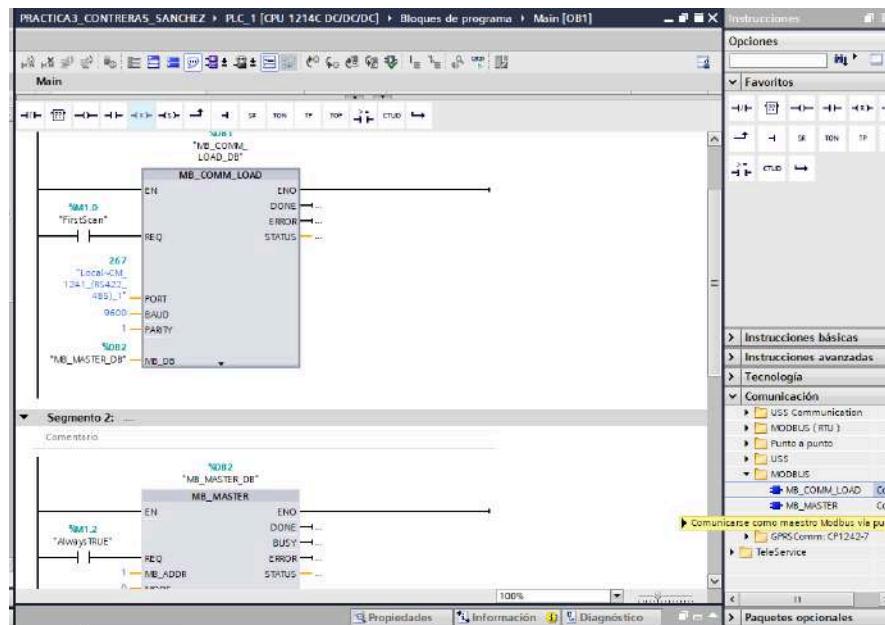


3.1.- En el segmento 2, crearemos el bloque “MB\_SLAVE”, y lo configuraremos como se muestra en la siguiente figura:

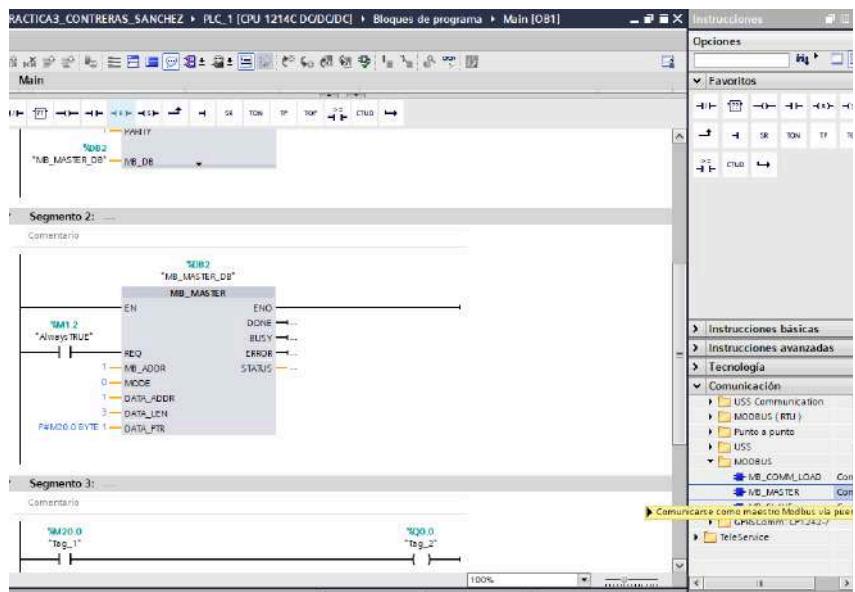


3.2.- Ahora comenzamos la configuración del PLC\_1, el mismo que actuará de maestro.

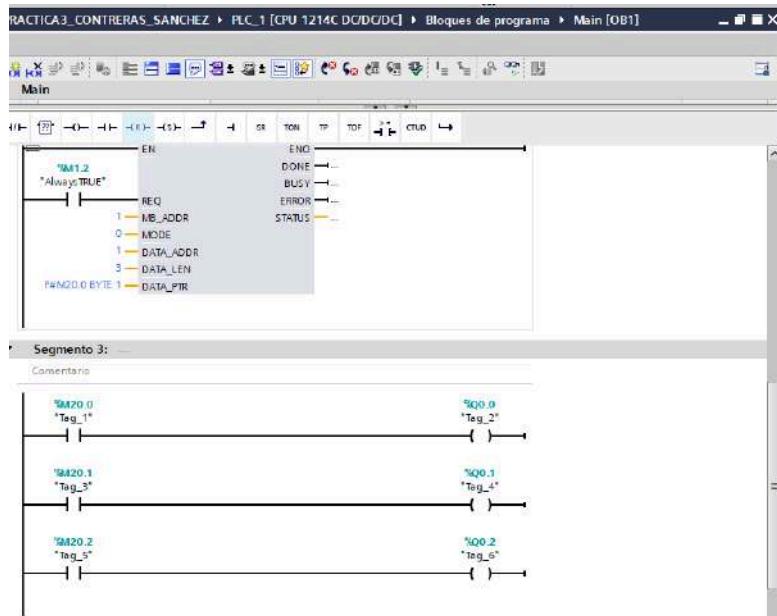
3.2.1.- En el bloque “Main OB1”, del PLC\_1, en el segmento 1, colocaremos nuevamente un bloque “MB\_COMM\_LOAD”.



