



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

ESTUDIO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA G-120 Y DE LAS INTERFACES DE COMUNICACIÓN PROFINET Y PROFIBUS CU250S-2 Y DESARROLLO DE UN MANUAL DE PRÁCTICAS ORIENTADAS AL APRENDIZAJE DE LOS SISTEMAS DE MOVIMIENTO PARA LA INDUSTRIA BAJO EL CONTEXTO DE LAS COMUNICACIONES INDUSTRIALES

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero en Electrónica

AUTORES: JOSÉ CARLOS SÁNCHEZ TAPIA
KEVIN ISRAEL SICHQUI VELECELA

TUTOR: ING. JULIO CESAR ZAMBRANO ABAD, PhD.

Cuenca – Ecuador
2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, José Carlos Sánchez Tapia con documento de identificación N° 0105784375 y Kevin Israel Sichiqli Velecela con documento de identificación N° 0104780606; manifiesto que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 7 de octubre del 2022

Atentamente,



José Carlos Sánchez Tapia
0105784375



Kevin Israel Sichiqli Velecela
0104780606

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, José Carlos Sánchez Tapia con documento de identificación N° 0105784375 y Kevin Israel Sichiqli Velecela con documento de identificación N° 0104780606, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: “Estudio del variador de frecuencia G-120 y de las interfaces de comunicación PROFINET y PROFIBUS CU250S-2 y desarrollo de un manual de prácticas orientadas al aprendizaje de los sistemas de movimiento para la industria bajo el contexto de las comunicaciones industriales”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Electrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 7 de octubre del 2022

Atentamente,



José Carlos Sánchez Tapia
0105784375



Kevin Israel Sichiqli Velecela
0104780606

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Julio Cesar Zambrano Abad con documento de identificación N° 0301489696, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTUDIO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA G-120 Y DE LAS INTERFACES DE COMUNICACIÓN PROFINET Y PROFIBUS CU250S-2 Y DESARROLLO DE UN MANUAL DE PRÁCTICAS ORIENTADAS AL APRENDIZAJE DE LOS SISTEMAS DE MOVIMIENTO PARA LA INDUSTRIA BAJO EL CONTEXTO DE LAS COMUNICACIONES INDUSTRIALES, realizado por José Carlos Sánchez Tapia con documento de identificación N° 0105784375 y Kevin Israel Sichiqli Velecela con documento de identificación N° 0104780606, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 7 de octubre del 2022

Atentamente,



Julio Cesar Zambrano Abad

0301489696

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, en especial a mis padres, hermanos y tía, que gracias a su apoyo incondicional y confianza ciega en mi, he logrado culminar esta etapa en mi vida. Agradezco a mi director de tesis, el Ing. Julio Zambrano por su metoría y consejos constantes, y finalmente a mis amigos, especialmente a mi compañero de tesis, por acompañarme y motivarme en este largo y arduo camino.

José Carlos Sánchez Tapia

Agradezco a Dios por guiarme y permitirme culminar otro logro en mi vida. A mis padres por estar siempre presentes, brindarme su apoyo en todo momento y sobre todo creer siempre en mí. Agradezco a mi director de tesis Ing. Julio Zambrano que con su dirección, enseñanzas y consejos se llegó a culminar el trabajo de titulación.

Kevin Israel SichiQUI Velecela

DEDICATORIAS

Esta tesis va dedicada a toda mi Familia, especialmente a mi padre Juan Carlos, mi madre Elsa, mis hermanos Fernando, Giuliana y mi Tía Nancy, quienes me apoyaron en el trayecto de mi carrera y me han impulsado siempre a mejorar.

José Carlos Sánchez Tapia

Este trabajo se lo dedico especialmente a mis papás y hermanos quienes siempre me han apoyado y brindando los consejos para que llegue a culminar de manera satisfactoria esta meta. A mis abuelitos por enseñarme a nunca rendirme y brindarme su cariño e inculcarme sus valores.

Kevin Israel Sichi Qui Velecela

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	I
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
RESUMEN	VII
INTRODUCCIÓN	VIII
ANTECEDENTES	X
Justificación	XII
Objetivos	XIII
1. Variador de frecuencia SINAMICS G-120	1
1.1. SINAMICS G120	1
1.2. Estructura interna y funcionamiento.	3
1.3. Módulo de potencia (PM240-2).	5
1.3.1. Componentes ligados al Módulo de Potencia.	5
1.4. Unidad de control (CU250S-2).	6
1.4.1. Interfaces en el frente de la CU250S-2.	6
1.5. Unidad de control PROFINET (CU250S-2 PN).	8
1.6. Unidad de control PROFIBUS (CU250S-2 DP).	9

2. Software SINAMICS STARTER	11
2.1. Introducción al Software SINAMICS STARTER	11
2.2. Estructura de la interfaz de usuario	12
2.3. Puesta en marcha con STARTER	13
2.3.1. Configuración del accionamiento	13
2.3.2. Conexión modo online	15
2.3.3. Restablecer ajustes de fábrica	16
2.3.4. Configuración y parametrización de un motor asíncrono	17
2.3.5. Configuración de entradas digitales	21
2.3.6. Configuración de consignas de velocidad	23
3. Conexión del variador SINAMICS G120 a través de Profibus DP	25
3.1. Profibus	25
3.2. Configuración de Hardware	26
3.2.1. Topología de la subred Profibus	26
3.3. Configuración del Variador SINAMICS G120 CU250S-2 DP	26
3.3.1. Ajuste de telegrama de comunicación	28
3.3.2. Dirección de bus de campo del variador SINAMICS G120 DP	29
3.4. Configuración de la comunicación Profibus	31
3.4.1. Equipos para la subred Profibus	31
3.4.2. Asignación del telegrama de comunicación.	31
3.4.3. Configuración de las direcciones de los dispositivos de la subred Profibus	32
3.5. Configuración del telegrama estándar 1	34
3.5.1. Bloque SINA_SPEED_DB	34
3.5.2. Configuración bloque SINA_SPEED_DB	35
4. Conexión del variador SINAMCIS G120 a través de Profinet	39
4.1. Profinet	39
4.2. Configuración de hardware	40
4.2.1. Topología de la subred Profinet	40
4.3. Configuración del Variador SINAMICS G120 CU250S-2 PN.	41

4.3.1.	Configuración del telegrama de comunicación	41
4.3.2.	Definición de la dirección IP	42
4.4.	Configuración de la comunicación Profinet	42
4.4.1.	Equipos para la subred Profinet	42
4.4.2.	Asignación del telegrama estándar 20	43
4.4.3.	Configuración de la dirección IP de los dispositivos de la subred Profinet	44
4.4.4.	Configuración subred Profinet	45
4.5.	Configuración del telegrama estándar 20	46
4.5.1.	Bloque SINA_SPEED_TLG20	46
4.5.2.	Palabra de error según la definición VIK-NAMUR	46
4.5.3.	Configuración bloque SINA_SPEED_TLG20	47
5.	Conclusiones y Trabajos Futuros	51
	Glosario	53
	BIBLIOGRAFÍA	54
	ANEXOS	57

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1. Dispositivos que conforman el variador SINAMICS G120 [1]	2
1.2. Funcionamiento interno del variador de frecuencia [2].	3
1.3. Parte frontal de la Unidad de Control [1].	7
1.4. Interfaz de bus de campo PROFINET [1].	9
1.5. Interfaz de bus de campo PROFIBUS [1].	9
2.1. Interfaz de usuario de SINAMICS STARTER.	12
2.2. Nuevo proyecto STARTER.	13
2.3. Ajustar interfaz PG/PC.	14
2.4. Insertar unidad de accionamiento.	14
2.5. Resumen de la configuración.	15
2.6. Conexión modo online.	15
2.7. Comparación online/offline.	16
2.8. Restablecer ajustes de fábrica.	16
2.9. Asistente de configuración.	17
2.10. Clase de aplicación.	17
2.11. Configuración E/S.	18
2.12. Ajustes de accionamiento.	19
2.13. Motor.	19
2.14. Datos de motor.	20
2.15. Datos importantes.	20
2.16. Resumen de asistente de configuración.	21
2.17. Ventana de Entradas/salidas digitales.	22
2.18. Configuración de entrada digital DI 16.	22

2.19. Lista de parámetros.	23
2.20. Configuración de entradas digitales.	23
2.21. Consignas de velocidad.	24
3.1. Topología línea de la subred Profibus.	26
3.2. Configuración de los parámetros del motor.	27
3.3. Ajuste de telegrama de comunicación 1.	29
3.4. Interior del Variador de frecuencia G120 [1].	30
3.5. Dirección de bus de campo 3.	30
3.6. Visualización de los dispositivos	31
3.7. Asignar telegrama de comunicación 1.	32
3.8. Direcciones Profibus.	33
3.9. Configuración de la subred Profinet.	34
3.10. Bloque SINA_SPEED_DB [3].	35
3.11. Agregar bloque SINA_SPEED_DB.	35
3.12. Agregar bloque SINA_SPEED_TLGDB.	36
3.13. Configuración telegrama estándar 1.	37
4.1. Topología en línea para la subred Profinet.	40
4.2. Ajuste del telegrama de comunicación 20.	41
4.3. Topología línea de la subred Profinet.	42
4.4. Dispositivos de la subred Profinet.	43
4.5. Asignar telegrama de comunicación 20.	44
4.6. Dirección IP de la subred Profinet.	45
4.7. Subred Profinet.	45
4.8. Bloque SINA_SPEED_TLG20 [3].	46
4.9. Palabra de error según la definición VIK_NAMUR [1].	47
4.10. Agregar bloque SINA_SPEED_TLG20.	47
4.11. Bloque SINA_SPEED_TLG20.	48
4.12. Configuración del telegrama estándar 20.	49

ÍNDICE DE TABLAS

1.1.	Descripción de componentes de la unidad de control [1].	8
1.2.	Especificación de pines del conector Profinet [1].	8
1.3.	Descripción de los pines del interfaz de comunicación Profibus [1]. . . .	10
2.1.	Entradas digitales del ajuste predeterminado.	18
2.2.	Salidas digitales del ajuste predeterminado	18
2.3.	Configuración de parámetros.	23
3.1.	Parámetros del motor asíncrono.	28
3.2.	Estructura del telegrama estándar 1 [4].	32
3.3.	Entrada de los parámetros del bloque SINA_SPEED_DB [3].	37
3.4.	Salida de los parámetros del bloque SINA_SPEED_DB [3].	38
4.1.	Estructura del telegrama estándar 20 [1].	43
4.2.	Significado de las palabras de recepción y transmisión de datos (Telegrama 20) [1].	44
4.3.	Entrada de los parámetros del bloque SINA_SPEED_TLG20 [3].	50
4.4.	Salida de los parámetros del bloque SINA_SPEED_TLG20 [3].	50

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación es estudiar el variador de frecuencia G-120 y de las interfaces de comunicación Profinet y Profibus CU250S-2 y desarrollo de un manual de prácticas orientadas al aprendizaje de los sistemas de movimiento para la industria bajo el contexto de las comunicaciones industriales, sirviendo como provecho para los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, concretamente para la carrera de ingeniería en Electrónica y Automatización.

Este trabajo se desarrolló a partir del estudio teórico realizado a profundidad de los equipos que componen el variador SINAMCIS G120 con la finalidad de parametrizar, configurar y poner en marcha el equipo, paralelamente al estudio realizado, se ha ido proponiendo y definiendo el tipo de aplicaciones a desarrollar para que finalmente, teniendo los conceptos claros a trabajar, además de haber analizado cada idea para las aplicaciones que se llevarán a cabo, se proceda con desarrollo de los manuales de prácticas.

Finalmente se ha desarrollado ocho manuales de prácticas, dos de los manuales se han enfocado en una introducción y familiarización con los equipos y seis manuales de prácticas enfocadas netamente en la comunicación de las redes industriales, los cuales estarán a disposición de los estudiantes para fortalecer sus conocimientos mediante la manipulación adecuada de los equipos.

Palabras clave: SINAMICS G120, variador de frecuencias, módulo de potencia, unidad de control, panel inteligente, profinet, profibus.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de automatización en la industria están en constante innovación. Su objetivo fundamental se centra en controlar eficazmente cada uno de los procesos en la producción. En este contexto, la implementación de variadores de frecuencia para el control de motores ha generado muchas ventajas como la optimización en el funcionamiento, un mejor control en el actuador y aumento en el rendimiento de los procesos. Varios sectores dentro de la industria los integran, siendo aplicados en sistemas de transporte, elevación, en ventiladores, bombas, centrífugas, entre otros [1, 5].

Los variadores de frecuencia son dispositivos que modulan la energía que es transmitida al motor, es decir, ajustan la frecuencia y el voltaje que será entregada al actuador, por ende, la función del variador es controlar la velocidad de los motores eléctricos, mejorando el rendimiento en los procesos industriales y también, la eficiencia y optimización en el consumo energético [6, 7, 8].

Dentro de la marca SIEMENS, existen los variadores SINAMICS G120. Estos dispositivos están creados para la regulación exacta y control de la velocidad de motores trifásicos. Es un sistema de convertidores modulares que están formados generalmente por dos unidades funcionales: la Unidad de Control (CU) y el Módulo de Poder (PM) [1].

En este trabajo se realiza un análisis de esta clase de variadores y se propone el desarrollo de aplicaciones de automatización, junto con las guías de práctica respectivas. Este proyecto se enmarca dentro del fortalecimiento del laboratorio de redes industriales de la Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca. El objetivo principal, consiste en dotar al laboratorio de un manual de prácticas para que los estudiantes de la carrera de Electrónica y Automatización puedan fortalecer sus

conocimientos mediante la utilización adecuada de los equipos.

ANTECEDENTES

El avance que se ha venido dando desde hace varios años en la industria es innegable, el desarrollo en los procesos de automatización en la misma se ha globalizado e incrementa día a día, siendo el verdadero reto lograr controlar eficazmente cada uno de los procesos en la producción de cualquier tipo de producto. Los controladores lógicos programables (PLC), permiten la ejecución de órdenes preprogramadas en ciertos actuadores que son los encargados de realizar cualquier movimiento predefinido [9] con el uso de bombas neumáticas, que son equipos que hacen uso de aire, variando el volumen del fluido en una cámara de bombeo, comprimiendo el aire para ser enviado a presión, o bombas hidráulicas, máquinas que generan una transformación de energía mecánica a hidráulica, mediante el uso del agua como fluido, para el control final de válvulas y pistones, que son los encargados de poner en marcha los automatismos generados en el PLC [10]. Las cintas transportadoras y carretes cumplen con parte del proceso de movimiento en la planta de producción. Estas cintas deben ser comandadas por un motor trifásico, una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, que mediante un campo electromagnético hace girar a un rotor, el encargado del movimiento. Esta energía generada, en la automatización industrial es usada para infinidad de aplicaciones, por lo que los motores son equipos muy importantes y siempre están presentes en la automatización de la industria, y como ya se ha mencionado deben ser comandadas desde algún controlador programable. Para este control se utilizan los variadores de velocidad, dentro de los cuales se encuentran presentes los variadores de frecuencia, dispositivos electrónicos capaces del control completo del motor y que permiten diferentes tipos de protocolos de comunicación para su integración en las redes industriales [11]. El equipo SINAMIC G-120 es precisamente un variador de frecuencia

creado para comandar la velocidad de motores trifásicos [12], que junto con las interfaces de comunicación Profinet y Profibus CU250S-2, permiten la comunicación local o con varios dispositivos de monitoreo externos al autómata programable [1]. Cabe recalcar además que este dispositivo es diariamente utilizado en la industria a nivel mundial, pero más importante aún, es un equipo que está trabajando en los sistemas de automatización en la ciudad de Cuenca y en todo el Ecuador, por lo que el aprendizaje del manejo de las interfaces derivará en una mayor oportunidad laboral para los estudiantes egresados de la Universidad. La sede Cuenca de la Universidad Politécnica Salesiana ha adquirido recientemente 10 interfaces completamente nuevas, que aún no han sido montadas ni testeadas, y tampoco existen guías o manuales de prácticas, por lo que se cuenta con la disponibilidad de los equipos de la Universidad, para poder realizar el proyecto.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca cuenta con equipos variadores de frecuencia SINAMIC G120 con unidad de control CU250S-2 las cuales disponen de interfaz de comunicación Profinet PN y Profibus DP, pero hasta el momento estos equipos no se encuentran puestos en marcha y a consecuencia, no están a disposición para su respectivo uso y manejo por parte de los estudiantes de la universidad, debido a que no se cuenta con un manual de prácticas que orienten el uso de los equipos.

Los equipos variadores de frecuencia hoy en día son muy aprovechados a nivel industrial, ya que son usados en comunicaciones industriales y manejo de máquinas motrices teniendo un alto grado de aplicaciones en muchos sectores y procesos como por ejemplo en papeleras, bombas, ventiladores, sistemas de transporte, sistemas de elevación entre otros.

Con el estudio y el desarrollo de un manual de prácticas correspondientes a los equipos variadores de frecuencia SINAMICS G120 se busca que los estudiantes conozcan su respectivo funcionamiento, manejo y aplicación, para que así logren desarrollar competencias dentro del contexto de las comunicaciones industriales.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Estudiar el variador de frecuencia y las interfaces de comunicación para desarrollar un manual de prácticas orientadas al aprendizaje de los sistemas de movimiento para la industria bajo el contexto de las comunicaciones industriales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Estudiar el variador de frecuencia mediante la revisión sistemática de manuales técnicos para asentar las bases teóricas que permitirán desarrollar aplicaciones industriales.
- Desarrollar aplicaciones para el manejo de motores, incluyendo aplicaciones con comunicación de tipo industrial.
- Estructurar seis prácticas de laboratorio y las guías de procedimiento respectivas, utilizando los formatos establecidos por la universidad, para brindar a los estudiantes de la carrera el material de apoyo correspondiente para la experimentación con los equipos.
- Evaluar los manuales de prácticas desarrolladas utilizando grupos pilotos de estudiantes.

Capítulo 1

Variador de frecuencia SINAMICS

G-120

En el presente capítulo se abordan algunos aspectos básicos del variador de frecuencia SINAMICS G120. En primera instancia se presenta una descripción del funcionamiento y la estructura interna del variador. A continuación se presentará una revisión a profundidad de las unidades funcionales que conforman el equipo. Finalmente, se abordan algunos aspectos del funcionamiento de los protocolos de comunicación PROFINET y PROFIBUS para la comunicación de un autómata programable (PLC) y el variador de frecuencia.

1.1. SINAMICS G120

Los variadores de frecuencia SINAMICS G120 son equipos usados para la regulación precisa y el control de la velocidad de motores trifásicos [12]. El uso de este dispositivo tiene grandes ventajas dentro de la industria, principalmente en el ahorro y la eficiencia energética, ya que el variador solo suministra la energía que necesita el motor para cumplir cierta aplicación [13]. El variador de frecuencia SINAMICS G120 está formada por dos unidades funcionales:

- **Módulo de Potencia (PM):** Suministra la energía necesaria a la Unidad de Control (CU) y al motor trifásico.

- **Unidad de Control (CU):** Controla y supervisa el Módulo de Potencia (PM) y el motor trifásico.

Otro componente que integra el variador de frecuencia G120 es el IOP-2, el cual es un panel de operador inteligente que permite realizar una puesta en marcha rápida, diagnóstico de fallos y ajustes en los parámetros para configurar el funcionamiento del dispositivo [14]. En la Figura 1.1 se puede visualizar los componentes que integran el variador SINAMICS G120.

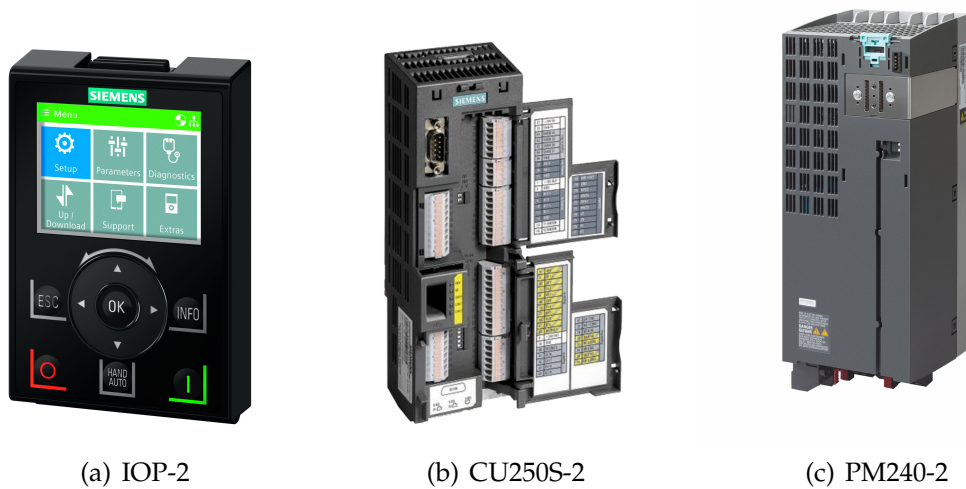


Figura 1.1: Dispositivos que conforman el variador SINAMICS G120 [1]

Este tipo de variadores de frecuencia son muy utilizados en aplicaciones industriales, como por ejemplo:

- Aplicaciones con ventiladores, bombas, compresores, centrífugas y rectificadoras.
- Aplicaciones en sectores terciarios: automóvil, textil, químico y alimentación.
- Sistemas de movimiento (cintas transportadoras, elevadores, escaleras mecánicas).
- Sistemas de posicionamiento.

1.2. Estructura interna y funcionamiento.

El variador de frecuencia SINAMICS G120 está compuesto internamente de varias etapas y elementos que le permiten modular la energía para el control de velocidad de los motores asíncronos trifásicos. La mayoría de elementos que realizan la modulación de energía se encuentran en el módulo de potencia (véase la Figura 1.2).

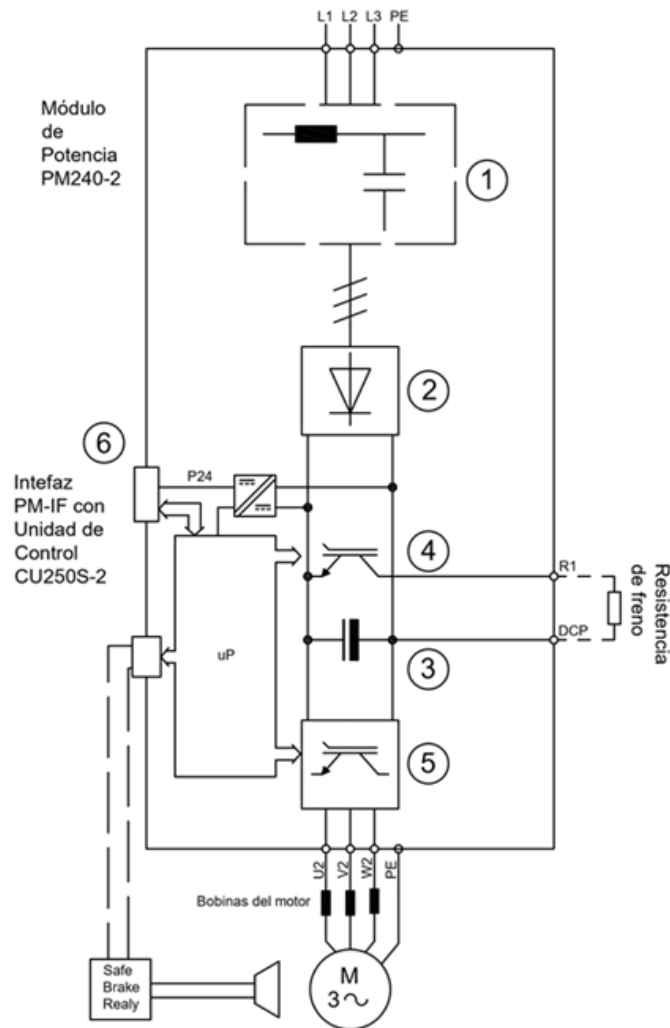


Figura 1.2: Funcionamiento interno del variador de frecuencia [2].

1. **Filtro de Red:** El filtro de red limita las perturbaciones generadas por los módulos de potencia. Por lo general, estas perturbaciones son ocasionadas por las etapas de rectificación e inversor, donde comúnmente se genera una distorsión armónica y ruido eléctrico [15, 16].

2. **Etapa de rectificación:** La etapa de rectificación consiste en convertir la corriente alterna trifásica en corriente continua mediante un rectificador trifásico en puente, este rectificador genera componentes ondulatorios de seis pulsos en la tensión de salida [17].
3. **Etapa Intermedia:** Se trata de un circuito compuesto de capacitores que se conectan en paralelo a la salida de tensión del rectificador con el objetivo de filtrar la señal y reducir los componentes armónicos en la red. Con la salida del circuito intermedio se alimenta la unidad de control CU250S-2 [18].
4. **Circuito de frenado:** El circuito de frenado integra un chopper de freno (interruptor electrónico) y una resistencia de freno, la cual es un componente externo del variador. La función del chopper es controlar la resistencia de freno en función de la tensión que se tiene en el circuito intermedio. Cuando se efectúa el frenado en el motor, la tensión en el circuito intermedio aumenta, provocando que el chopper de freno se active. Cuando el chopper se activa, la resistencia de freno se conecta al circuito intermedio, provocando que el exceso de energía se disipe en forma de calor, evitando que el variador presente fallas.
El módulo de potencia integra también un relé de freno seguro (Safe Brake Relay), el cual controla un freno de motor de 24V y vigila el mando de freno en caso de corto circuito [19] [20] [21].
5. **Etapa de inversor:** La etapa consiste en convertir la corriente continua en corriente alterna, con una tensión y frecuencia variable, este proceso se realiza a través de un inversor trifásico el cual usa dispositivos IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) los cuales son controlados por modulación de ancho de pulso (PWM). La modulación por ancho de pulso es generada a través de un microprocesador. Al final, la salida del inversor suministra el voltaje y la frecuencia necesaria para que el motor cumpla con la aplicación requerida [17].
6. **Etapa de control:** La etapa de control supervisa la etapa de potencia, principalmente controla la activación de los circuitos de freno, y la etapa del inversor.

1.3. Módulo de potencia (PM240-2).

El módulo de potencia también conocido como PM (Power Module), es un dispositivo que suministra la potencia necesaria a la Unidad de Control y al motor en cuestión. El PM240-2 de la marca SIEMENS tiene un grado de protección IP20. Dispone de un chopper de freno para aplicaciones de cuatro cuadrantes y es apto para un gran número de aplicaciones en la construcción de máquinas en general. El rango de potencia en el que trabaja va desde los 0,55 kW a los 250 kW y las tres variables de tensión que maneja son 200 V, 400 V y 690 V. Por otra parte, esta clase de equipos están disponibles sin filtros o con filtros de red integrados de clase A [12].

1.3.1. Componentes ligados al Módulo de Potencia.

- **Filtro de red:** El convertidor tiene soporte para manejar perturbaciones radioeléctricas de clase mayor alcanza. Si este filtro ya está integrado, no es necesario uno externo.
- **Bobina de red:** Brinda una protección contra la sobretensión completa, filtrando los armónicos de la red y puenteando las caídas en la conmutación.
- **Bobina de salida:** Disminuyen en gran medida el esfuerzo dieléctrico de los devanados del motor. Ayuda a que la carga del convertidor sea baja.
- **Filtro Senoidal:** Permite la alimentación del motor con tensiones muy cercanas a ondas senoidales, de modo que pueden utilizarse motores estándar sin necesidad de cables especiales. Funciona sólo con frecuencias de pulsación de 4 kHz a 8 kHz. En caso de contar con un módulo de potencia de 110 kW, solo se aceptan frecuencias de 4 kHz.
- **Resistencia de freno:** Controla el frenado rápido de cargas en un momento de inercia grande. El Módulo de Potencia controla la resistencia de freno a través de su chopper de freno integrado.
- **Relé de freno:** Ofrece un contacto (NA) para el mando de la bobina del freno de motor.

- **Relé de freno seguro:** Controla un freno de motor de 24V. El convertidor vigila el mando de freno con el relé de freno seguro [1].

1.4. Unidad de control (CU250S-2).

La Unidad de control CU250S-2 permite la inspección y control de la etapa de potencia. Es decir, es la encargada de vigilar el módulo de potencia (PM240-2), además de verificar el correcto funcionamiento del motor, en cada uno de sus modos de regulación predefinidos en la unidad de control. La CU250S-2 permite la comunicación con un controlador tanto local como central y con distintos dispositivos de vigilancia, para la conexión de todos los grupos auxiliares relevantes del proceso y de los componentes externos como sensores, válvulas, contactores, etc.

1.4.1. Interfaces en el frente de la CU250S-2.

Integradas a la unidad de control se encuentran las interfaces de bus de campo, que junto a las funciones de software adicionales y los ajustes predeterminados (consignas) sirven de apoyo a varias aplicaciones para la construcción de distinta maquinaria en general y el ajuste del modo de funcionamiento del equipo. Desde las interfaces se configura los ajustes necesarios en el dispositivo para la comunicación tanto PROFINET como PROFIBUS. En la Figura 1.3 se muestra una vista frontal de la unidad de control, donde se pueden distinguir las interfaces de comunicación. Por otra parte, en la Tabla 1.1 se muestra una descripción de cada una de las partes.

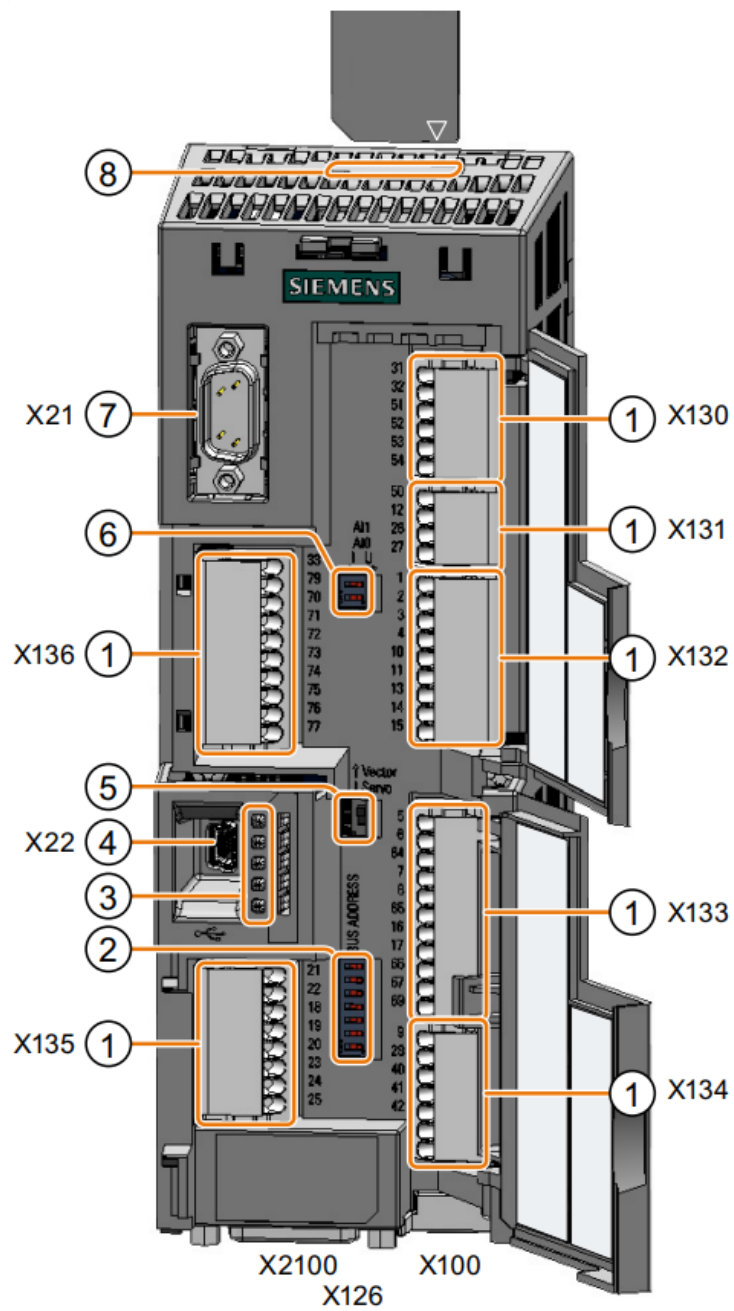


Figura 1.3: Parte frontal de la Unidad de Control [1].

Tabla 1.1: Descripción de componentes de la unidad de control [1].

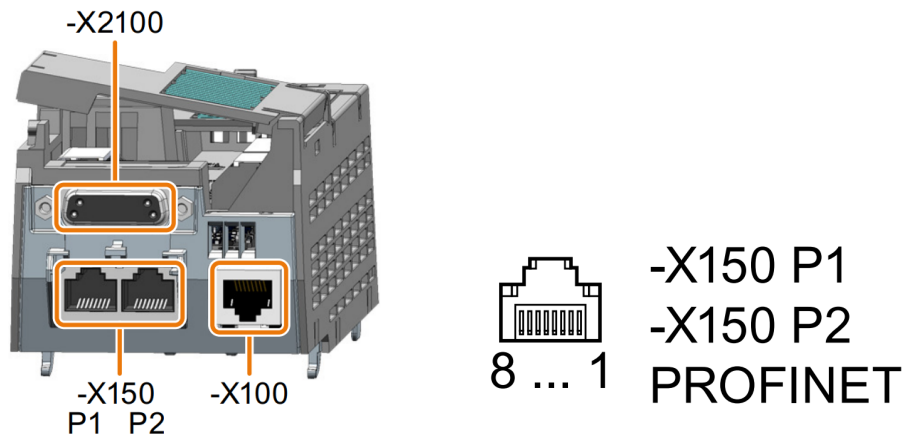
No.	Descripción
1	Regletas de bornes: Se encuentran las entradas y salidas de la Unidad de control.
2	Selección de la dirección de bus de campo: Permite la selección del bus de campo entre PROFIBUS, USS, Modbus RTU y CanOpen, mediante los 7 bits ubicados en la CU.
3	LED de estado
4	Interfaz USB para la conexión con un PC
5	Sin Función. Dejar el selector de la posición "Vektor"
6	Interruptor para entradas analógicas
7	Conexión al Operador inteligente
8	Ranura para la tarjeta de memoria

1.5. Unidad de control PROFINET (CU250S-2 PN).

La CU250S-2 PN tiene soporte para el protocolo de comunicación PROFINET. En la parte inferior del equipo CU250S-2 PN, se encuentran localizadas las interfaces de bus de campo para el uso del protocolo (véase la Figura 1.4). En la Tabla 1.2 se especifica la función de los pines de los conectores Profinet.

Tabla 1.2: Especificación de pines del conector Profinet [1].

No.	Símbolo	Descripción
1	RX+	Datos recibidos +
2	RX-	Datos recibidos -
3	TX+	Datos recibidos +
4	—	—
5	—	—
6	TX-	Datos recibidos -
7	-	—
8	-	—



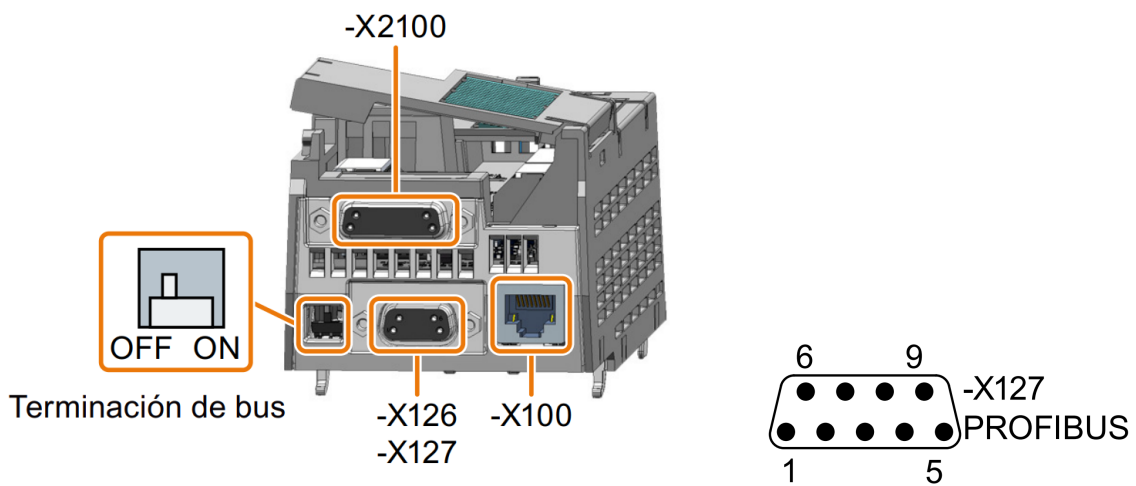
(a) Puertos de conexión PROFINET

(b) Conector PROFINET

Figura 1.4: Interfaz de bus de campo PROFINET [1].

1.6. Unidad de control PROFIBUS (CU250S-2 DP).

Al igual que con PROFINET, existe el equipo CU250S-2 DP, encargado de integrar el protocolo de comunicación PROFIBUS para el envío y recepción de datos con una gran variedad de dispositivos existentes en la industria. Las interfaces de bus de campo de igual manera, están en la parte inferior de la CU, tal y como se observa en la figura 1.5. Por otra parte, en la Tabla 1.3 se presenta una descripción de los pines del interfaz de comunicación.



(a) Puertos de conexión PROFIBUS

(b) Conector PROFIBUS

Figura 1.5: Interfaz de bus de campo PROFIBUS [1].

Tabla 1.3: Descripción de los pines del interfaz de comunicación Profibus [1].

No.	Descripción
1	—
2	M, potencial de referencia para 24_Serv
3	RxD/TxD-P, recepción y envío (B/B')
4	CNTR-P, señal de mando
5	GND, potencial de referencia para datos (C/C')
6	Alimentación +5V
7	P24 _{Serv}
8	RxD/TxD-P, recepción y envío (B/B')
9	—

Capítulo 2

Software SINAMICS STARTER

En el presente capítulo se realiza una breve introducción del programa informático SINAMICS STARTER. De manera general se especifica las tareas que permite ejecutar, la estructura de la interfaz de usuario de la cual dispone y una configuración básica para una puesta en marcha de un accionamiento.