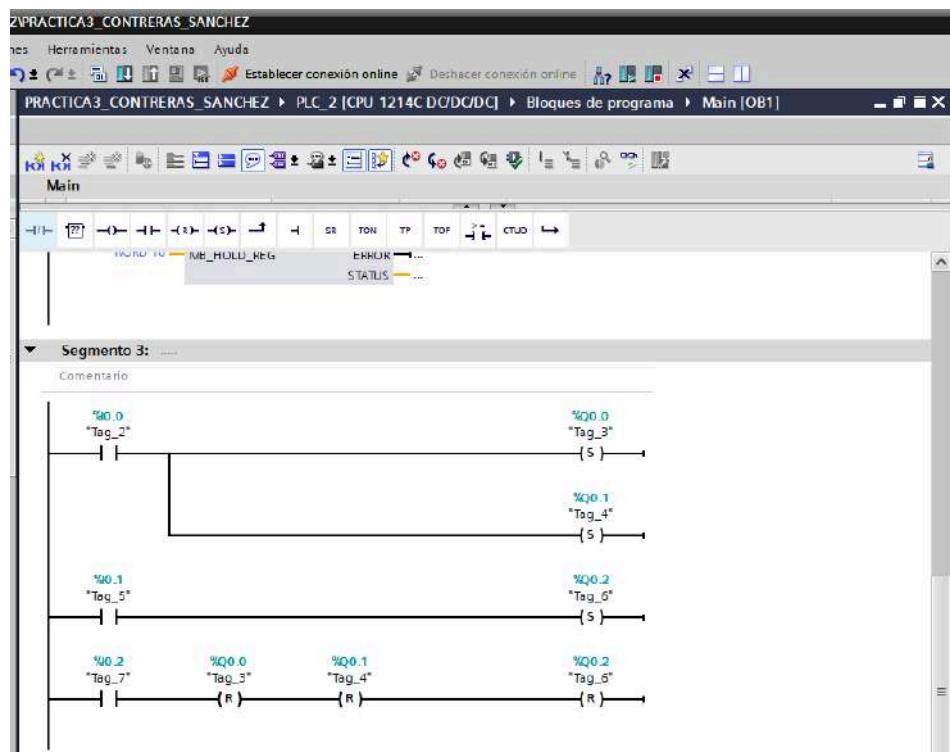
3.2.2.- En el segmento 2, ocuparemos el bloque “MB\_Master”, y lo configuraremos de la siguiente manera.



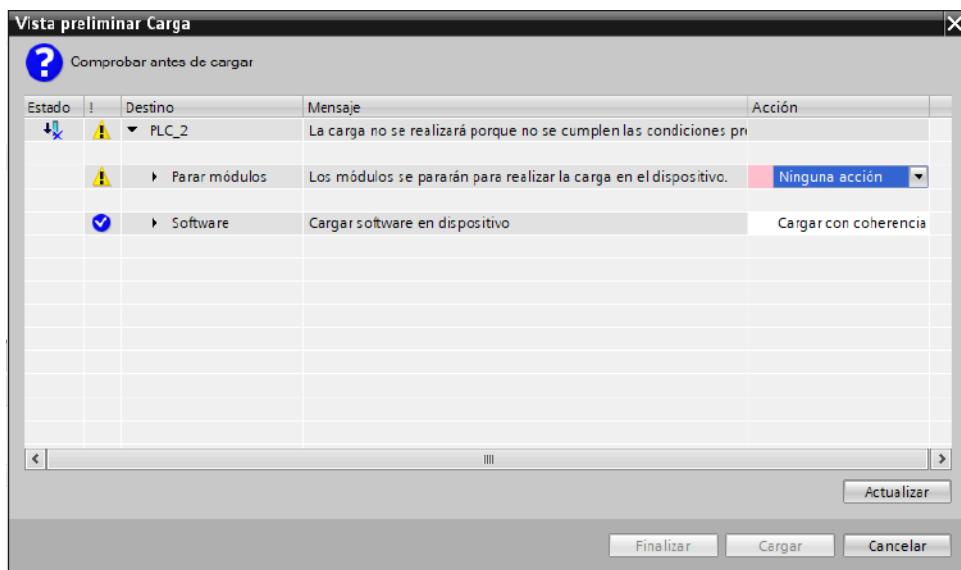
3.2.3.- En el tercer segmento realizaremos la codificación de las bobinas auxiliares que se activaran al accionar los pulsantes del PLC esclavo



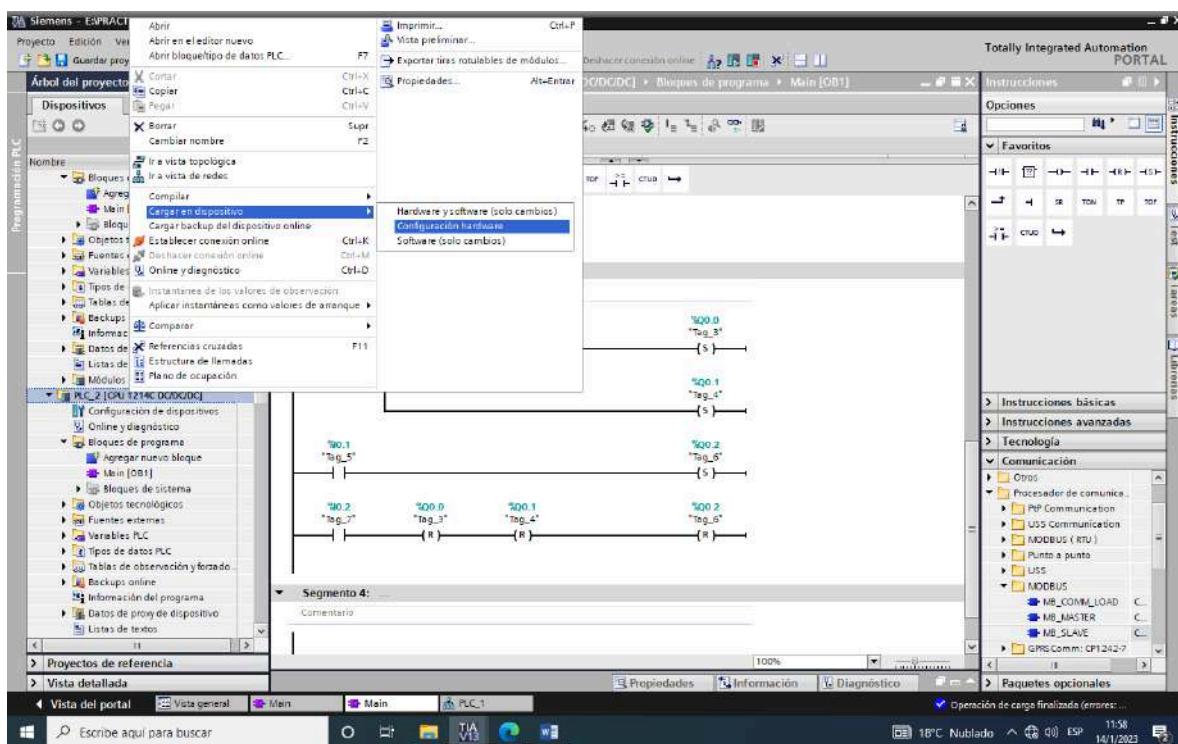
3.2.4.- Volvemos al PLC\_2, en el segmento 3, establecemos la comunicación binaria del plc esclavo, que accionará las bobinas.



4.- Cargamos los programas a los PLC's correspondientes, de esta manera se establecerá la comunicación Modbus



4.1.- Comprobamos el funcionamiento de nuestra comunicación entre los PLC's, mediante el software TIA PORTAL.