2.1. Introducción al Software SINAMICS STARTER

SINAMICS STARTER es una herramienta de PC desarrollada por SIEMENS. Esta herramienta se utiliza para la puesta en marcha, diagnóstico y control de accionamientos de la familia SINAMICS y MICROMASTER. La configuración del accionamiento se puede realizar a partir de la ventana de “Asistente de proyectos”, en la cual se reconoce y establece la conexión con la unidad de accionamiento. Una vez que se ha ejecutado el asistente, se puede realizar la configuración de los parámetros y cargar los ajustes en el accionamiento para su respectivo funcionamiento. Para realizar la conexión entre la PC y la unidad de accionamiento, el software permite una comunicación a través de USB o de las interfaces de buses de campo como son: Profinet y Profibus [22].

SINAMICS STARTER permite ejecutar diversas tareas, como por ejemplo:

- Puesta en marcha.

- Control (a través del panel de mando).
- Optimización y diagnóstico del accionamiento.
- Configuración y activación de funciones de seguridad (Safety).

2.2. Estructura de la interfaz de usuario

SINAMICS STARTER proporciona una interfaz de usuario, la cual facilita herramientas y funciones para la configuración de los accionamientos. Las configuraciones de los accionamientos se pueden realizar a través de las barras y menús que se encuentran en las distintas áreas de trabajo de la interfaz de usuario. La Figura 2.1 muestra las partes principales del programa informático. A continuación se detalla cada una de estas partes:

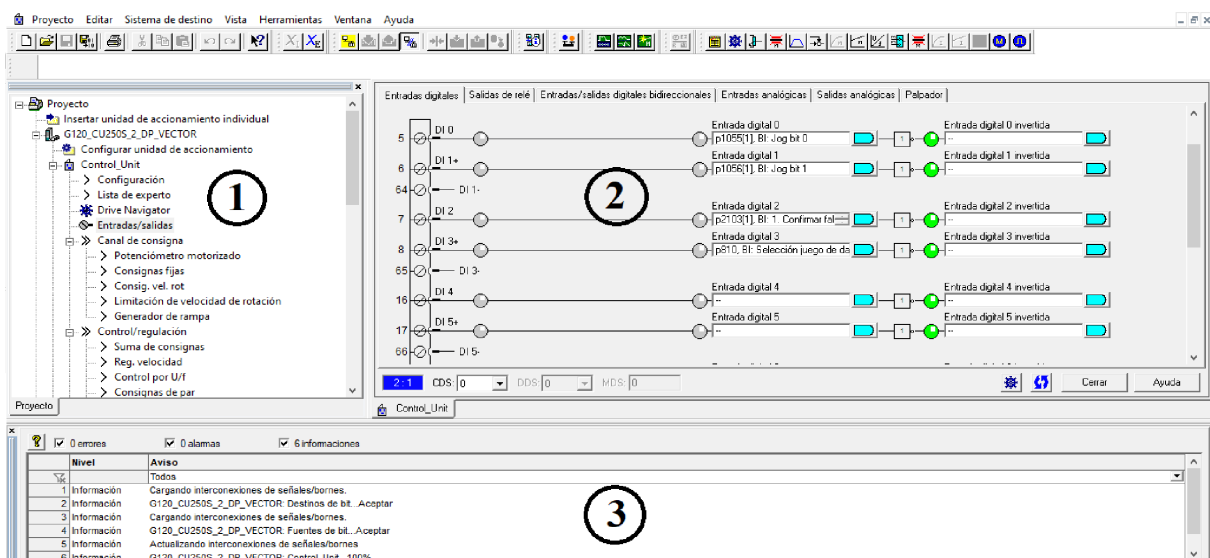


Figura 2.1: Interfaz de usuario de SINAMICS STARTER.

- **Navegador de proyectos (1):** Proporciona una vista detallada de todos los elementos insertados en el proyecto.
- **Área de trabajo (2):** En esta área se ejecuta la configuración y parametrización de los accionamientos. Esta área cuenta con varias herramientas y funciones que permiten configurar los parámetros del accionamiento como por ejemplo las entradas y salidas digitales, consignas de velocidad, etc.

- **Vista de detalles (3):** En esta ventana se visualizan los detalles correspondientes al proyecto, como son el diagnóstico, errores, alarmas y el panel de mando del accionamiento.

2.3. Puesta en marcha con STARTER

2.3.1. Configuración del accionamiento

Mediante el asistente de proyectos se puede realizar la configuración y vincular el accionamiento para realizar una puesta en marcha básica. Para iniciar con la configuración se debe ubicar en la pestaña “Crear proyecto nuevo” y seleccionar “Buscar accionamiento online” tal como se muestra en la Figura 2.2.



Figura 2.2: Nuevo proyecto STARTER.

En la pestaña “Ajustar interfaz PG/PC”, se configura el tipo de interfaz de comunicación entre el accionamiento y la PC. Para este caso se utiliza una conexión USB (véase la Figura 2.3).

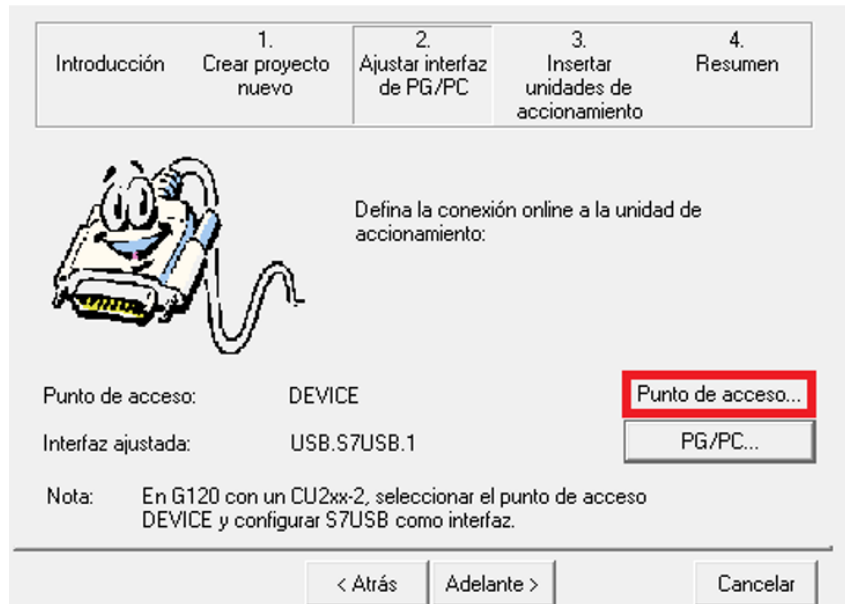


Figura 2.3: Ajustar interfaz PG/PC.

En la pestaña “Insertar unidades de accionamiento”, se puede buscar los dispositivos que se encuentran conectados mediante USB a la PC. Una vez que se ha terminado la búsqueda del dispositivo, se puede ver en “Vista previa”, el nombre del dispositivo conectado, en este caso se ha encontrado un dispositivo “G120_CU250S_2_DP_VECTOR” (véase la Figura 2.4).

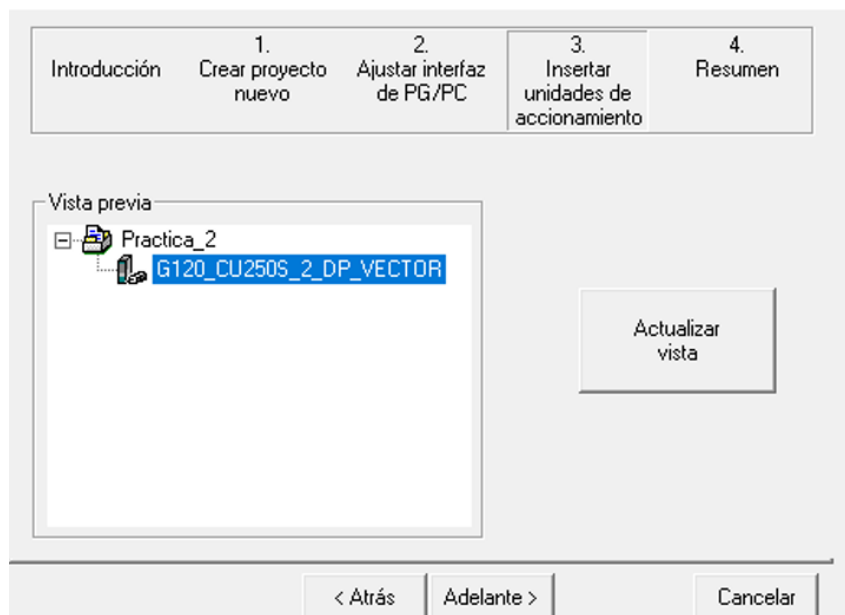


Figura 2.4: Insertar unidad de accionamiento.

Finalmente se muestra una ventana en la que se presenta un resumen de las configuraciones realizadas. Esta ventana se ilustra en la Figura 2.5.

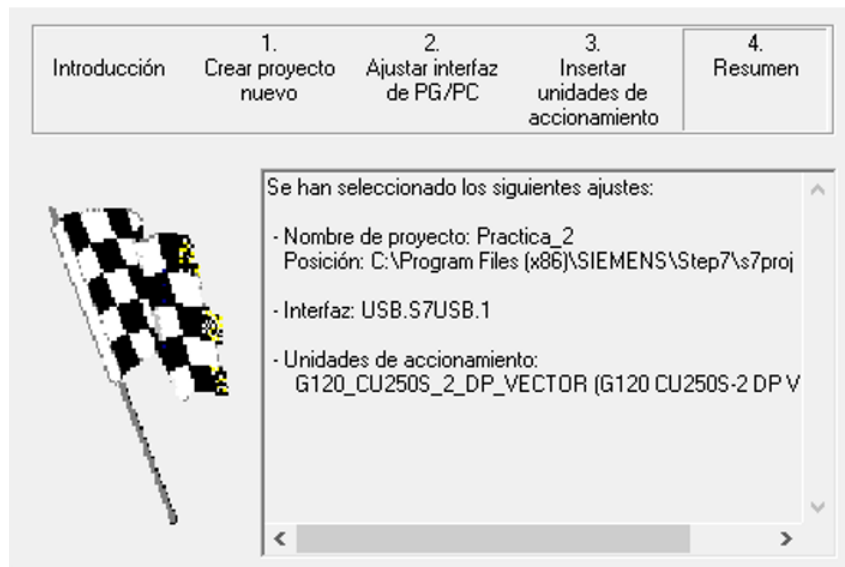


Figura 2.5: Resumen de la configuración.

2.3.2. Conexión modo online

La conexión en modo online con el accionamiento permite realizar la configuración y parametrización del dispositivo y también eliminar configuraciones previas a un ajuste de fábrica.

Para realizar la conexión del dispositivo a modo online, se debe hacer clic en el botón “Conectar con dispositivos de destino seleccionado” (véase la Figura 2.6).

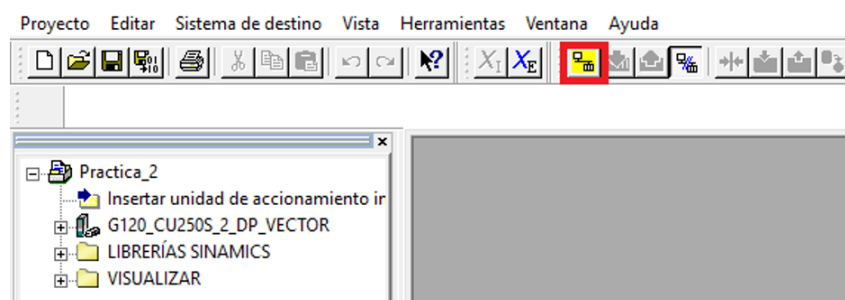


Figura 2.6: Conexión modo online.

Al conectar en modo online, por lo general, aparece una ventana, la cual indica que los datos guardados en el variador, no coinciden con los datos nuevos del proyecto.

En este sentido, es necesario que los datos online y offline sean idénticos, por lo que se debe unificar estos datos. Para que los datos sean idénticos, se debe hacer clic en “Cargar configuración de HW en la PG” tal como se muestra en la Figura 2.7.

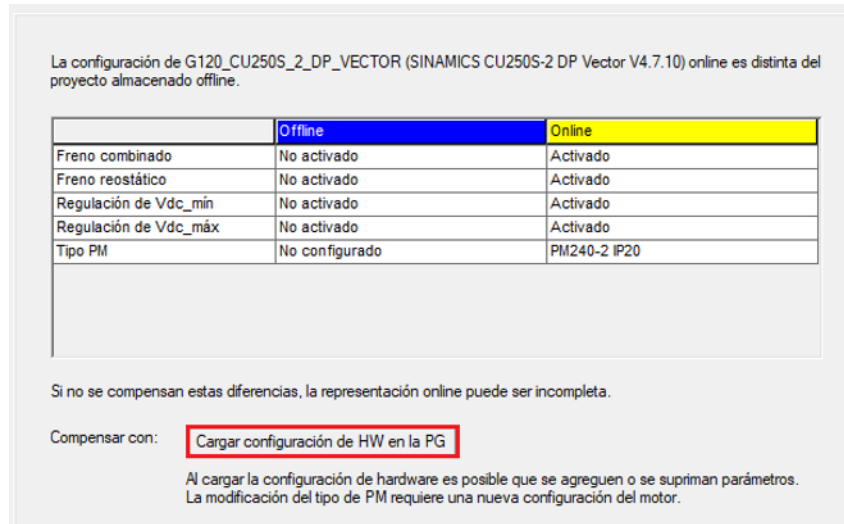
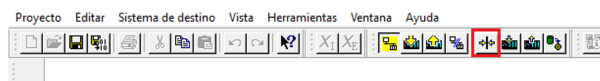


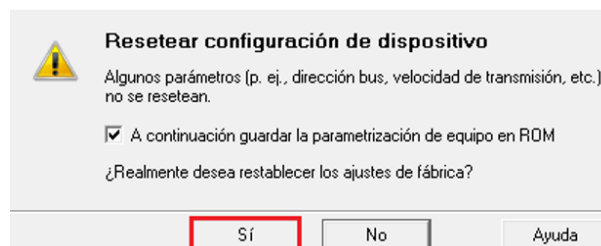
Figura 2.7: Comparación online/offline.

2.3.3. Restablecer ajustes de fábrica

Es importante restablecer a ajustes de fábrica el variador, siempre que se inicie con una nueva configuración, para ello se debe presionar en el nombre del variador “G120_CU250S_2_DP” y luego presionar el botón “Restablecer ajustes de fábrica” ubicado en la parte superior del proyecto (véase la Figura 2.8).



(a) Aplicar restablecimiento de ajuste de fabrica.



(b) Confirmar el restablecimiento de ajustes de fábrica

Figura 2.8: Restablecer ajustes de fábrica.

2.3.4. Configuración y parametrización de un motor asíncrono

La configuración y parametrización de los datos del motor asíncrono se puede realizar a partir de un “Asistente de configuración”. En la Figura 2.9 se muestra cómo se puede acceder al “Asistente” desde el área de trabajo.



Figura 2.9: Asistente de configuración.

El “Asistente de configuración” dispone de varios apartados los cuales permiten realizar la parametrización para la puesta en marcha del motor. A continuación, se explica la configuración de cada apartado.

- En “Clase de aplicación” se puede elegir el tipo de aplicación en la que trabajara el accionamiento. La Figura 2.10 muestra que se ha seleccionado la opción “[1] Standard Drive Control (SDC)” la cual, es adecuada para aplicaciones como bombas, ventiladores, compresores, etc.

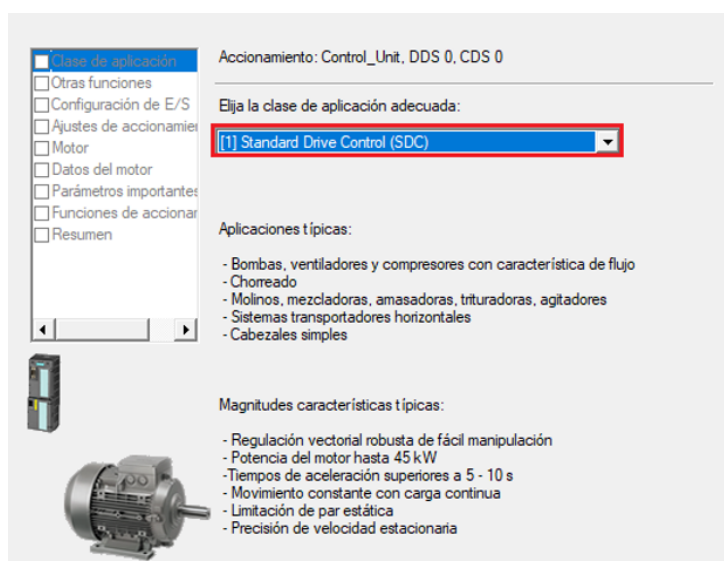


Figura 2.10: Clase de aplicación.

- En “Otras funciones”, se puede escoger otras funciones para aplicaciones como el posicionador simple. En este caso no se adicionará ninguna función.
- En “Configuración E/S” se elige el tipo de ajuste predeterminado. Cada ajuste dispone de una configuración en los bornes de entrada y salida del accionamiento. La Figura 2.11 muestra el ajuste predeterminado seleccionado “1.) Transport. con 2 consignas fijas”, mientras que, en las Tablas 2.1 y 2.2 se indica la disposición de los bornes de E/S para el ajuste seleccionado.

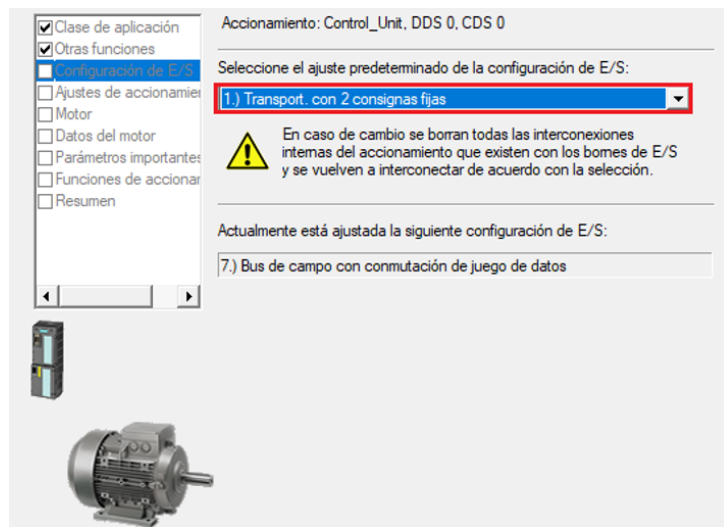


Figura 2.11: Configuración E/S.

Tabla 2.1: Entradas digitales del ajuste predeterminado.