## REFERENCIAS

- [1] aula. (2020, mayo 5). *Modbus: Qué es y cómo funciona.* aula21 | Formación para la Industria; aula21. <https://www.cursosaula21.com/modbus-que-es-y-como-funciona/>
- [2] *Logicbus / Protocolo / Que es Modbus.* (s/f). Com.mx. Recuperado el 25 de enero de 2023, de <https://www.logicbus.com.mx/Modbus.php>

## Práctica 4

**Título:** Comunicación Profinet entre dos PLCs Simatic S7-1200 a través de instrucciones Open User Communication.

### Objetivo de la práctica:

Crear un proyecto en TIA PORTAL para la comunicación de dos PLCs Simatic S7-1200 mediante una red Profinet usando las instrucciones de Open User Communication.

### Objetivos específicos:

- Familiarizarse con los parámetros de la red Profinet.
- Configurar una red de comunicación Profinet en TIA PORTAL.
- Familiarizarse con las instrucciones Open User Communication para una comunicación Profinet.
- Enviar datos de diferentes áreas de memoria de un controlador a otro usando el protocolo TCP.

### Materiales:

- Dos PLCs Simatic S7-1200.
- Software TIA PORTAL.
- Un cable Ethernet TP, CAT5.
- Un motor Trifásico

### Marco Teórico:

PROFINET (Process Field Network) es un protocolo de comunicación Ethernet industrial basado en estándares abiertos TCP/IP e IT [1]. Se utiliza para intercambiar datos entre controladores y dispositivos. Los controladores pueden ser PLC, DCS o PAC. Los dispositivos pueden ser bloques de I/O, sistemas de visión, lectores RFID, accionadores, instrumentos de procesos, proxies e incluso otros controladores [2].

Gracias al uso de protocolos como DHCP, DNS, ARP y HTTP, los beneficios generales brindados por PROFINET son:

- Mayor potencia
- Mayor flexibilidad
- Más oportunidades de expansión

También, las empresas conectadas a través de PROFINET obtienen ventajas como:

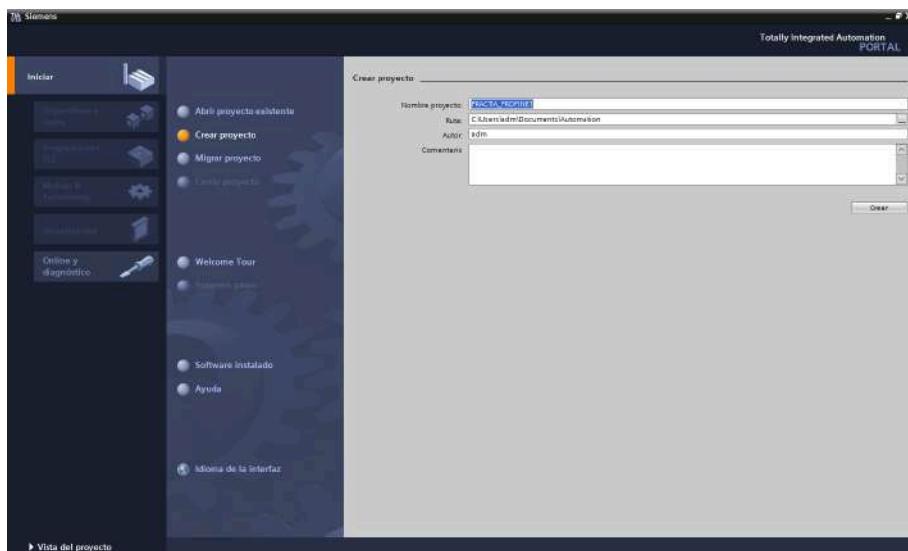
- Diagnósticos integrados

- Comunicaciones de seguridad positiva
- Disponibilidad óptima de sistema
- Las más rápidas velocidades de transferencia
- Rendimiento considerablemente mayor [3]

## Procedimiento:

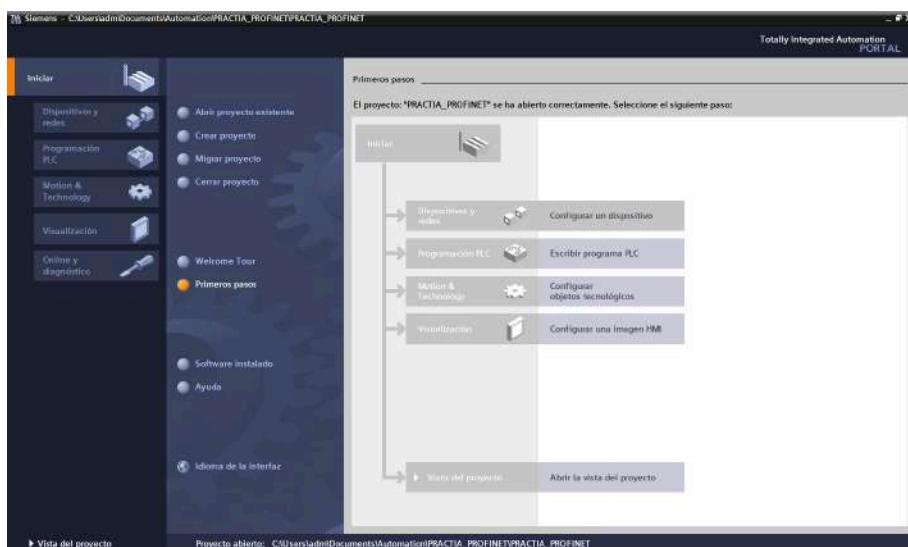
### 1.-Creación del proyecto

1.1.- Abrimos el software TIA PORTAL V13, en el menú iniciar, seleccionamos la opción proyecto. Le asignamos un nombre al proyecto, especificamos la ruta donde queremos que se guarde y clickeamos “crear”.

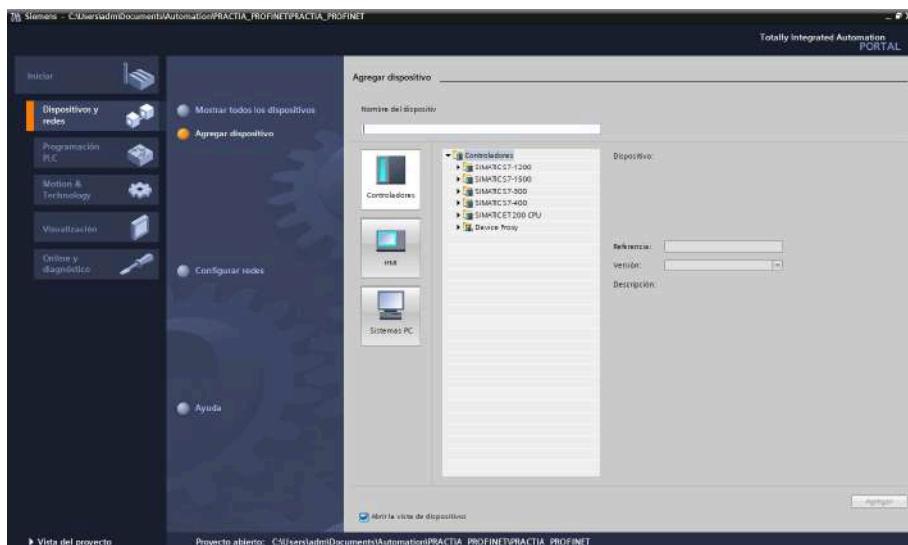


### 2.-Configuración del dispositivo

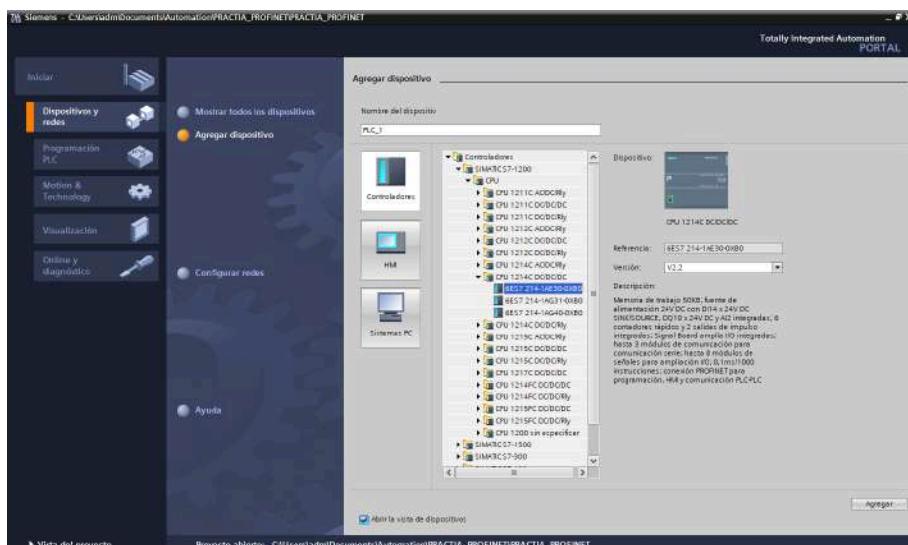
2.1- Ahora se nos despliega el menú “Primeros pasos” donde seleccionamos la opción configurar dispositivo.



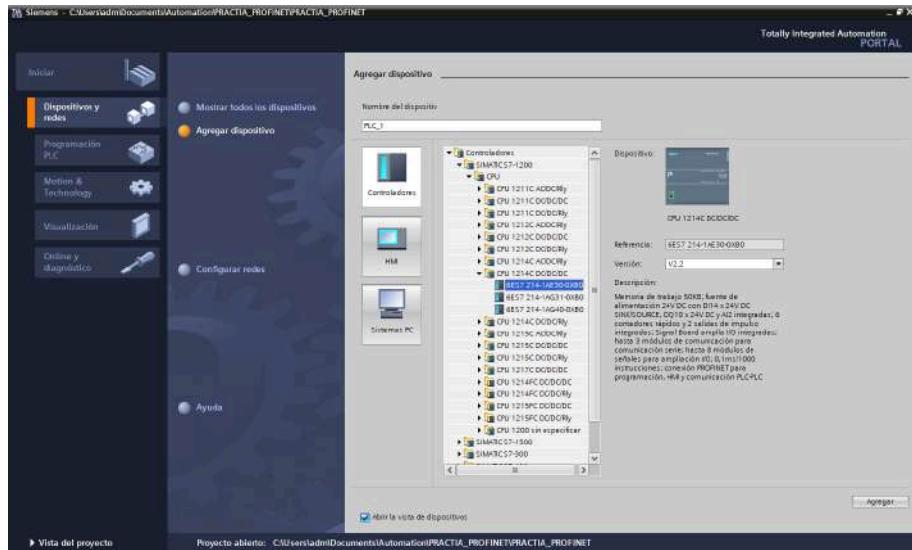
2.2-Le damos a la opción “Aregar dispositivo”.



2.3- Escogemos el modelo de nuestro PLC y damos click en “agregar”.

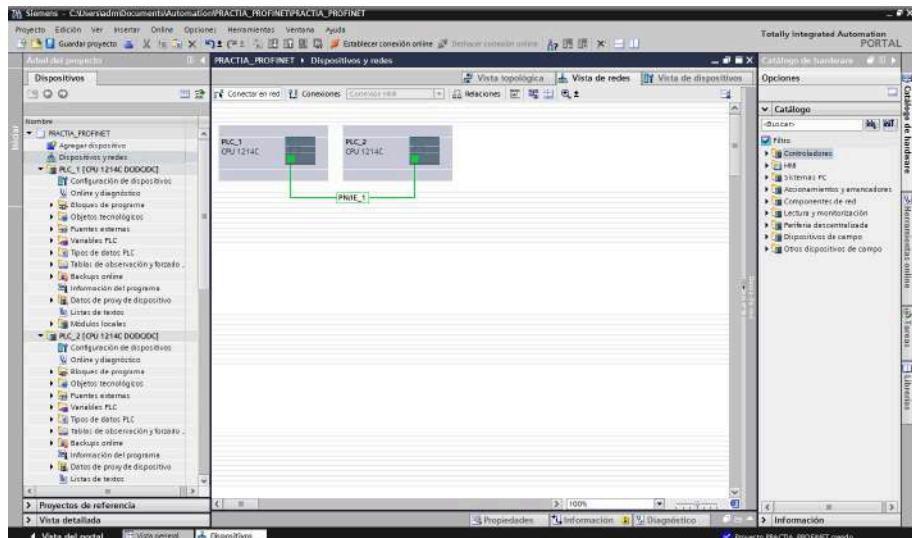


2.4.-Ahora, en el árbol de proyecto seleccionamos el agregar dispositivo y agregamos el segundo PLC.