Entrada digital	Parámetro	Función
DI 0	P3330	CON/DES1 derecha
DI 1	P3331	CON/DES1 izquierda
DI 2	P2103	Confirmar fallo
DI 4	P1022	Consigna fija de velocidad 2
DI 5	P1023	Consigna fija de velocidad 3

Tabla 2.2: Salidas digitales del ajuste predeterminado

Salida digital	Parámetro	Función
DO 0	P0730	Indicador de fallos
DO 1	P0731	Indicador de alarmas
A0 0	P0771[0]	Valor real de velocidad
AO 1	P0771[1]	Valor real de corriente

- En “Ajustes de accionamiento” se escoge la norma del motor a usar y la tensión a la que se encuentran conectados los dispositivos. Esta configuración se muestra en la Figura 2.12.

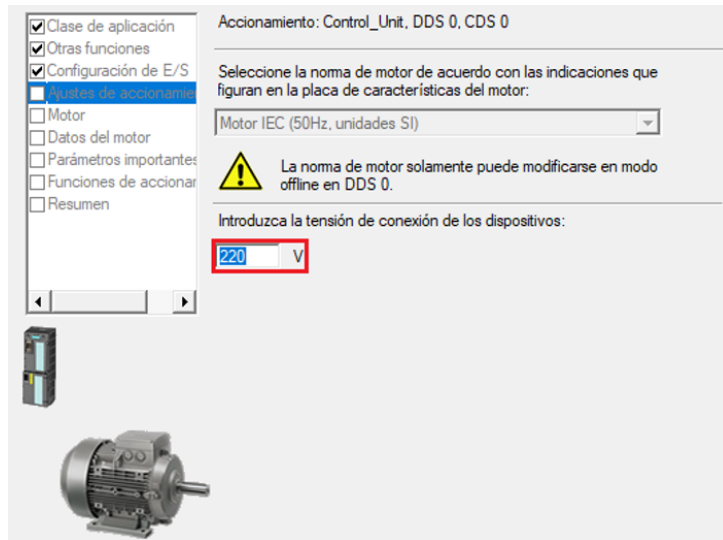


Figura 2.12: Ajustes de accionamiento.

- En “Motor” se debe escoger el tipo de motor que se utilizará. En la Figura 2.13 se ha seleccionado un motor “Asíncrono” y la opción “Introducir datos de motor”.

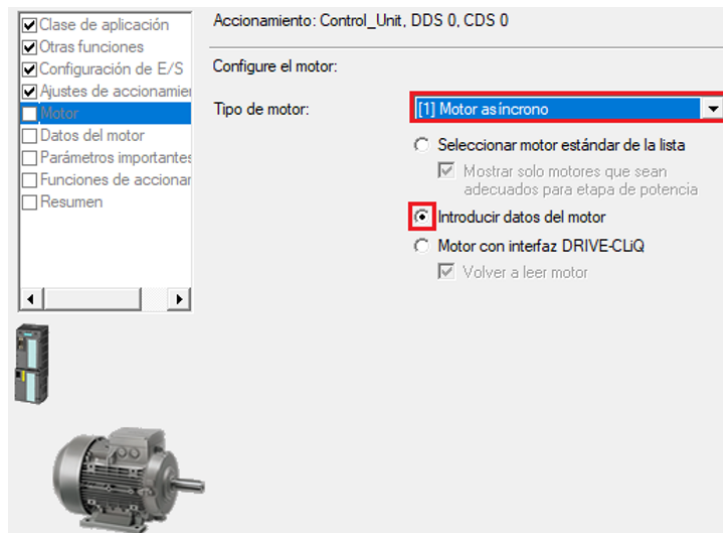


Figura 2.13: Motor.

- En “Datos de motor”, se ingresan los datos del motor que se utilizará. Por lo general estos datos se indican en la placa del motor. La Figura 2.14 indica los

parámetros que han sido ingresados según el tipo de conexión del motor.

Accionamiento: Control_Unit, DDS 0, CDS 0

Elija el tipo de conexión de su motor y el funcionamiento a 87 Hz:

Triángulo Fcto. a 87 Hz

Introduzca los siguientes datos del motor:

Parámetro	Texto del parámetro	Valor	Unidad
p305[0]	Intensidad asignada del motor	2.20	Aef
p307[0]	Potencia asignada del motor	0.55	kW
p311[0]	Velocidad de giro asignada del motor	1440.0	1/min

Los siguientes datos del motor están predefinidos y pueden modificarse en caso necesario:

Parámetro	Texto del parámetro	Valor	Unidad
p304[0]	Tensión asignada del motor	220	Vef
p310[0]	Frecuencia asignada del motor	50.00	Hz
p335[0]	Tipo de refrigeración del motor	[0]	Refr

Figura 2.14: Datos de motor.

- En “Parámetros importantes” se definen los valores límites a los que el motor funcionará. En caso de que se sobrepasan esos parámetros, el variador notificará de un error. En la Figura 2.15 se muestra la configuración de estos parámetros.

Accionamiento: Control_Unit, DDS 0, CDS 0

Defina los valores para los parámetros principales:

Lim. intensidad: 3.30 Aef

Velocidad mín. rotación: 0.000 1/min

Velocidad máx. rotación: 1200.000 1/min

Tiempo acelerac.: 10.000 s

Tiempo decelerac.: 10.000 s

Tiempo de deceleración DES3: 5.000 s

Figura 2.15: Datos importantes.

- Finalmente, en la Figura 2.16, se muestra el apartado “Resumen”, en el cual se detalla todos los parámetros que han sido configurados en el asistente. Para

finalizar se procede a guardar los datos en el accionamiento haciendo clic en “RAM o ROM (guardar datos en accto.)”.

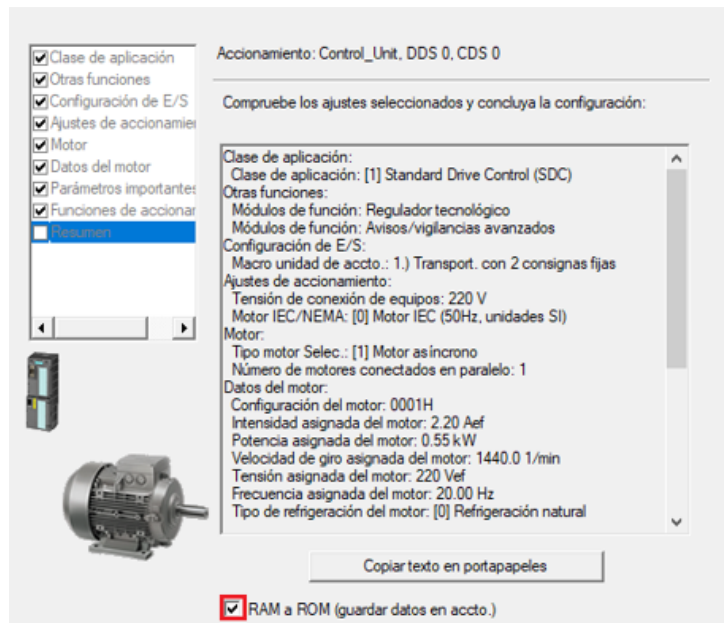


Figura 2.16: Resumen de asistente de configuración.

2.3.5. Configuración de entradas digitales

Las entradas y salidas digitales tienen establecidas diferentes funciones dependiendo del ajuste predeterminado que se ha configurado.

Para acceder a la configuración de las entradas y salidas digitales, se debe ubicar en el “Navegador de proyectos” y hacer clic en “Entradas/Salidas”. La Figura 2.17 muestra la configuración de las entradas digitales que se ha dado a partir del ajuste predeterminado “1.) Transport. con 2 consignas fijas”.

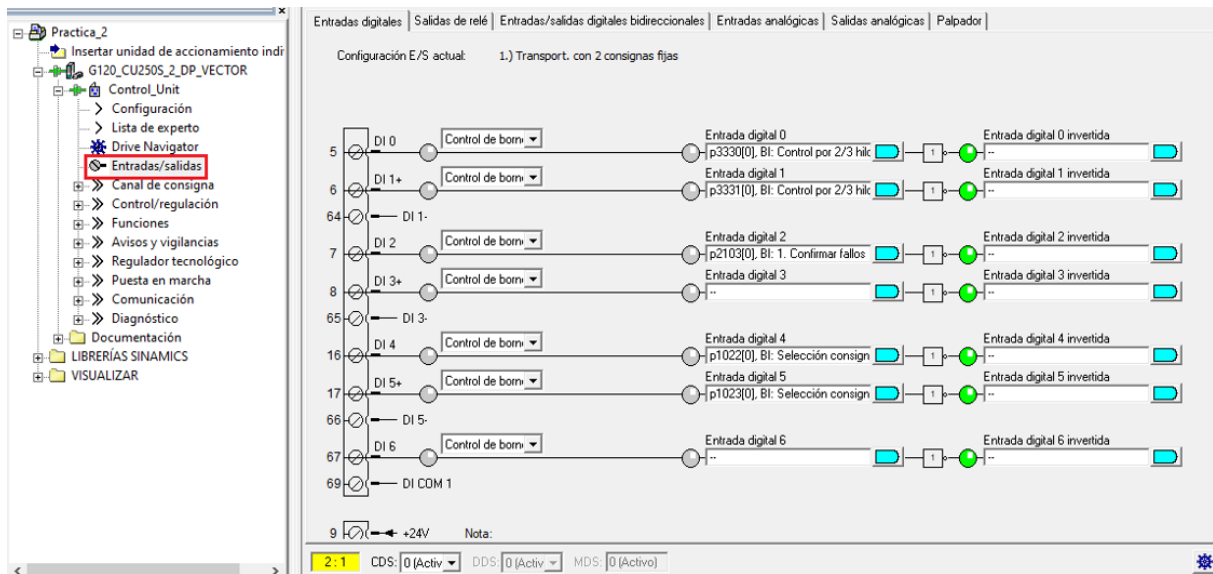


Figura 2.17: Ventana de Entradas/salidas digitales.

Para este caso se configurará las entradas digitales DI 16, DI 17, DI 18 y DI 19. Para configurar una entrada digital, se debe hacer clic izquierdo sobre el botón azul y luego se debe hacer clic sobre “Otras interconexiones”. La Figura 2.18) ilustra este procedimiento sobre la entrada digital DI 16.

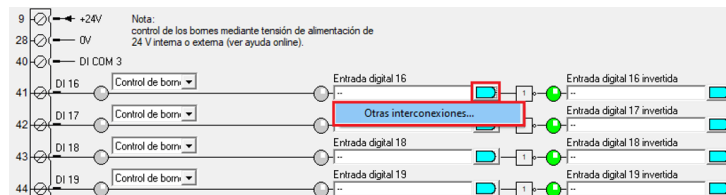


Figura 2.18: Configuración de entrada digital DI 16.

En la Figura 2.19 se muestra una lista de parámetros que permite modificar la función de la entrada digital. Para este caso, se ubica el parámetro “P3330” para que la entrada DI16 quede configurada para poner en marcha al motor en un sentido horario.

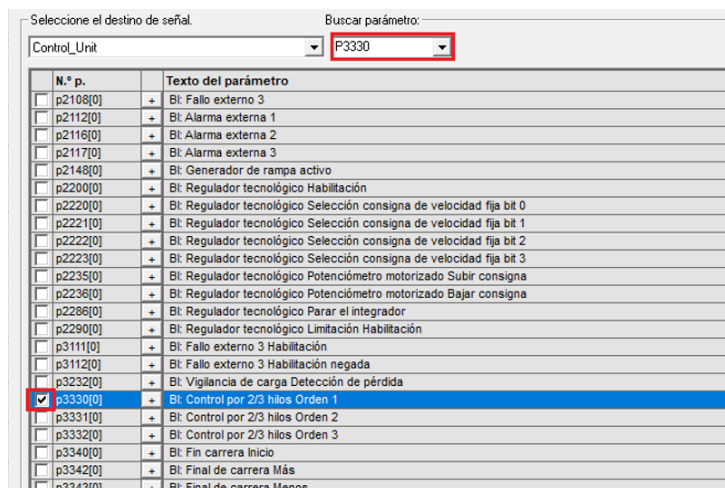


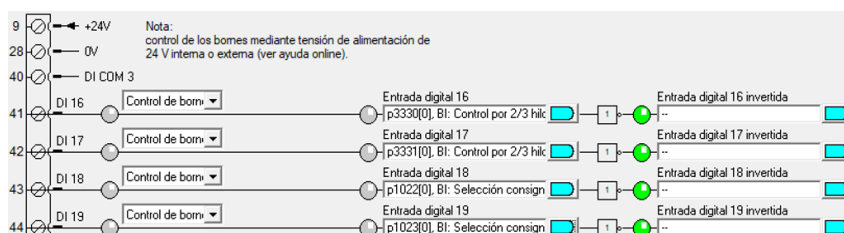
Figura 2.19: Lista de parámetros.

A continuación, se muestra la Tabla 2.3, en la cual se indica el parámetro correspondiente que se ha configurado para cada una de las entradas digitales.

Tabla 2.3: Configuración de parámetros.

Entrada digital	Parámetro	Función
DI 16	P3330	CON/DES1 derecha
DI 17	P3331	CON/DES1 izquierda
DI 18	P1022	Consigna fija de velocidad 2
DI 19	P1023	Consigna fija de velocidad 3

La Figura 2.20 muestra la configuración finalizada de las entradas digitales DI 16, DI 17, DI 18 y DI 19.



La Figura 2.21 muestra que se ha configurado la consigna de velocidad fija 3 a 500 rpm y la consigna de velocidad fija 4 a 1000 rpm.

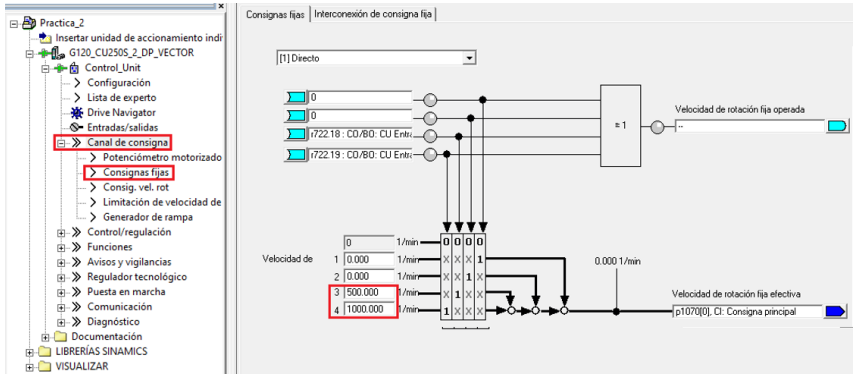


Figura 2.21: Consignas de velocidad.

Finalmente, el variador está completamente configurado y listo para su funcionamiento.

Capítulo 3

Conexión del variador SINAMICS G120 a través de Profibus DP

En este capítulo se presenta la conexión del Variador SINAMICS G120 con la unidad de control CU250S-2 DP a través del protocolo de comunicación PROFIBUS DP. Se especifica la configuración de las direcciones de bus de campo del dispositivo y la configuración básica de los parámetros del telegrama estándar de comunicación 1 para el control de un motor trifásico asíncrono.

3.1. Profibus

Profibus tiene la peculiaridad de no ser un sistema de comunicación como tal, más bien es la integración de una variedad de protocolos en un mismo paquete mediante la tecnología de bus de campo. En el sistema la conexión consiste de una línea central, permitiendo el manejo de la información de una manera más eficiente y teniendo la posibilidad de, además del envío de mensajes de automatización, hacer un auto-diagnóstico y un diagnóstico de la conexión[23].

3.2. Configuración de Hardware

3.2.1. Topología de la subred Profibus

La conexión de hardware de la subred Profibus está dada por una topología lineal o topología de bus la cual permite la conexión de varios dispositivos entre si que responden a una línea central. En la Figura 3.1 se puede observar la conexión más básica de la red Profibus para la comunicación entre el autómata programable (CPU 1516-3 PN/DP) y el variador G120 (CU250S-2 DP).

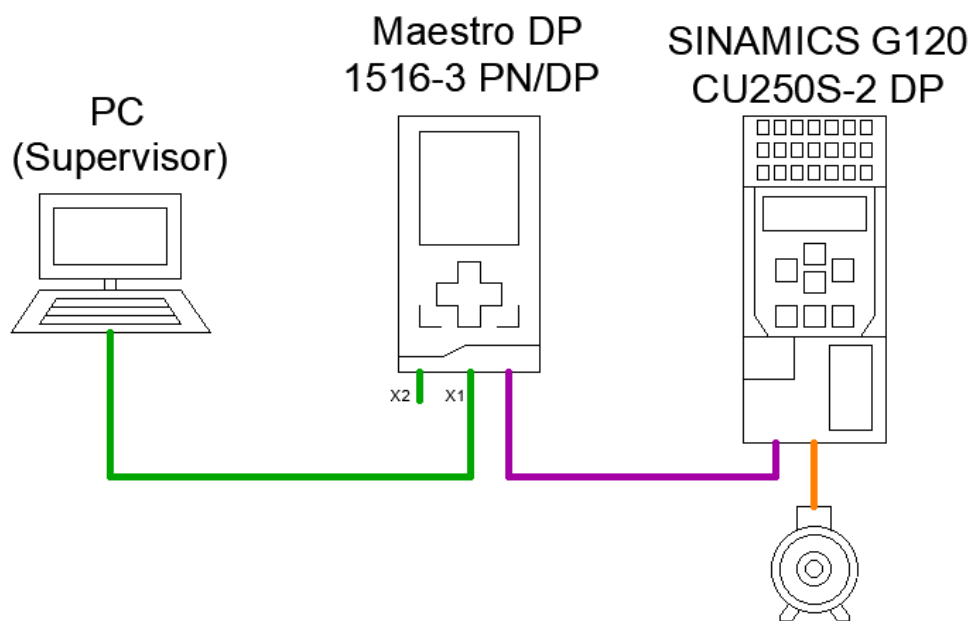


Figura 3.1: Topología línea de la subred Profibus.

3.3. Configuración del Variador SINAMICS G120 CU250S-2 DP

La configuración de los parámetros del motor se puede realizar a través de STARTER tal como se ha observado en el Capítulo 2, también se dispone del IOP-2 que permite realizar la configuración y parametrización directamente en el variador. En la Figura 3.2 se observa la pantalla "Puesta en marcha rápida", donde se configuran los parámetros del motor.

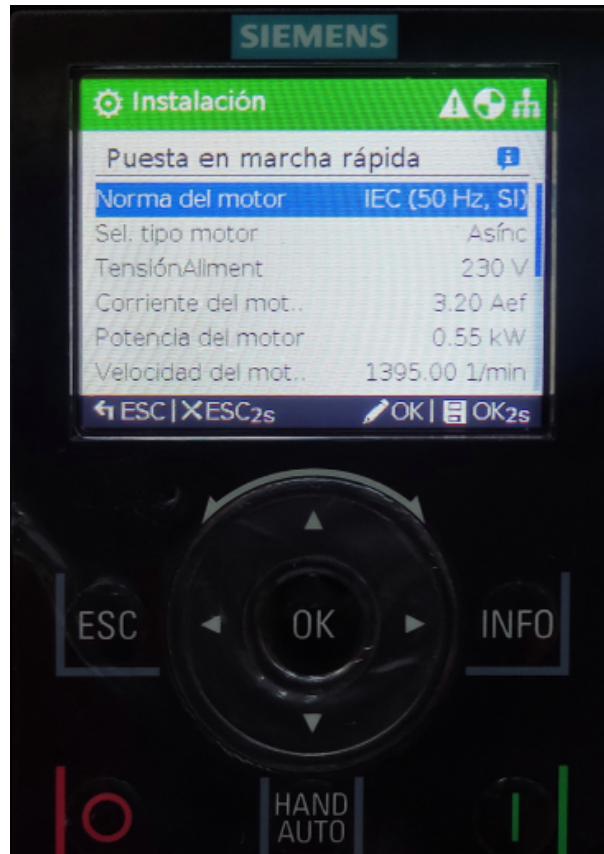


Figura 3.2: Configuración de los parámetros del motor.