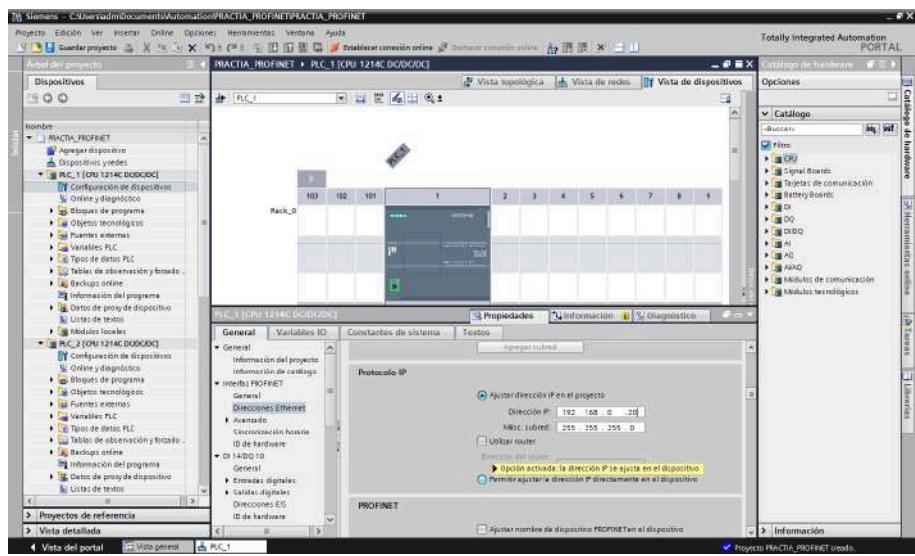
### 3.- Configuración de los dispositivos para establecer conexión PROFINET

3.1.-Dentro del Árbol del proyecto nos dirigimos a “Dispositivos y redes” . En la pantalla se observan los dos PLCs que hemos agregado anteriormente. Seleccionamos la opción “S7” en la opción “Conexiones”. Luego, damos click sobre la interfaz del PLC 1 y arrastramos hacia la interfaz del PLC 2.



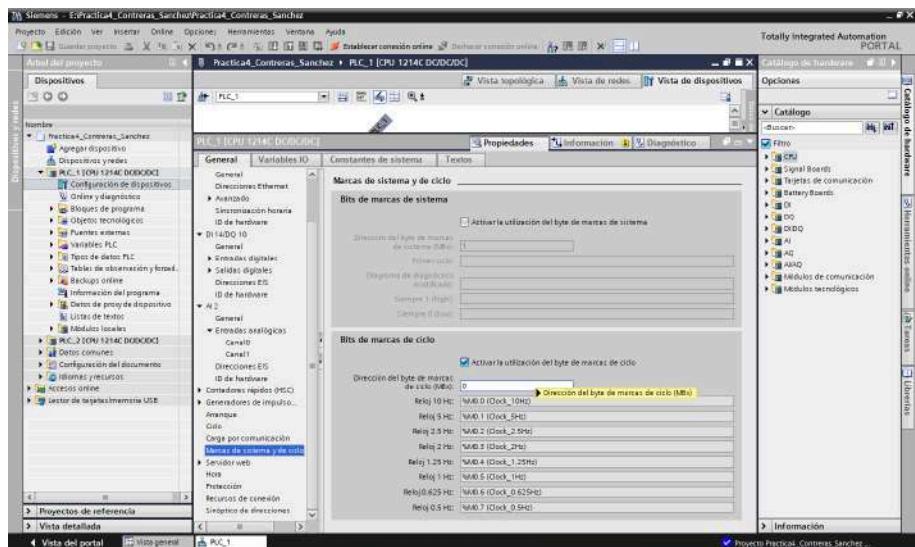
3.2.-Ahora nos dirigimos al PLC 1 y dentro de la configuración de dispositivos damos doble click sobre el PLC que se muestra en pantalla. Ahora, en el menú que se despliega en la parte inferior seleccionamos la pestaña “Propiedades” y luego la pestaña “General”. Dentro de esta pestaña, en el menú de la izquierda, desplegamos la opción “Direcciones Ethernet” y nos dirigimos a la sección “Protocolo IP”. Ahí configuraremos la IP y máscara de subred del PLC 1.

**Nota:** En caso de tener problemas con las IP de los PLCs consultar el Anexo 1.



3.3.- Repetimos el mismo procedimiento para el PLC 2 con la dirección IP correspondiente.

3.4.- Dentro del Árbol del proyecto se selecciona el PLC 1 y dentro de este la opción “Configuración de dispositivos”. Abrimos el PLC, en la ventana pestaña “Propiedades” seleccionamos la subpestana “General” y luego, en el apartado “Generadores de impulso”. la opción “Marcas de Sistema y de Ciclo”. Nos dirigimos a la sección “Bits de marcas de ciclo” y marcamos la casilla “Activar la utilización del byte de marcas de ciclo”

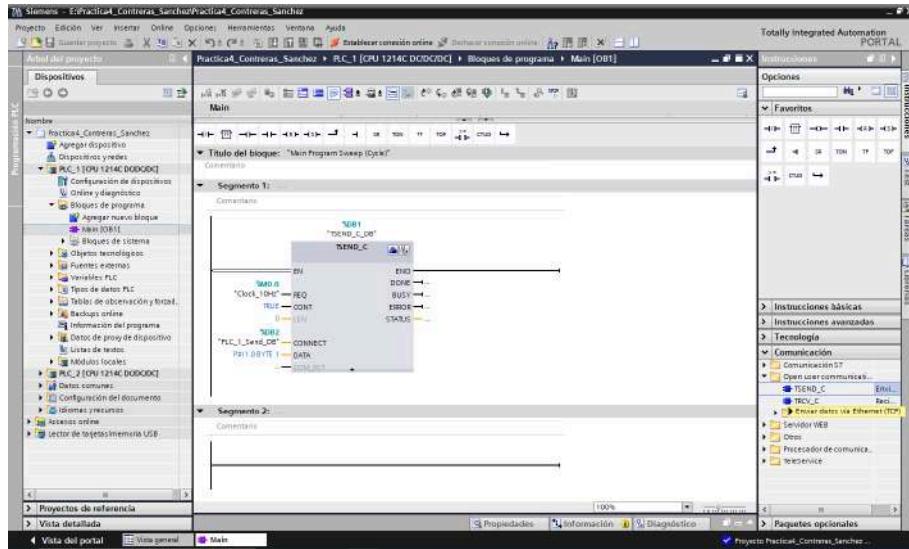


3.5.- Repetimos el mismo procedimiento para el PLC 2.