La configuración usada en el presente documento para el motor asíncrono trifásico se observa en la Tabla 3.1. Esta configuración debe ser ingresada en la pantalla de la Figura 3.2.

Tabla 3.1: Parámetros del motor asíncrono.

Parámetro	Configuración
Norma del motor	Nema(60 Hz, SI)
Sel. Tipo de motor	Asíncrono
Tensión alimentación	220 V
Corriente del motor	2.20 Aef
Potencia del motor	0.55 kW
Velocidad del motor	1440.00 rpm
Tensión del motor	220 v
Frecuencia del Motor	60 Hz
Velocidad Mínima	0.00 rpm
Velocidad Máxima	1440.0 rpm
Tiempo de aceleración	5 s
Tiempo de deceleración	5 s
Configuración de E/S	(7) Regulación PN/PD

Para una explicación más detallada de los pasos a seguir dirigirse al apartado "Anexo 1".

3.3.1. Ajuste de telegrama de comunicación

Para ajustar el telegrama de comunicación, a través del IOP-2, se debe ajustar el parámetro "p922", posteriormente seleccionar el telegrama de comunicación correspondiente, que en este caso será el Telegrama 1. La Figura 3.3 muestra el ajuste del telegrama estándar 1. Para más información de los pasos a seguir dirigirse al apartado "Anexo 4".

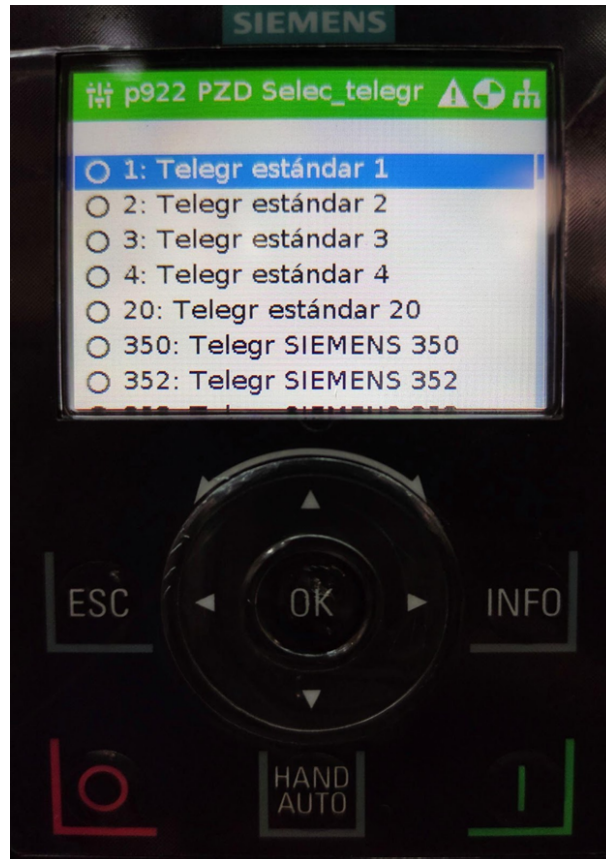


Figura 3.3: Ajuste de telegrama de comunicación 1.

3.3.2. Dirección de bus de campo del variador SINAMICS G120 DP

El protocolo de comunicación Profibus DP requiere de una dirección distinta para cada dispositivo en red. Para configurar satisfactoriamente el variador de frecuencia, se debe abrir la tapa inferior del equipo, donde se encuentra un DIPSWITCH de selección de bus de campo integrado con 7 bits, ya que la dirección se establece en código binario. En la figura 3.4 se puede visualizar gráficamente la ubicación de este dispositivo dentro del equipo.

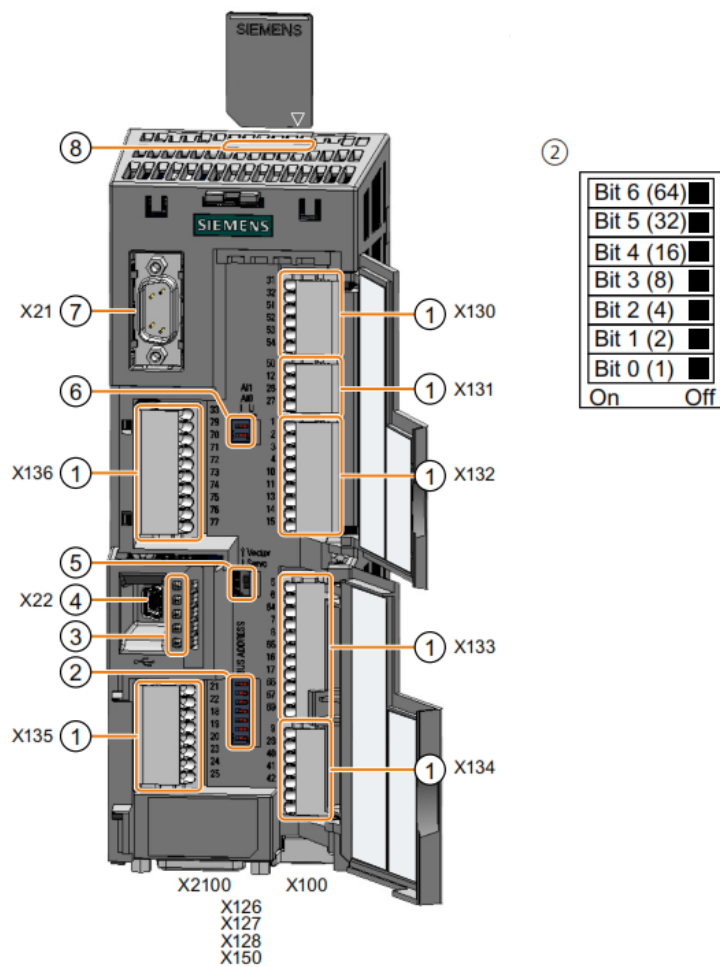


Figura 3.4: Interior del Variador de frecuencia G120 [1].

El protocolo de comunicación Profibus DP permite el uso de 127 dispositivos en simultaneo, siendo el único requisito, no compartir las direcciones entre sí. Para este caso, el PLC a utilizar se ha configurado previamente con la dirección 2, por consiguiente, se puede utilizar cualquier dirección desde la 3 en adelante. En la Figura 3.5 se muestra un ejemplo de la configuración del variador en la dirección número 3.



Figura 3.5: Dirección de bus de campo 3.

3.4. Configuración de la comunicación Profibus

3.4.1. Equipos para la subred Profibus

La configuración de la comunicación Profibus y del controlador se realiza a través del software TIA Portal. Para iniciar se debe crear un nuevo proyecto y agregar el controlador de la familia SIMATIC S7-1500 correspondiente a la CPU 1516-3 PN/DP versión 2.6. Una vez agregado el dispositivo se visualizará en la pestaña "Vista de dispositivos".

En la pestaña "Vista de redes" que se encuentra en el apartado "Dispositivos y redes", se agrega la unidad de control CU250S-2 DP versión 4.7, tal y como se puede observar en la Figura 3.6. Para una explicación más detallada de los pasos a seguir dirigirse al apartado "Anexo 7".

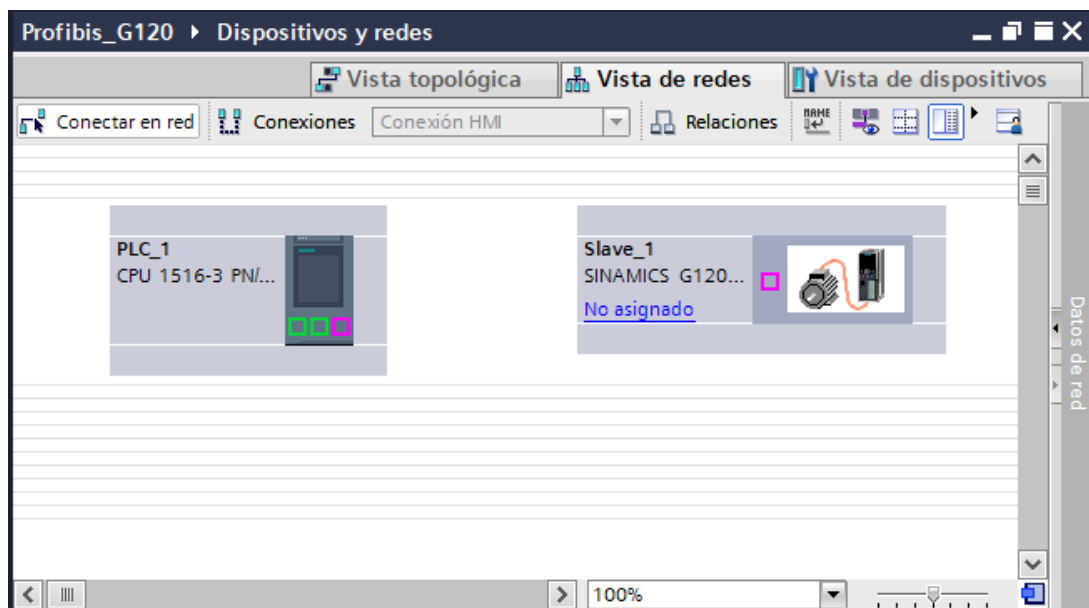


Figura 3.6: Visualización de los dispositivos

3.4.2. Asignación del telegrama de comunicación.

Para realizar la comunicación entre el variador de frecuencia y el autómatas (PLC) se debe agregar un telegrama de comunicación en la configuración de TIA Portal. El telegrama estándar 1 PZD 2/2, es el encargado de la comunicación en este caso y consiste de dos palabras para recibir datos y dos palabras para la transmisión

de datos. A través del telegrama, el variador recepta los datos de control (STW1) y consigna de velocidad (NSOLL_A), mientras que transmite datos de estado (ZSW1) y los valores reales de velocidad (NIST_A).

Tabla 3.2: Estructura del telegrama estándar 1 [4].

	PZD01	PZD02
Recibir dato	STW1	NSOLL_A
Transmitir dato	ZSW1	NIST_A

Para asignar el telegrama de comunicación, se debe dar doble clic sobre el variador de frecuencia y posteriormente ubicarse en la pestaña “Módulo de cabecera”, se selecciona el “Telegrama estándar 1, PZD-2/2”. Se agregará automáticamente (ver figura 3.7). Para una explicación más detallada dirigirse al apartado “Anexo”.

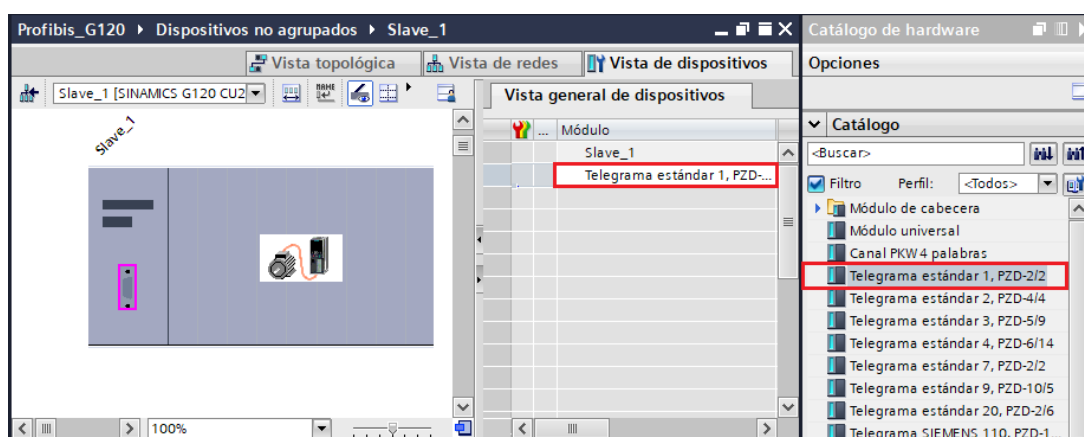


Figura 3.7: Asignar telegrama de comunicación 1.

3.4.3. Configuración de las direcciones de los dispositivos de la subred Profibus

La configuración en Tia Portal de las conexiones de la subred se realiza desde la pestaña Vista de redes, en este apartado se visualizan todos los equipos que se van a utilizar, y al presionar en el icono "Vista de redes", inmediatamente aparecen las direcciones predefinidas. Es aquí donde se puede hacer cambios a las direcciones predefinidas, siempre considerando que se deben establecer valores distintos para cada equipo en Profibus, además de considerar que el valor establecido en la dirección

del variador de frecuencia en esta configuración, sea el mismo que el ajustado con anterioridad en la CU250S-2 de manera física. Las IP de Profinet deben estar en red para una correcta comunicación. Se utiliza este protocolo en conjunto con Profibus debido a que el PLC con el computador solo se pueden comunicar de esta manera. En la figura 3.8 se observa un ejemplo de una configuración satisfactoria de las direcciones tanto Profibus como Profinet. Para una explicación más detallada al apartado "Anexo 7".

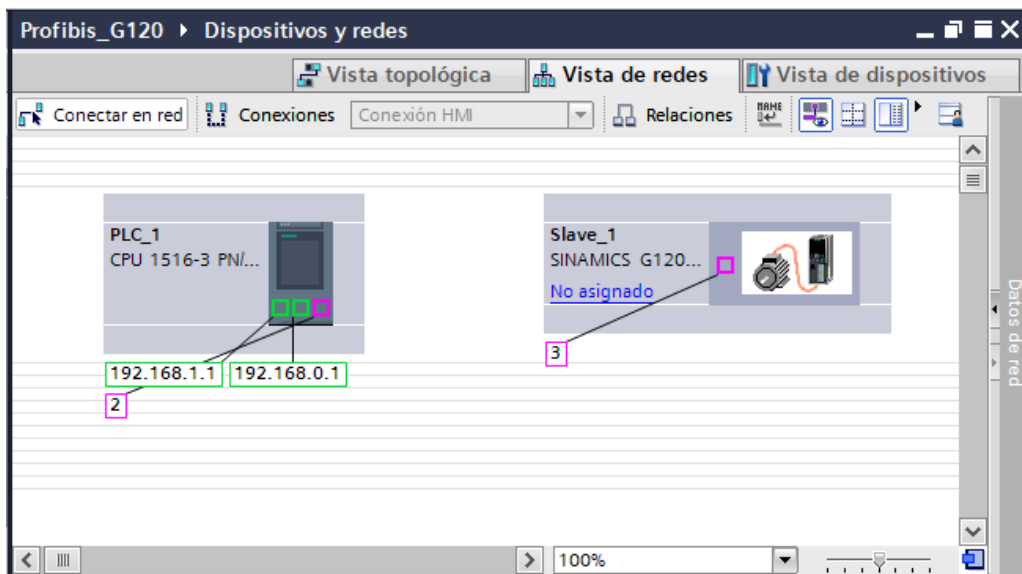


Figura 3.8: Direcciones Profibus.

Ya configuradas las direcciones, dirigirse hacia el puerto Profibus del variador, seleccionar y arrastrar hacia el puerto Profibus del PLC, esto para establecer la conexión entre dispositivos, la interfaz se verá similar a la Figura 3.9.

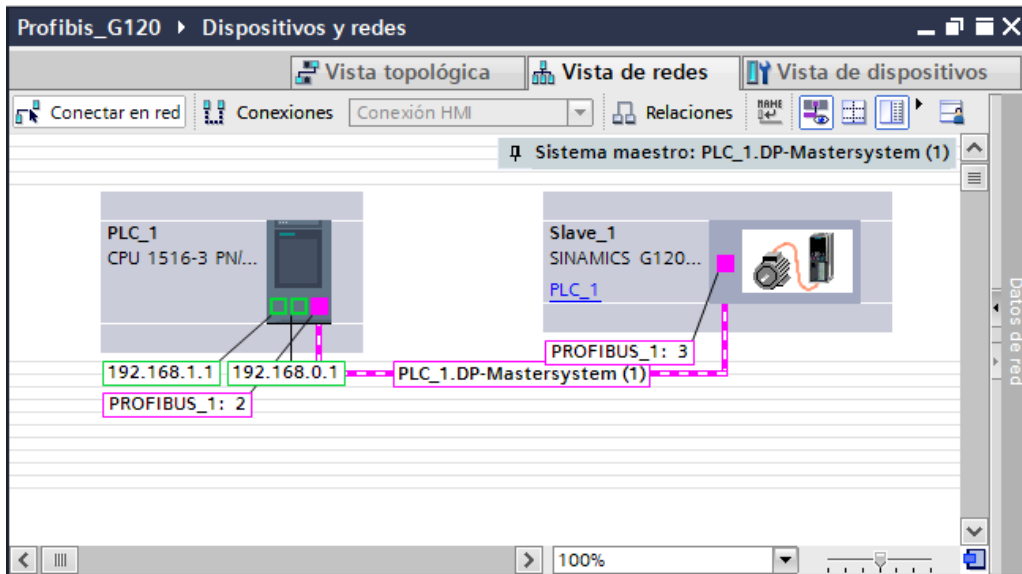


Figura 3.9: Configuración de la subred Profinet.

3.5. Configuración del telegrama estándar 1

Para configurar los parámetros del telegrama estándar 1, se usará el bloque SINA_SPEED_DB el cual permite realizar una comunicación sencilla entre el Maestro DP y el variador SINAMICS G120 DP.

3.5.1. Bloque SINA_SPEED_DB

El bloque SINA_SPEED_DB sirve para usar el telegrama 1, cuenta con parámetros de entrada los cuales se transmiten al variador para su configuración y funcionamiento, mediante los parámetros de salida se obtiene los datos de estado del variador y la velocidad del motor. Los parámetros de entrada y salida del bloque se pueden observar en la Figura 3.10.

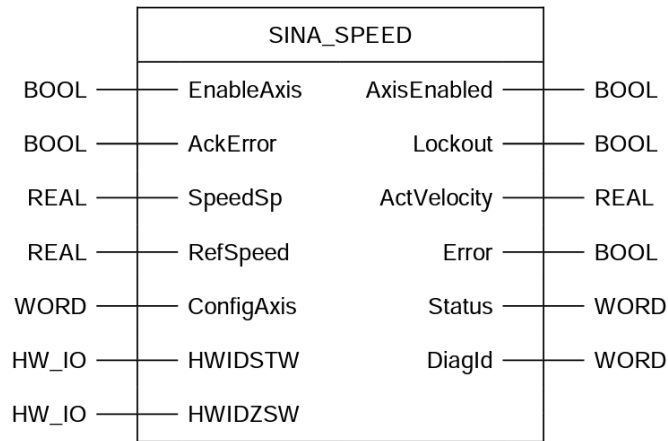


Figura 3.10: Bloque SINA_SPEED_DB [3].

3.5.2. Configuración bloque SINA_SPEED_DB

Finalmente se debe configurar el bloque SINA_SPEED_DB para poder realizar el intercambio de datos entre el Maestro y el esclavo (variador de frecuencia). El bloque con el que se va a trabajar es el Sina_Speed_DB (véase la Figura 3.11).

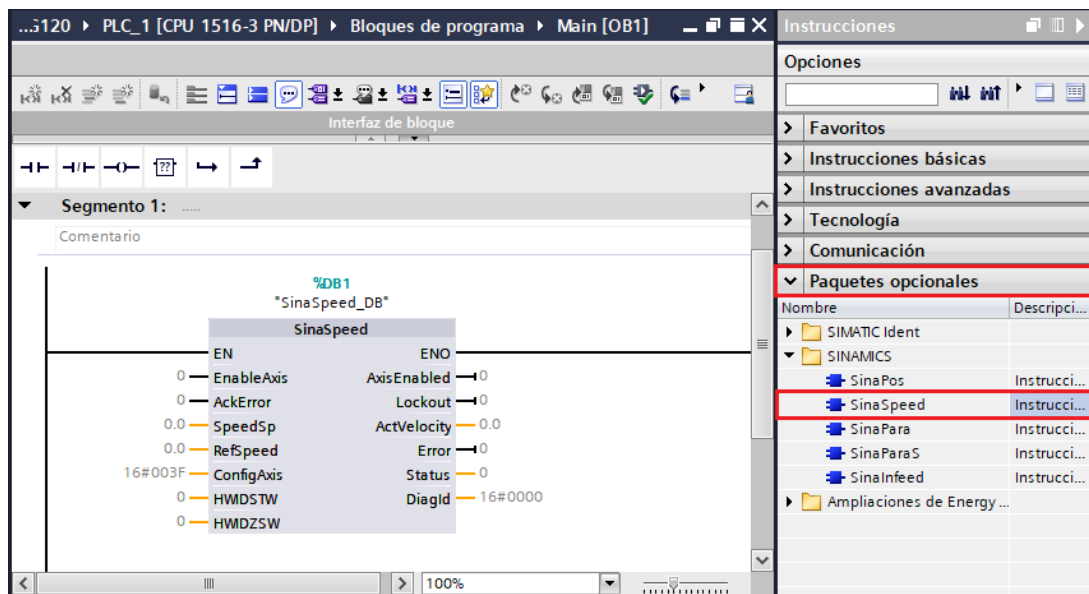


Figura 3.11: Agregar bloque SINA_SPEED_DB.

En la entrada de los parámetros HWIDSTW y HWIDZSW se debe identificar el telegrama de comunicación que ha sido configurado tanto en el variador físico, como en la configuración de software. En la Figura 3.12, se muestra la identificación

del telegrama estándar 1 en las entradas HWIDSTW y HWIDZSW.

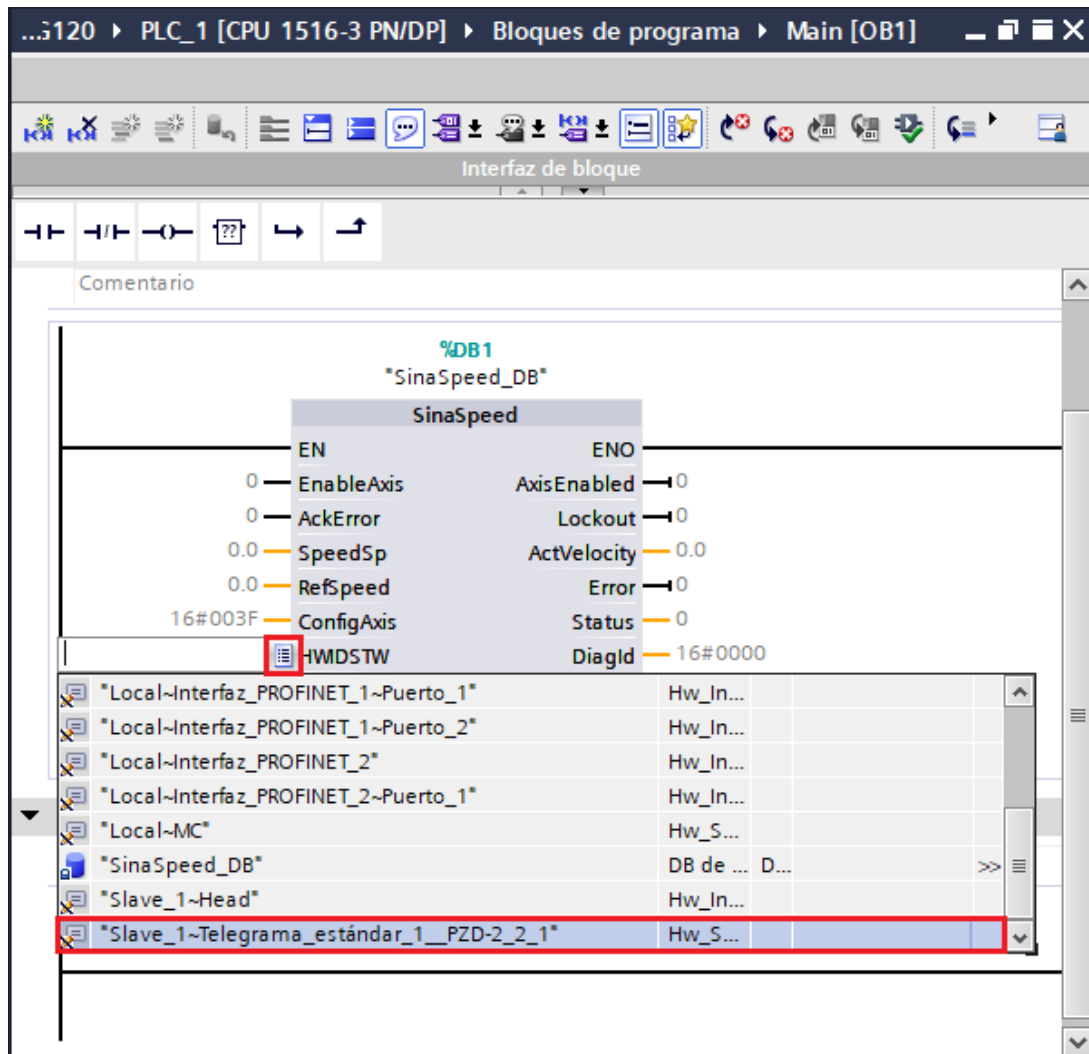


Figura 3.12: Agregar bloque SINA_SPEED_TLGDB.

En la Figura 3.13 se muestra la configuración de las entradas y salidas del bloque SINA_SPEED_DB.

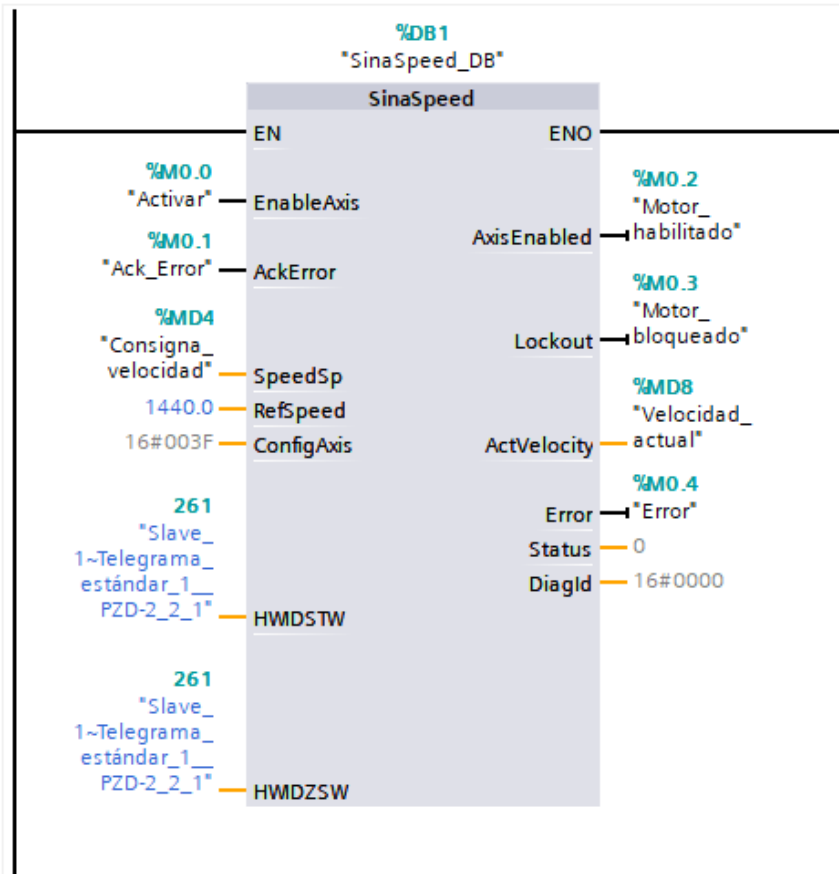


Figura 3.13: Configuración telegrama estándar 1.

Para más información sobre la configuración del bloque SINA_SPEED_DB se puede revisar la explicación detallada en el "Anexo 7".

En las Tablas 3.3 y 3.4 se detallada la función de cada entrada y cada salida del bloque SINA_SPEED_DB.

Tabla 3.3: Entrada de los parámetros del bloque SINA_SPEED_DB [3].

Entrada	Tipo de dato	Función
enableAxis	Bool	Activar el funcionamiento del motor
ackError	Bool	Realizar acuse de fallo
SpeedSP	Real	Asignar consigna de velocidad
refSpeed	REAL	Asignar referencia de velocidad
configAxis	WORD	Palabra de control: 16#003F: Motor gira en sentido horario

Tabla 3.4: Salida de los parámetros del bloque SINA_SPEED_DB [3].

Entrada	Tipo de dato	Función
axisEnabled	Bool	Indica si el motor se encuentra activado
lockout	Bool	Indica si el motor está bloqueado
actCDS	—	—
actVelocity	REAL	Indica la velocidad actual (rpm)
Error	Bool	Indica si existe un error

Capítulo 4

Conexión del variador SINAMCIS G120 a través de Profinet

En este capítulo se presenta la conexión del Variador SINAMICS G120 con unidad de control CU250S-2 PN a través del protocolo de comunicación PROFINET. Se especifica la configuración de la subred, las direcciones IP de los dispositivos y la configuración básica de los parámetros del telegrama estándar de comunicación 20 para el control de un motor asíncrono.

4.1. Profinet

Profinet es un estándar de comunicación basado en Industrial Ethernet. Es ideal para aplicaciones a nivel de automatización industrial, ya que permite la interconexión y el intercambio de datos entre los dispositivos de campo [24].

Profinet IO utiliza la transferencia de datos cíclicos para realizar el intercambio de datos entre los controladores IO y los dispositivos IO, diagnósticos y alarmas. Utiliza tres canales de comunicación [25, 26]:

- TCP/IP: transmisión de datos de configuración y parametrización
- RT (real Time): para intercambio de datos en tiempo real,
- IRT (Isochronous Real Time): mejora el rendimiento en el intercambio de datos, ideales para sistemas de control de movimiento.

Ventajas de Profinet:

- Flexibilidad: Es un estándar abierto, dispone de herramientas web y dispone de topologías flexibles.
- Eficiencia: La instalación de su conexión es sencilla, permite el diagnóstico de los dispositivos y de la red.
- Permite trabajar a altas velocidades con una gran precisión.

4.2. Configuración de hardware

4.2.1. Topología de la subred Profinet

La conexión de hardware se basa en una topología lineal, la cual permite la conexión entre la PC(supervisor), el controlador IO (CPU 1516-3 PN/DP) y el variador SINAMCIS G120 (CU250S-2 PN). La topología utilizada se ilustra de mejor manera en la Figura 4.1.

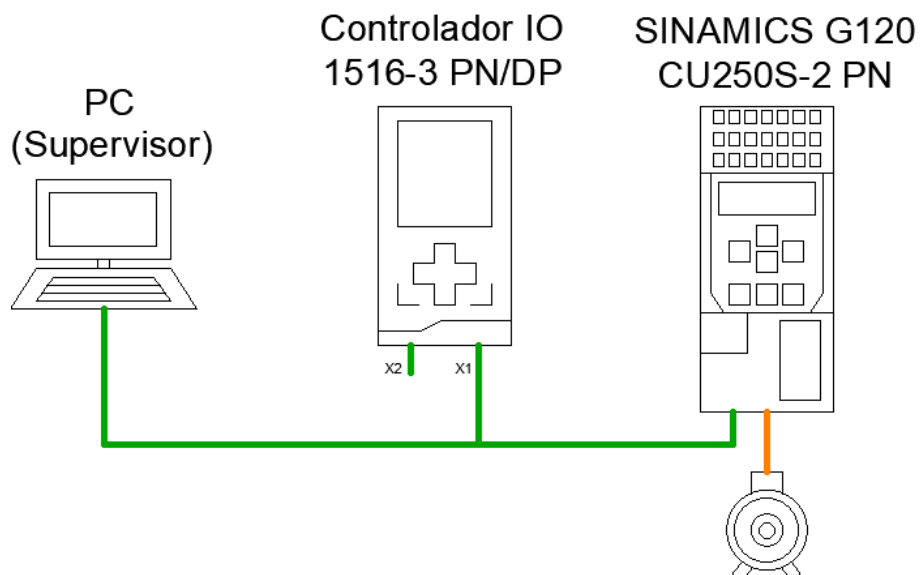


Figura 4.1: Topología en línea para la subred Profinet.

4.3. Configuración del Variador SINAMICS G120 CU250S-2 PN.

La configuración de los parámetros del motor se puede realizar a través de STARTER, tal como se ha visto en el Capítulo 2. Se debe tener en cuenta que, también es posible configurar el variador utilizando el IOP-2.

Para este caso se asume una configuración de los parámetros del motor idéntica a la realizada en el apartado anterior para la red Profibus.

4.3.1. Configuración del telegrama de comunicación

Para ajustar el telegrama de comunicación, a través del IOP-2, se debe buscar el parámetro "p922". A continuación se debe seleccionar el telegrama de comunicación. La Figura 4.2 muestra el ajuste del telegrama estándar 20. Para una explicación más detallada se puede revisar el "Anexo 5".



Figura 4.2: Ajuste del telegrama de comunicación 20.

4.3.2. Definición de la dirección IP

Para realizar el intercambio de datos entre el controlador y el variador a través de Profinet, cada dispositivo debe tener asignada una dirección IP.

La dirección IP del variador se puede definir desde el software TIA PORTAL V15.1, el cual permite acceder a la configuración de los dispositivos que se encuentran conectados a través de la opción “Accesos Online”. En la Figura 4.3 se muestra la configuración IP: 192.168.0.3 que ha sido asignada al variado mediante “Accesos Online”. Para una explicación más detallada se puede revisar el “Anexo 5”.

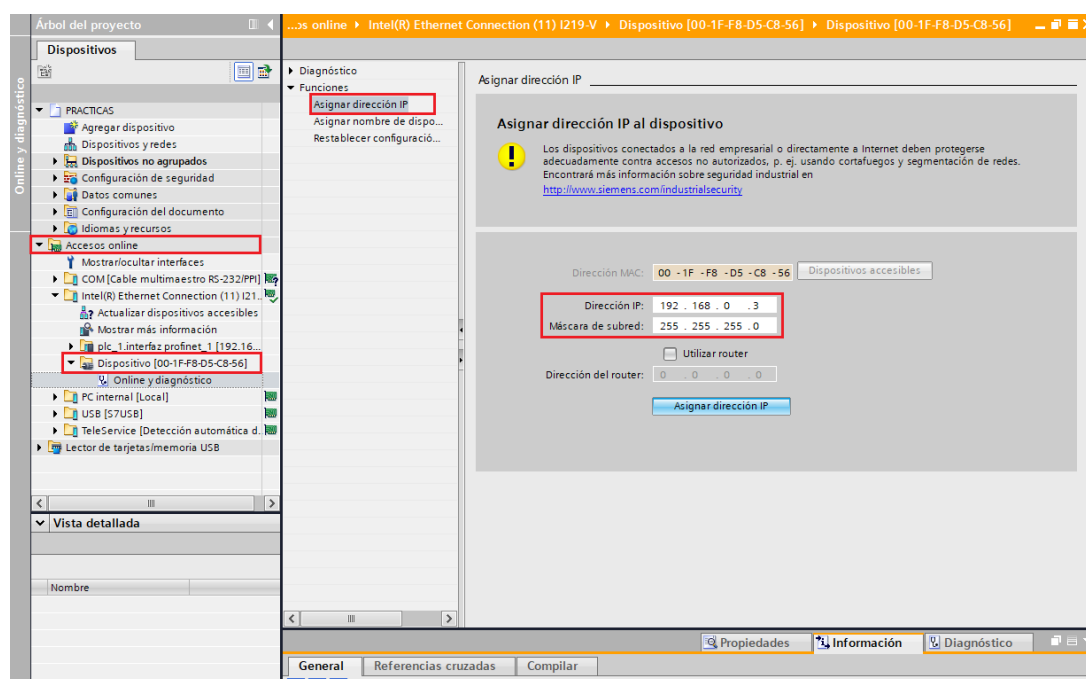


Figura 4.3: Topología línea de la subred Profinet.

4.4. Configuración de la comunicación Profinet

4.4.1. Equipos para la subred Profinet

La configuración de la comunicación Profinet y de los dispositivos, se realiza a través del software TIA PORTAL V15.1. Para iniciar se debe crear un nuevo proyecto y agregar el controlador de la familia SIMATIC S7-1500 correspondiente a la CPU 1516-3 PN/DP versión 2.6. Una vez agregado el dispositivo se visualizará en la pestaña “Vista de dispositivos”.

En la pestaña "Vista de redes" que se encuentra en el apartado "Dispositivos y redes", se agrega la unidad de control CU250S-2 PN VECTOR versión 4.7. Para una explicación más detallada de los pasos a seguir dirigirse al apartado "Anexos".

En la Figura 4.4 se observa la ventana "Vista de redes". En esta ventana se muestran todos los dispositivos que han sido agregados para el proyecto.