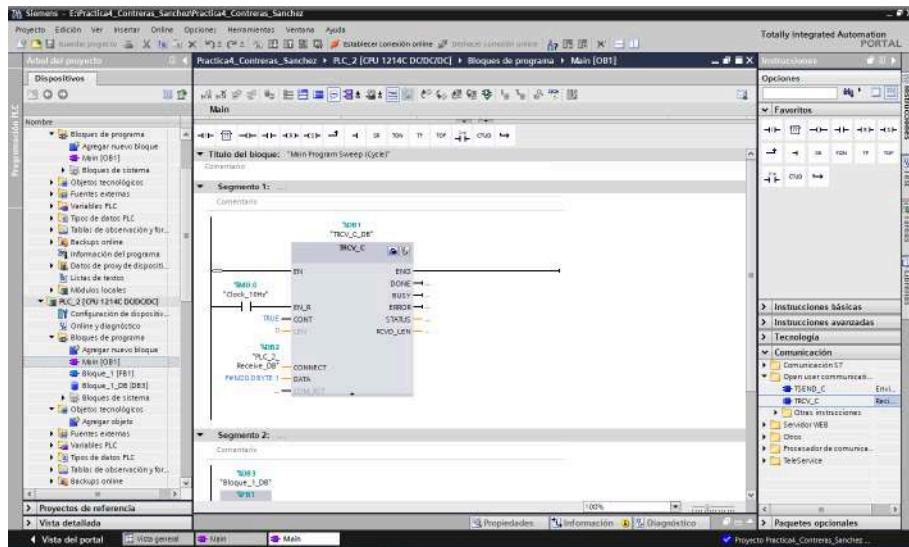
#### **4.-Programación**

4.1.- Dentro del PLC 1, dentro de “Bloques de programa” abrimos el bloque “Main”. En la parte derecha abrimos el menú de “Instrucciones” y luego nos dirigimos a la categoría

“Comunicación”. Dentro de ella desplegamos el menú “Open user communication”, seleccionamos el bloque “TSEND\_C” y lo arrastramos al Segmento 1.



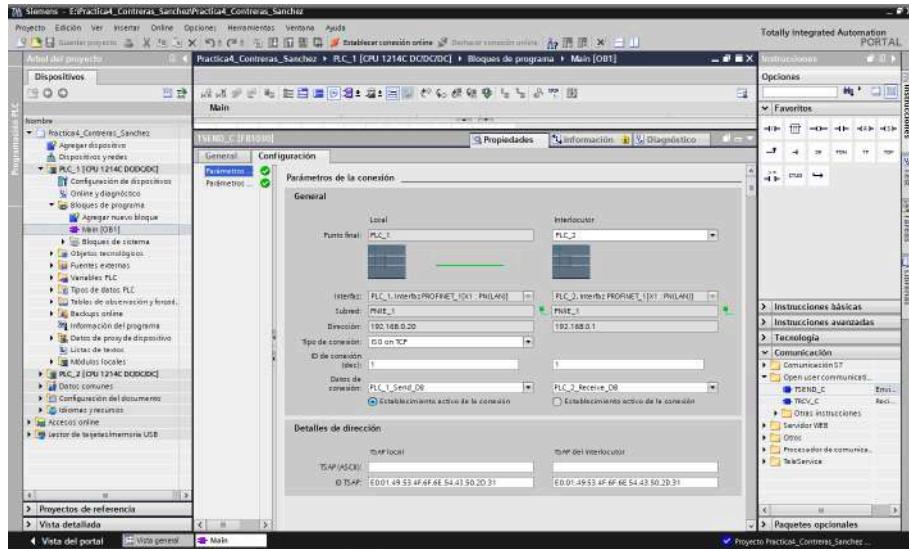
4.2.- Dentro del PLC 2, dentro de “Bloques de programa” abrimos el bloque “Main”. En la parte derecha abrimos el menú de “Instrucciones” y luego nos dirigimos a la categoría “Comunicación”. Dentro de ella desplegamos el menú “Open user communication”, seleccionamos el bloque “TRCV\_C” y lo arrastramos al Segmento 1.



4.3.- En el Main del PLC 1, damos doble click sobre el bloque que agregamos y dentro de la pestaña “Propiedades”, abrimos la pestaña “Configuración”. Una vez ahí seleccionamos el apartado “Parámetros de la conexión” y configuramos los siguientes campos:

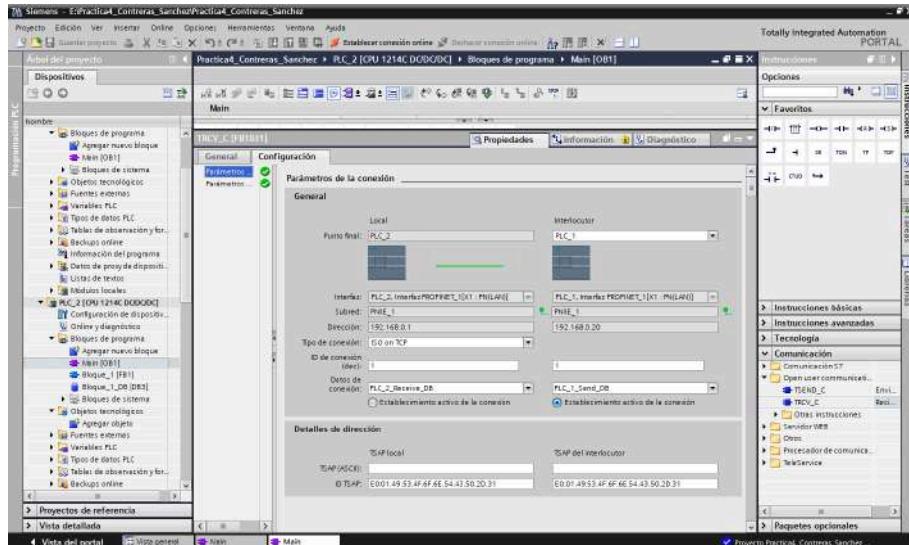
- **Interlocutor:** PLC\_2
- **Tipo de Conexión:** ISO on TCP.
- **ID de conexión:**1

- **Datos de conexión:** Agregar nuevo -> PLC\_1\_SEND\_DB, Agregar nuevo -> PLC\_2\_RECEIVE\_DB



4.4.- En el Main del PLC 1, damos doble click sobre el bloque que agregamos y dentro de la pestaña “Propiedades”, abrimos la pestaña “Configuración”. Una vez ahí seleccionamos el apartado “Parámetros de la conexión” y configuramos los siguientes campos:

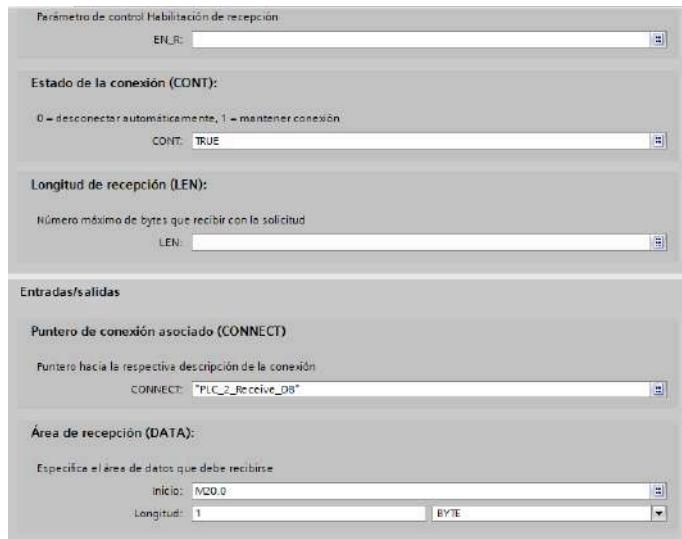
- **Interlocutor:** PLC\_1
- **Tipo de Conexión:** ISO on TCP.
- **ID de conexión:** 1
- **Datos de conexión:** Agregar nuevo -> PLC\_2\_Receive\_DB, Agregar nuevo -> PLC\_1\_Send\_DB