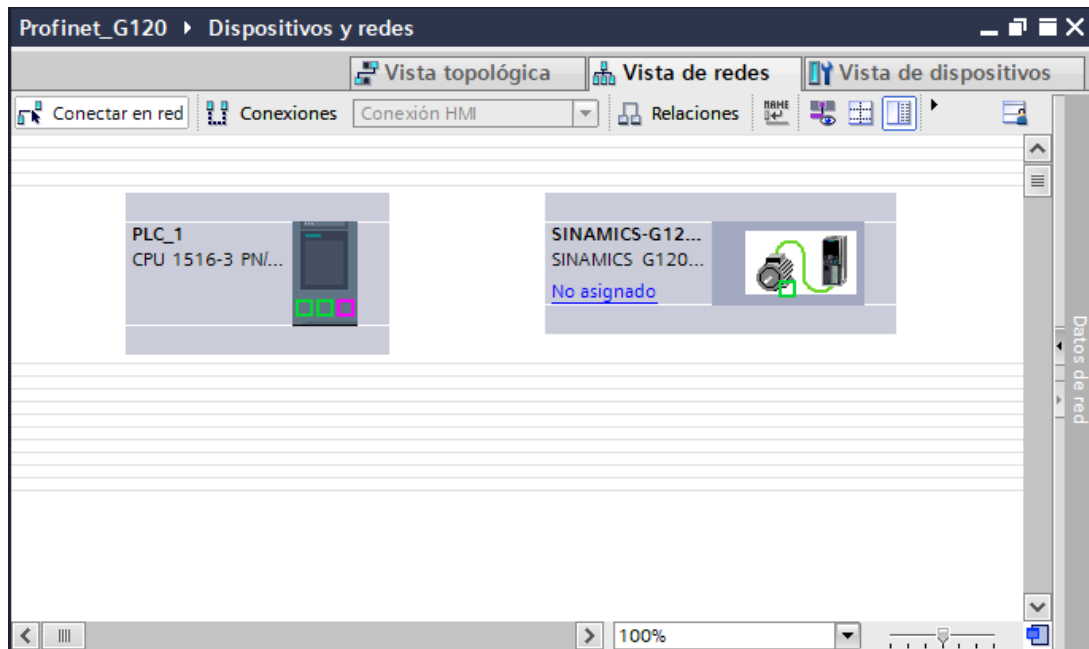


Figura 4.4: Dispositivos de la subred Profinet.

4.4.2. Asignación del telegrama estándar 20

Para realizar la comunicación entre el variador de frecuencia y el controlador IO (PLC), se debe agregar un telegrama de comunicación. El telegrama estándar 20 PZD 2/6, consiste de dos palabras para recibir datos y seis palabras para transmitir datos. La Tabla 4.1 muestra la estructura del telegrama estándar 20.

Tabla 4.1: Estructura del telegrama estándar 20 [1].

	PZD01	PZD02	PZD03	PZD04	PZD05	PZD06
Recibir dato	STW1	NSOLL_A				
Transmitir dato	ZSW1	NIST_A GLATT	IAIST_ GLATT	MIST_ GLATT	PIST_ GLATT	MELD_ NAMUR

A través del telegrama, el variador receipta los datos de control y la consigna de velocidad, y transmite datos de estado y los valores reales de velocidad, corriente,

torque y potencia. También permite transmitir datos de error según la definición de VIK_NAMUR. En la Tabla 4.2 se muestra el significado que tiene cada palabra de recepción y transmisión de datos.

Tabla 4.2: Significado de las palabras de recepción y transmisión de datos (Telegrama 20) [1].

Palabra	Significado	Palabra	Significado
STW1	Palabra de mando 1	IAIST_GLATT	Corriente real
NSOLL_A	Consigna de velocidad de 16 bits	MIST_GLATT	Torque real
ZSW1	Palabra de estado 1	P_IST_GLATT	Potencia activa real
NIST_A_GLATT	Velocidad real de 16 bits	MELD_NAMUR	Palabra de fallo según VIK-NAMUR

Para asignar el telegrama estándar 20, se debe ubicar en la ventana “Vista de dispositivos” correspondiente al variador, luego se selecciona el “Telegrama estándar 20, PZD-2/6” (véase la Figura 4.5).

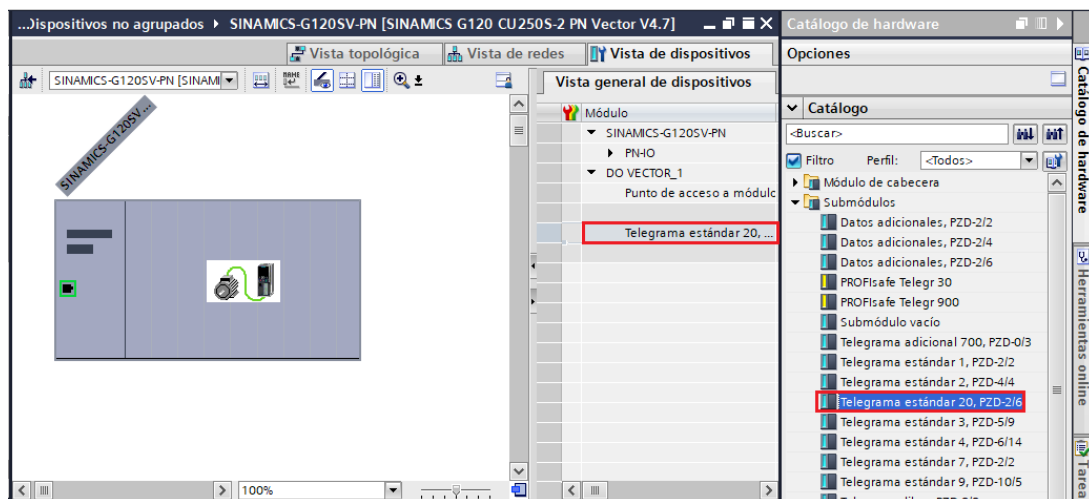


Figura 4.5: Asignar telegrama de comunicación 20.

4.4.3. Configuración de la dirección IP de los dispositivos de la subred Profinet

Se debe asignar una dirección IP a cada dispositivo, esta dirección debe ser la misma que se tiene en los dispositivos físicos. Para asignar la dirección IP se debe hacer clic sobre el puerto Profinet de cada dispositivo. La Figura 4.6 muestra la dirección IP asignada a cada dispositivo.

- Para el PLC S7-1500, se ha configurado la dirección IP: 192.168.0.1.

- Para el variador SINAMICS G120, se ha configurado la dirección IP: 192.168.0.3.

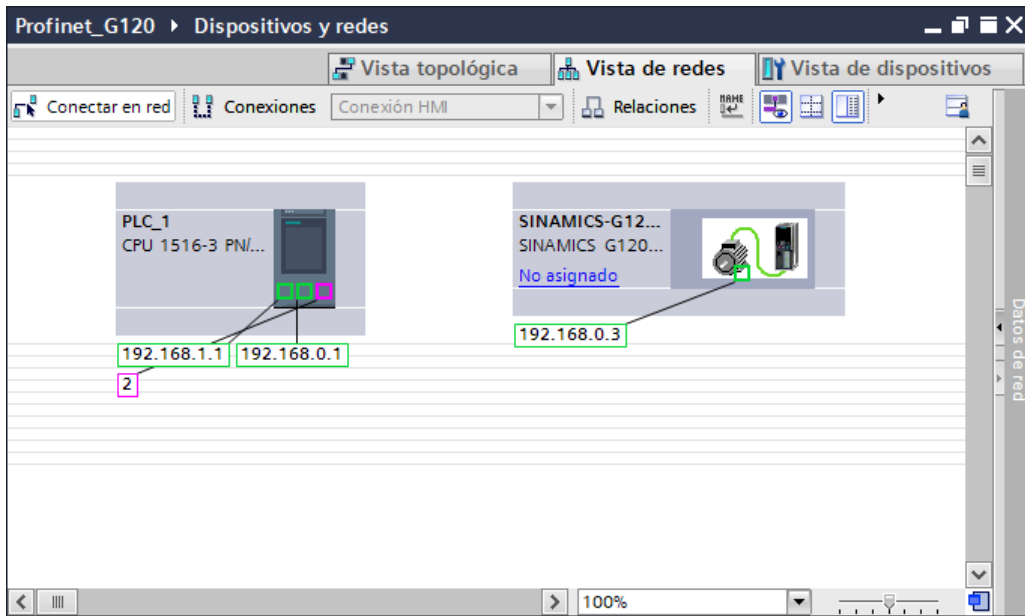


Figura 4.6: Dirección IP de la subred Profinet.

4.4.4. Configuración subred Profinet

La configuración de la subred Profinet se realiza seleccionando el puerto Profinet del variador SINAMICS G120 PN y arrastrarlo hacia el puerto Profinet del controlador IO tal como se observa en la Figura 4.7.

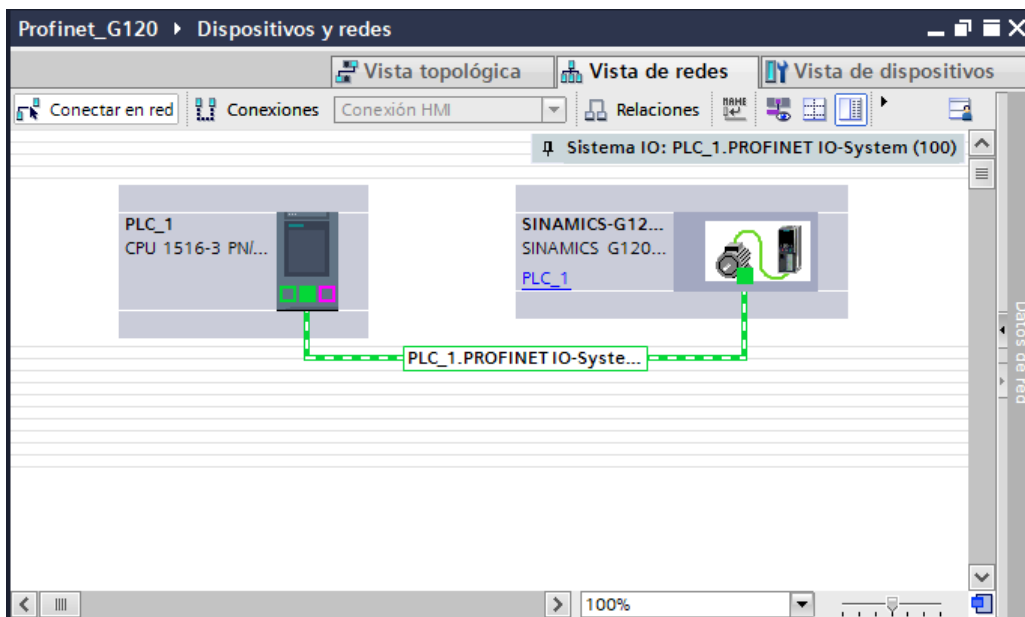


Figura 4.7: Subred Profinet.

4.5. Configuración del telegrama estándar 20

Para configurar los parámetros del telegrama estándar 20, se utilizará la librería LSINAext, la cual, a través del bloque SINA_SPEED_TLG20 permite realizar una comunicación sencilla entre el controlador IO y el variador SINAMICS G120 PN.

4.5.1. Bloque SINA_SPEED_TLG20

El bloque SINA_SPEED_TLG20 cuenta con parámetros de entrada los cuales se transmiten al variador para su configuración y funcionamiento. Mediante los parámetros de salida se obtiene los datos de estado del variador y parámetros actuales de velocidad, corriente, torque y potencia, el bloque también emite estado de error, y los correspondientes avisos de fallo. Los parámetros de entrada y salida del bloque se pueden observar en la Figura 4.7.

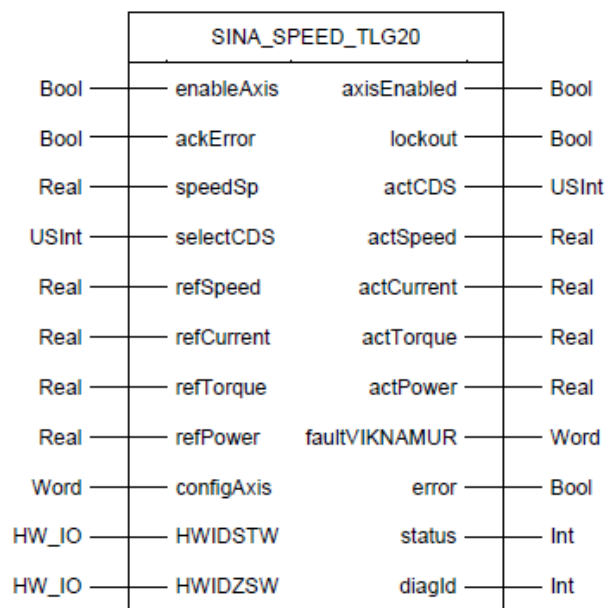


Figura 4.8: Bloque SINA_SPEED_TLG20 [3].

4.5.2. Palabra de error según la definición VIK-NAMUR

El bloque SINA_SPEED_TLG20 permite determinar si se ha producido algún tipo de error en el variador, si en tal caso se dio un error, el bloque indica el tipo de fallo a través de la palabra de salida faultVIKNAMUR, dependiendo del bit que se ha

activado se puede determinar el fallo en el variador. Los avisos de fallo se indican en la Figura 4.9.

Bit	Fallo
0	La unidad de control notifica un fallo.
1	Fallo de red: pérdida de fase o tensión inadmisible.
2	Sobretensión en circuito intermedio.
3	Fallo del Módulo de poder, p. ej., sobre intensidad o exceso de temperatura.
4	Exceso de temperatura del convertidor.
5	Defecto a tierra/entre fases en el cable del motor o en el motor.
6	Sobrecarga del motor.
7	Comunicación con controlador superior averiada.
8	Fallo en un canal de vigilancia seguro.
10	Fallo en la comunicación interna del convertidor.
11	Fallo de red.
15	Otro fallo.

Figura 4.9: Palabra de error según la definición VIK_NAMUR [1].

4.5.3. Configuración bloque SINA_SPEED_TLG20

Finalmente, se realiza la configuración del bloque SINA_SPEED_TLG20 para poder realizar el intercambio de datos entre el controlador y el variador. El bloque se agrega desde “Librerías Globales” / “LSINAEExt_v15.1” / “Plantillas maestras” / “SINA_SPEED_TLG20” (véase la Figura 4.10).

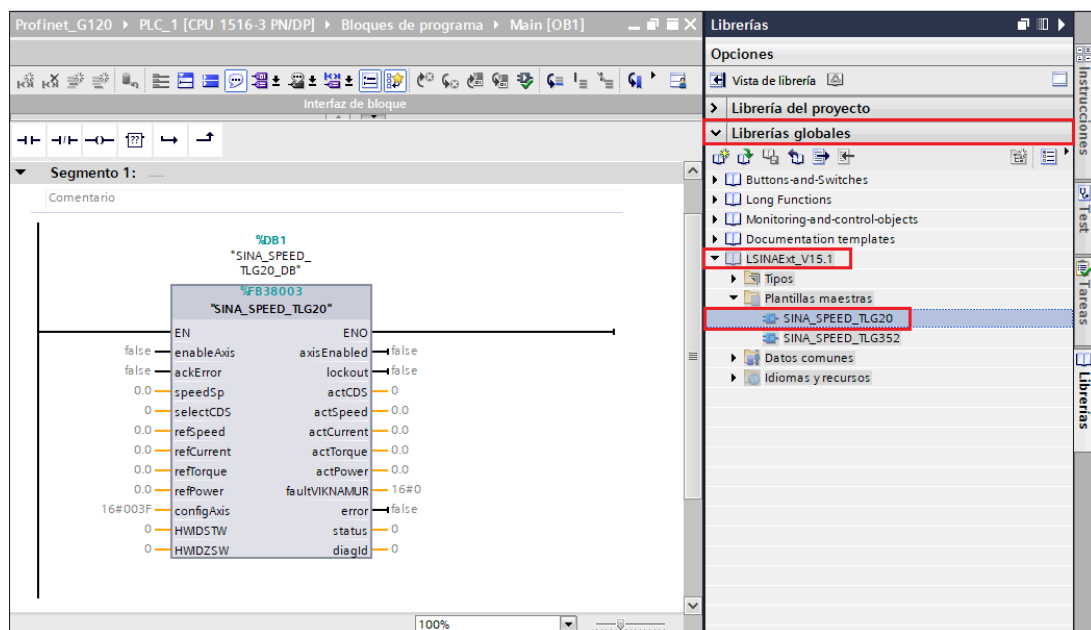


Figura 4.10: Agregar bloque SINA_SPEED_TLG20.

En la entrada de los parámetros HWIDST y HWIDZSW se debe identificar el telegrama de comunicación que ha sido configurado tanto en el variador físico, como en la configuración de software. En la Figura 4.11, se muestra la identificación del telegrama estándar 20 en las entradas HWIDST y HWIDZSW.

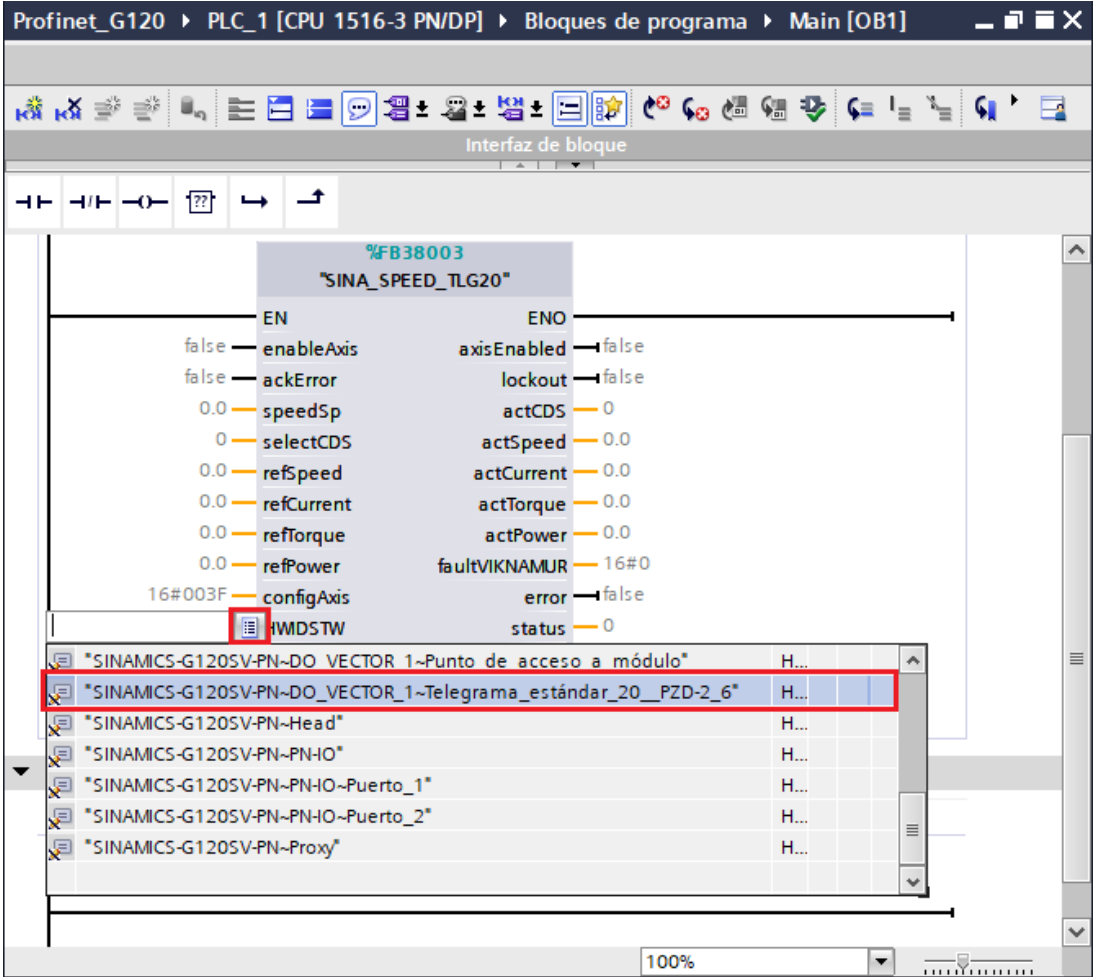


Figura 4.11: Bloque SINA_SPEED_TLG20.