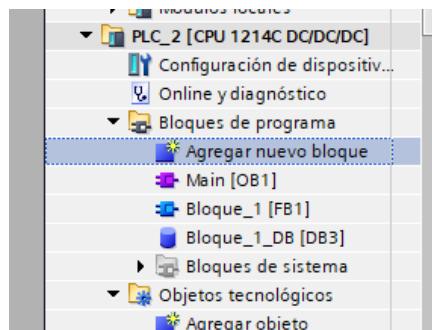
4.5.- Regresamos al PLC 1. Luego: Bloques de programa → Main → TSEND\_C → Propiedades → Configuración → Parámetros del bloque y configuramos como se muestra en la imagen



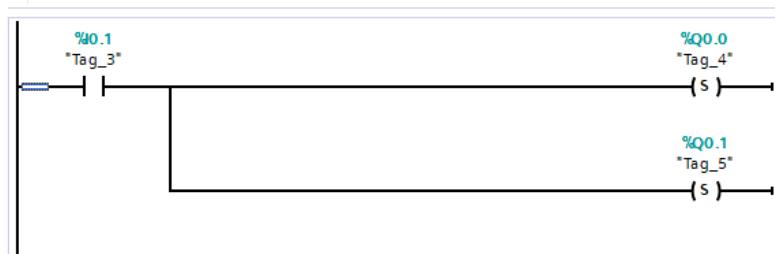
4.5.- Nos dirigimos al PLC 2. Luego: Bloques de programa → Main → TRCV\_C → Propiedades → Configuración → Parámetros del bloque y configuramos como se muestra en la imagen



4.6.- En el PLC 2, dentro de Bloques de programa, abrimos la opción Agregar nuevo bloque y creamos un bloque que contendrá nuestro programa.



4.7.- Finalmente, dentro del bloque realizaremos una programación simple como la que se muestra a continuación.



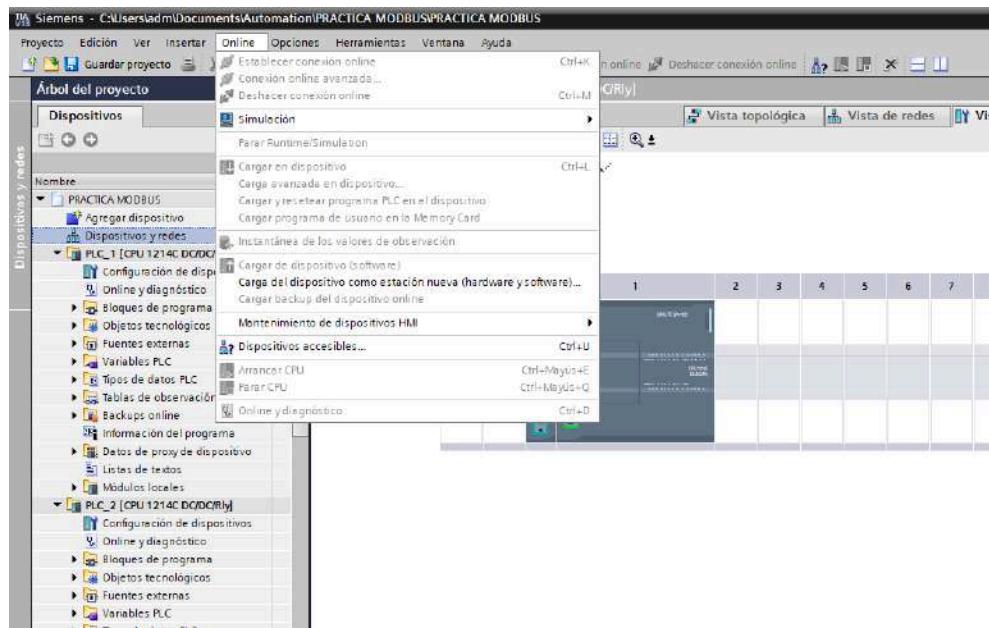
5. Cargar los programas a cada PLC.

### Referencias:

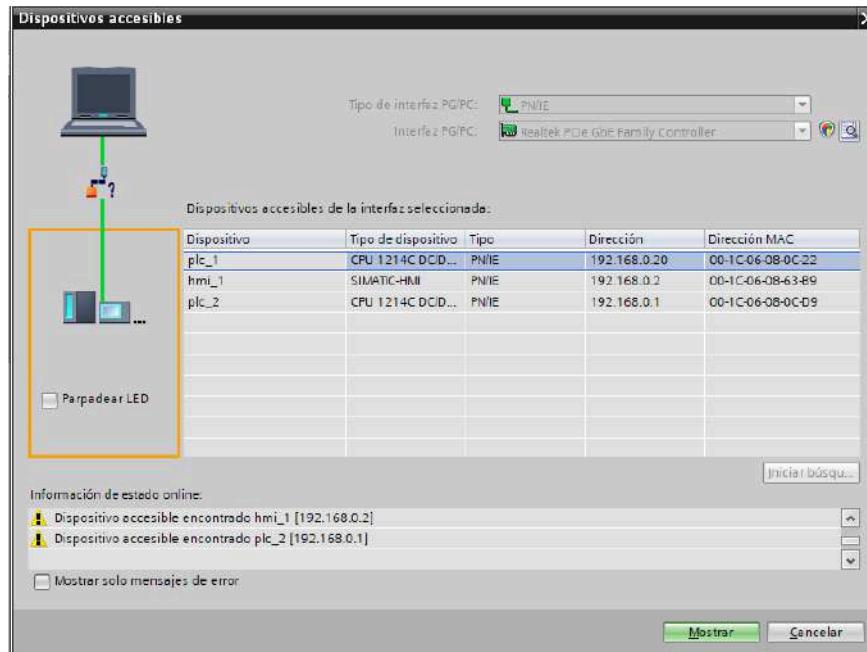
- [1] “PROFINET: Qué es y cómo funciona | Comunicaciones Industriales,” *aula21 | Formación para la Industria*, Feb. 21, 2020. <https://www.cursosaula21.com/profinet-que-es-y-como-funciona/>
- [2] “Profinet, Industrial Ethernet for advanced manufacturing,” *PI Norte América*. <https://us.profinet.com/tecnologia/profinet-es/>
- [3] Autycom, “¿Qué es PROFINET y cuáles son sus ventajas? - AUTYCOM,” [www.autycom.com](https://www.autycom.com/que-es-profinet-y-cuales-son-sus-ventajas/). <https://www.autycom.com/que-es-profinet-y-cuales-son-sus-ventajas/> (accessed Jan. 25, 2023).

## Anexo 1: Cambio de IP

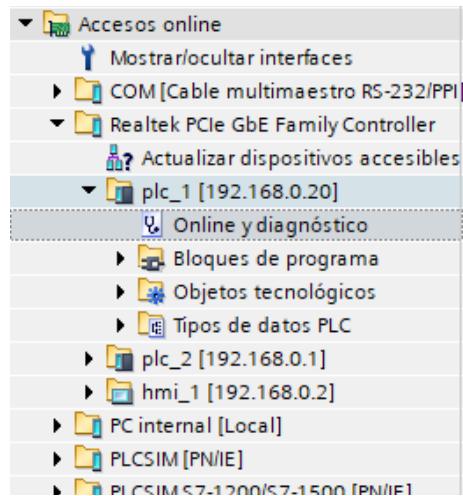
1.- Nos dirigimos a la opción Online del menú superior en Tia Portal y damos click sobre Dispositivos accesibles.



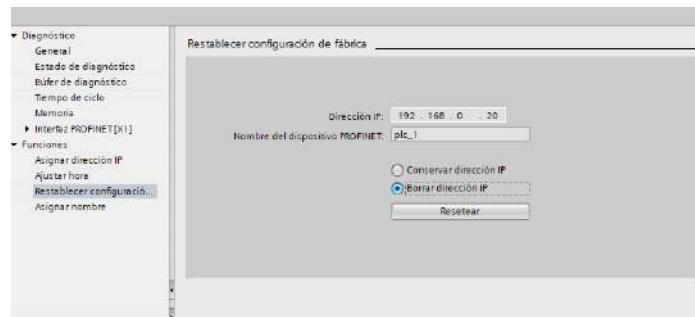
2.- En la ventana que se abre damos click en Iniciar búsqueda. Luego seleccionamos el PLC al que queremos cambiar de IP y damos click en Mostrar



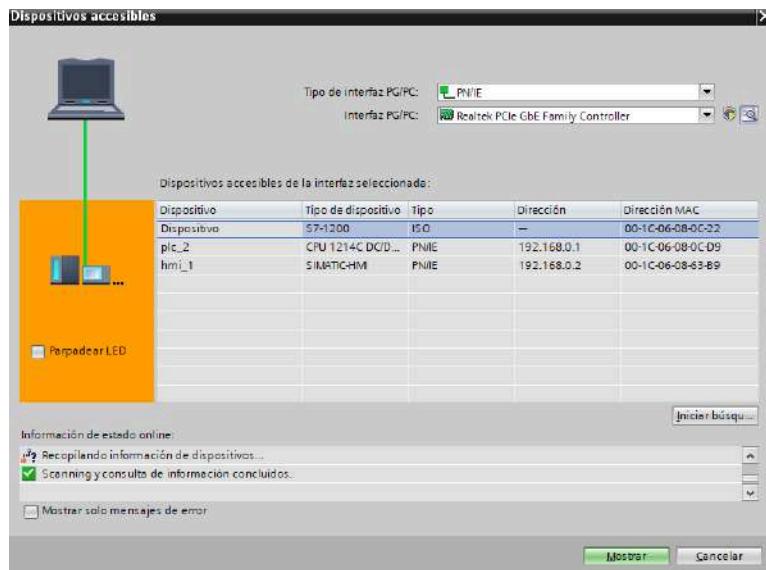
3.- En el Árbol del proyecto: Accesos online → Realtek PCIe Gbe Family Controller → plc\_1 → Online y diagnóstico.



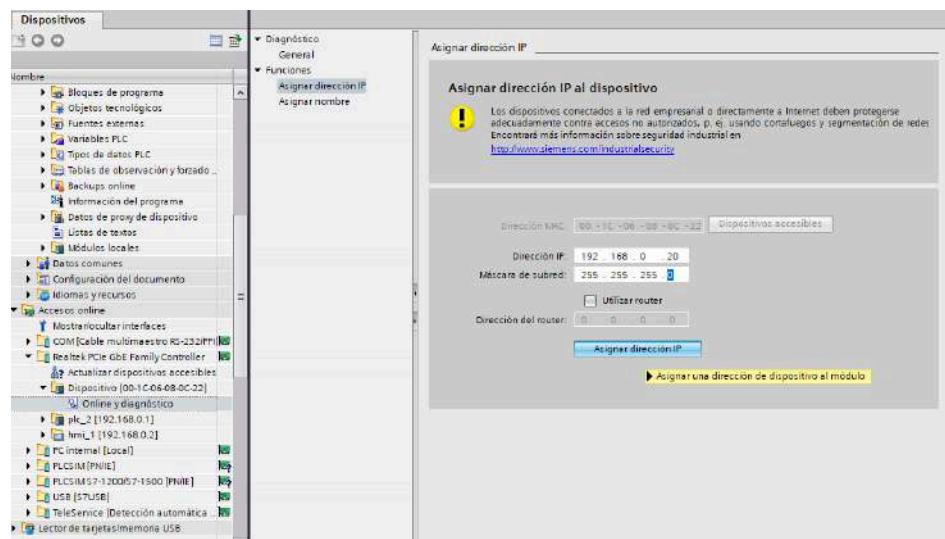
4.- Dentro de funciones escogemos Restablecer configuración de fábrica. Marcamos la casilla Borrar dirección IP y damos click en Resetear.



5.- Una vez más nos dirigimos a la pestaña Online, Dispositivos Accesibles y en la ventana que se nos abre seleccionamos el dispositivo sin IP. Damos click sobre el botón Mostrar.



6.- En el Árbol del proyecto: Accesos online → Realtek PCIe Gbe Family Controller → Dispositivo → Online y diagnóstico. Dentro de Funciones seleccionamos Asignar dirección IP, escribimos la nueva dirección IP con su máscara de subred y damos click sobre el botón de Asignar Dirección IP.



7.- Finalmente podemos verificar el cambio de dos maneras: realizando una prueba de conectividad desde el terminal de nuestra computadora.

```

Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.19044.2086]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\adm>ping 192.168.0.20

Haciendo ping a 192.168.0.20 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.20: bytes=32 tiempo<1ms TTL=30

Estadísticas de ping para 192.168.0.20:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\adm>

```

O dirigiéndonos una vez más a la pestaña Online y dando click sobre la opción Dispositivos Accesibles.