En la Figura 4.12 se muestra la configuración de las entradas y salidas del bloque SINA_SPEED_TLG20.

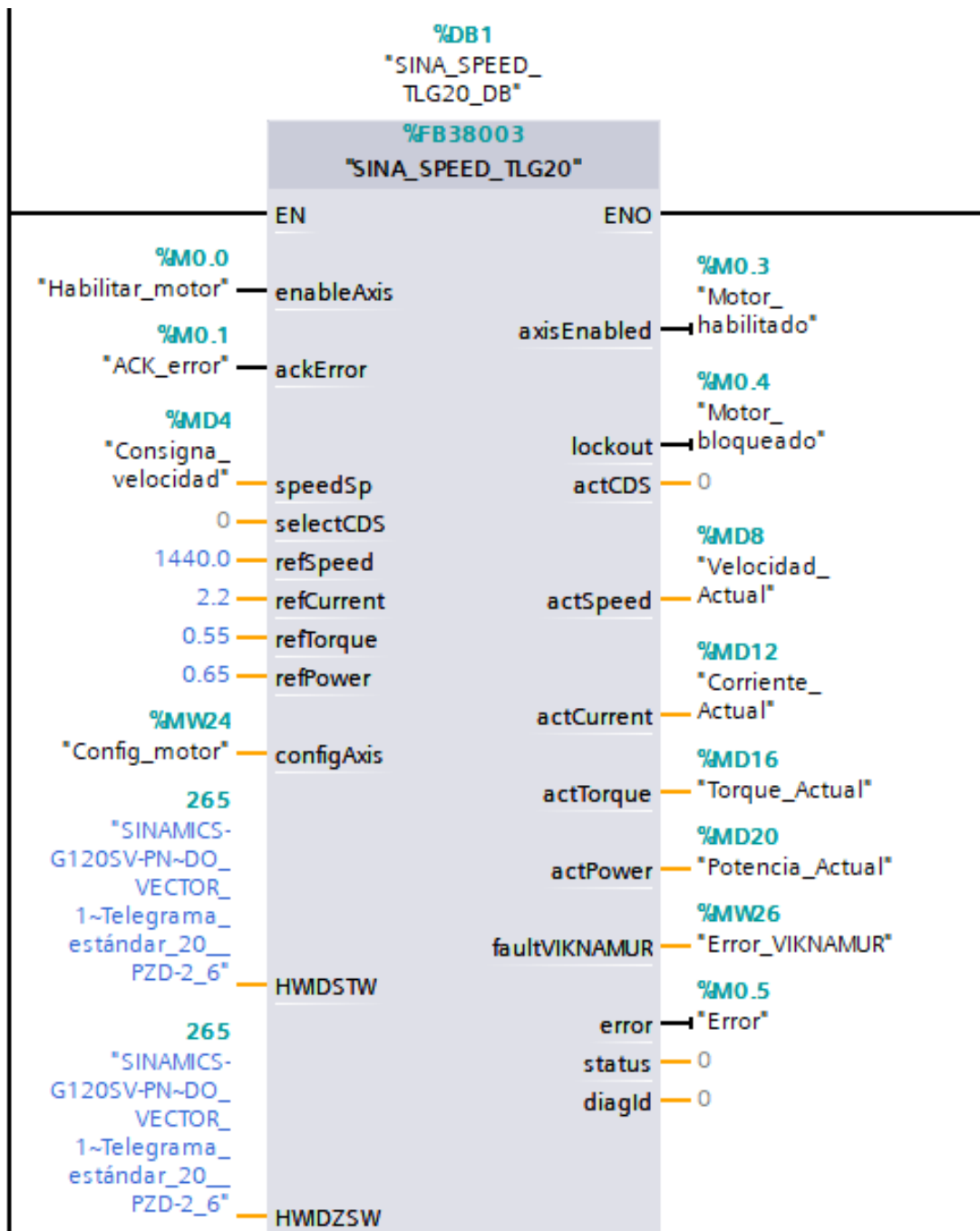


Figura 4.12: Configuración del telegrama estándar 20.

Para más información sobre la configuración completa de bloque SINA_SPEED_TLG20 dirigirse al "Anexo 5".

En las Tablas 4.3 y 4.4 se detallada la función de cada entrada y salida del bloque SINA_SPEED_TLG20.

Tabla 4.3: Entrada de los parámetros del bloque SINA_SPEED_TLG20 [3].

Entrada	Tipo de dato	Función
enableAxis	Bool	Activar el funcionamiento del motor
ackError	Bool	Realizar acuse de fallo
SpeedSP	Real	Asignar consigna de velocidad
selectCDS	—	—
refSpeed	REAL	Asignar referencia de velocidad
refCurrent	REAL	Asignar referencia de corriente
refTorque	REAL	Asignar referencia de torque
refPower	REAL	Asignar referencia de potencia
configAxis	WORD	Palabra de control: 16#003F: Motor gira en sentido horario 16#007F: Motor gira en sentido antihorario

Tabla 4.4: Salida de los parámetros del bloque SINA_SPEED_TLG20 [3].

Entrada	Tipo de dato	Función
axisEnabled	Bool	Indica si el motor se encuentra activado
lockout	Bool	Indica si el motor está bloqueado
actCDS	—	—
actSpeed	REAL	Indica la velocidad actual (rpm)
actCurrent	REAL	Indica la corriente actual (A)
actTorque	REAL	Indica el torque actual (Nm)
actPower	REAL	Indica la potencia activa actual (kW)
faultVIKNAMUR	WORD	Palabra de fallo según VIK-NAMUR
Error	Bool	Indica si existe un error

Capítulo 5

Conclusiones y Trabajos Futuros

Conclusiones:

Con la investigación ya culminada se puede concluir que previo a la manipulación del variador de frecuencia G120 es necesario revisar los documentos que proporciona el fabricante, donde se especifica el funcionamiento. Es primordial hacer un estudio y reconocimiento exhaustivo de cada componente que conforma el variador de frecuencia G120 individualmente. Esto para tener una idea clara de la capacidad del equipo y las posibles aplicaciones y funcionalidades industriales que se le va a proveer. Los ejercicios a ejecutar en los manuales deben ser diseñados con la intención de lograr la integración de todos los conceptos básicos de la automatización industrial, buscando que, en las prácticas iniciales exista una comprensión del funcionamiento del variador, para posteriormente, realizar aplicaciones más complejas con los protocolos de comunicación Profinet y Profibus. Finalmente se debe buscar que los ejemplos a implementar sean lo más apegados posibles a los requerimientos reales con los que se encontraría un profesional en la industria.

Se llegó a concluir que para el correcto entendimiento del estudiante para con el variador y las interfaces de comunicación, era necesario agregar dos manuales de prácticas más a las planteadas originalmente, ya que había un amplio requerimiento teórico de la unidad de control, logrando una mejor distribución de los temas a tratar y abarcando todo lo referente a las comunicaciones industriales con Profinet y Profibus en 6 manuales.

Finalmente, los grupos pilotos de estudiantes, permitieron sintetizar los manuales y

mejorar el enfoque de las aplicaciones sugeridas inicialmente, por lo que se recomienda que en trabajos similares al presentado en este documento se realicen pruebas previas a la finalización del documento, para obtener una retroalimentación completa y tener conocimiento de que es lo que funciona y que no en los manuales, con el fin de brindar un entregable final satisfactorio.

Trabajos futuros:

A partir de lo expuesto en el presente documento, como trabajos futuros se sugiere emplear los equipos que integran el banco de trabajo del laboratorio de redes industriales enfocados en la Industria 4.0, como son los dispositivos SIMATIC IOT-2040 y SCALANCE W770 – W734.

Mediante el dispositivo SIMATIC IOT 2040, se podría realizar una gestión de control, análisis y evaluación de los datos que se generan en el variador de frecuencia desde la nube junto a una interfaz gráfica implementada en un dispositivo móvil o en un computador. Con el dispositivo SCALANCE W770-W734 se podría realizar la implementación de una red de comunicación inalámbrica para transmitir datos entre varios PLC's y variadores de frecuencia sin necesidad de cableado extra.

Glosario

CU Unidad de control - Control Unit.

IOP Panel de operación inteligente - Intelligent operation panel.

PLC Controlador Lógico Programable - Programmable Logic Controller.

PM Módulo de poder - Módulo de poder.

VFD Variador de Frecuencia - Variable Frequency Drive.

Bibliografía

- [1] Siemens AG, “Convertidores con las Control Units CU250S-2,” Tech. Rep., 2020. [Online]. Available: www.siemens.com/drives
- [2] SINAMICS, “Sinamics s120 SINAMICS INTEGRATED - GUIDA AC Drive,” pp. 92–93, 2014. [Online]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/000/99673000/att_51983/v1/GH6_0414_eng_en-US.pdf
- [3] V. Sinamics, “Library LSINAExt Control of a SINAMICS drive via function blocks,” pp. 1–23, 2019.
- [4] Siemens, “SINAMICS G: Controlling a speed axis with the “SINA_SPEED” block,” 2017. [Online]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/727/109485727/att_926980/v1/109485727_G120_CU240E2PN_at_S7_1200_SINA_SPEED_v10_DOCU_en.pdf
- [5] I. Sumelec, “Variadores de Frecuencia,” 10 2016. [Online]. Available: <https://es.linkedin.com/pulse/variadores-de-frecuencia-sumelec-industrial>
- [6] I. GSL, “Variador de frecuencia – Industrias GSL,” 11 2021. [Online]. Available: <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/variador-de-frecuencia>
- [7] ABB, “Qué es un variador de frecuencia | ABB,” 2022. [Online]. Available: <https://new.abb.com/drives/es/que-es-un-variador>
- [8] S&P, “¿Qué es y para qué sirve un variador de frecuencia? | S&P,” 1 2020. [Online]. Available: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/variador-de-frecuencia/>
- [9] J. F. Aguilar Pereyra, “Control de Movimiento de un Robot Industrial,” Ph.D. dissertation, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, 2003. [Online]. Available: <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/5263/1/RI004703.pdf>

- [10] D. F. Briceño Molina, M. A. Barreto, and J. M. Torres Parra, "FABRICACIÓN, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE CIP EN LA INDUSTRIA LÁCTEA." Ph.D. dissertation, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, 1 2018. [Online]. Available: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/8696/Trabajodegrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [11] E. A. Sanabria Betancur, "Sistema de control de velocidad de un motor trifásico mediante un variador de frecuencia y sistema Scada," 2016. [Online]. Available: <https://repositorio.utp.edu.co/handle/11059/7003>
- [12] SIEMENS, "Convertidores estándar SINAMICS G120 - Global eBusiness - Siemens WW," 2022. [Online]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10215579>
- [13] —, "Convertidores de frecuencia SINAMICS | Drive Technology | Siemens Spain," 2022. [Online]. Available: <https://new.siemens.com/es/es/productos/accionamientos/sinamics.html>
- [14] —, "SINAMICS Intelligent Operating Panel 2 (IOP-2)," 2017. [Online]. Available: https://media.automation24.com/manual/es/iop1_op_instr_0417_es-ES.pdf
- [15] Siemens AG, "Instrucciones de servicio: Filtro de red SINAMICS G130," 2013. [Online]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/054/61873054/att_78404/v1/54083924747_es-ES.pdf
- [16] VMC, "Filtros EMC | VMC," 2022. [Online]. Available: <https://www.vmc.es/es/filtros-emc-filtros-e-inductancias>
- [17] M. H. Rashid, "Electrónica de Potencia, Circuitos, dispositivos y aplicaciones," p. 721, 2004.
- [18] AUTYCOM, "Partes o componentes de un variador de frecuencia," 2022. [Online]. Available: <https://www.autycom.com/componentes-variador-de-frecuencia/>
- [19] ABB Industria., "Guía técnica: Frenado eléctrico." [Online]. Available: https://library.e.abb.com/public/92546f2be5281d93c1256d280041534a/Technical_Guide_No_8_ES.pdf

- [20] SIEMENS, “Frenado Por Resistencia - Siemens SINAMICS G120 Instrucciones De Servicio [Página 200] | ManualsLib,” 2012. [Online]. Available: <https://www.manualslib.es/manual/29446/Siemens-Sinamics-G120.html?page=200>
- [21] —, “SINAMICS Drives,” 2008. [Online]. Available: <http://www.sea.siemens.com/motors>
- [22] “SINAMICS STARTER - ID: 26233208 - Industry Support Siemens.” [Online]. Available: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/26233208/sinamics-starter?dti=0&lc=en-EC>
- [23] Logicbus, “PROFIBUS,” 2019. [Online]. Available: <https://www.logicbus.com.mx/blog/profibus/>
- [24] R. Pigan and M. Metter, *Automating with PROFINET: Industrial communication based on Industrial Ethernet*. John Wiley & Sons, 2008. [Online]. Available: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iOXHMpMyMBgC&oi=fnd&pg=PA13&dq=profinet&ots=pNYAY0l2v2&sig=3IZgq5d3Qovvi2OiyRmb11-roKM#v=onepage&q=profinet&f=false>
- [25] New.siemens, “PROFINET | Comunicación Industrial |,” 2019. [Online]. Available: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/profinet.html>
- [26] Logicbus, “Que es el protocolo Profinet IO,” 2019. [Online]. Available: <https://www.logicbus.com.mx/blog/que-es-el-protocolo-profinet-io/>

ANEXOS

ANEXO 1

CARRERA: ELECTRÓNICA Y
AUTOMATIZACIÓN

ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES

**NRO.
PRÁCTICA:**

1

TÍTULO PRÁCTICA: PUESTA EN MARCHA RÁPIDA DEL VARIADOR DE FRECUENCIA G120 CON UNIDAD DE CONTROL CU250S-2.

Objetivo: Realizar la puesta en marcha del variador de frecuencia G120 mediante el uso del panel inteligente IOP-2 para la familiarización con el funcionamiento del equipo.

Objetivos Específicos:

- Aprender las configuraciones básicas del variador de frecuencia G120 mediante el panel inteligente IOP-2 para realizar una puesta en marcha en modo de funcionamiento básico.
- Configurar los parámetros del variador de frecuencia G120 mediante el panel inteligente IOP-2 teniendo en cuenta los datos técnicos del motor de la red trifásica de alimentación.
- Poner en marcha un motor trifásico de seis bornes y realizar pruebas de funcionamiento utilizando el panel inteligente IOP-2.

INSTRUCCIONES

(Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):

1. Requisitos y conocimientos previos

- a) Conexión de motor trifásico.

2. Equipos, instrumentos y software

Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie
Unidad de Control CU250S-2	1	SIEMENS	-
Módulo de Potencia PM240-2	1	SIEMENS	-
Panel de control IOP-2	1	SIEMENS	-
Motor Trifasico de 6 bornes	1	-	-

3. Exposición

Variador de frecuencia G120

Los convertidores de frecuencia SINAMICS G120 están creados para la regulación exacta y rentable de la velocidad de motores trifásicos. Por lo general están formadas por dos unidades funcionales la Unidad de control (CU) y el Módulo de Poder (PM).

SINAMICS G120



IOP

Control Units

Power Module

Figura 1: Variador de frecuencia SINAMICS G120.

Módulo de Potencia (PM240-2)

El módulo de poder PM240-2 pertenecen a la familia modular de los convertidores SINAMICS G120, son dispositivos que llegan a suministrar la potencia necesaria a las Control Units y al motor adjunto. El PM240-2 es un equipo para el armario eléctrico con un rango de potencia de 0,55 kW a 250 kW y las tres variables de tensión 200 V, 400 V y 690 V.



Figura 2: Power Module PM240-2

Unidad de control (CU250S-2)

La Unidad de control "Control Units CU250S-2" inspecciona la etapa de potencia y el motor conectado en diferentes modos de regulación en los que ha sido elegido. La unidad de control CU250S-2 permite la comunicación con un

control local o central, así con dispositivos de vigilancia, y sirve para la conexión de todos los grupos auxiliares relevantes del proceso y de los componentes externos como sensores, válvulas, contactores, etc. Tiene algunas variantes de comunicación como CU250S-2 DP Profibus, CU250S-2 PN Profinet.



Figura 3: Control Units CU250S-2

Panel de operación inteligente (IOP-2)

El panel de operador inteligente (IOP-2) es un panel de mando inteligente para conexión directa con el convertidor, permite una puesta en marcha local rápida, un diagnóstico de fallos y un manejo intuitivo de las series de convertidores SINAMIC G y facilita la modificación de los ajustes durante el funcionamiento.

Cuenta con varios botones cada uno con su respectiva función que permite la configuración intuitiva para el variador de frecuencia.



Campo de mando táctil

Figura 4: Sinamic IOP-2

Botón	Función
-------	---------

ESC/SALIR	Si se pulsa nos permite regresar a la pantalla anterior, si se pulsa por más de 3 segundos regresa a la pantalla de estado.
OFF	Si se presiona cuando está activo el modo HAND (Manual) el motor se detendrá dependiendo del tiempo de desaceleración establecido.
HAND/AUTO	Permite conmutar el modo HAND (MANUAL), el variador se controla a partir del IOP, y modo AUTO, el variador se controla a través del bus de campo.
ON MARCHA	Si se presiona cuando está activo el modo HAND (MANUAL), el motor arrancará dependiendo de la consigna de velocidad establecida.
CONTROL DE MANDO TÁCTIL	El control de mando táctil, dispone de flechas que nos permite navegar y configurar los parámetros del variador, cuenta con un botón “OK”, el cual permite confirmar las configuraciones realizadas.
INFO/AYUDA	Muestra información adicional para los elementos que han sido seleccionados.

4. Proceso

Puesta en marcha del variador de frecuencia G120.

1. Realizar la conexión entre la fuente trifásica y las entradas del Variador de frecuencia.
2. Realizar la conexión en configuración triángulo del motor trifásico.
3. Encendido del variador de frecuencia.
4. Realizar la configuración correspondiente de cada parámetro del motor.
5. Cambiar la configuración de automático a manual.
6. Variar la consigna de velocidad manualmente y verificar el funcionamiento del motor.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

Para cumplir con el desarrollo de la presente práctica se debe realizar el siguiente procedimiento:

- 1) Realizar la conexión entre la Fuente Trifásica 3 X 220 VAC y las entradas del Variador de frecuencia G120 (ver Figura 5a).
- 2) Realizar la conexión del motor al Variador de frecuencia G120, las bobinas del motor han sido acomodadas para realizar una conexión triángulo (Figura 5b). Las salidas del Variador U2, V2, W2 se conectan a las entradas del motor V2, U2, W2 respectivamente.

Nota: La fuente de alimentación trifásica debe estar apagada al momento de realizar la conexión. De igual manera, al momento de apagar el variador de frecuencia, se debe desenergizar la fuente trifásica antes de apagar el variador, como medida de protección.

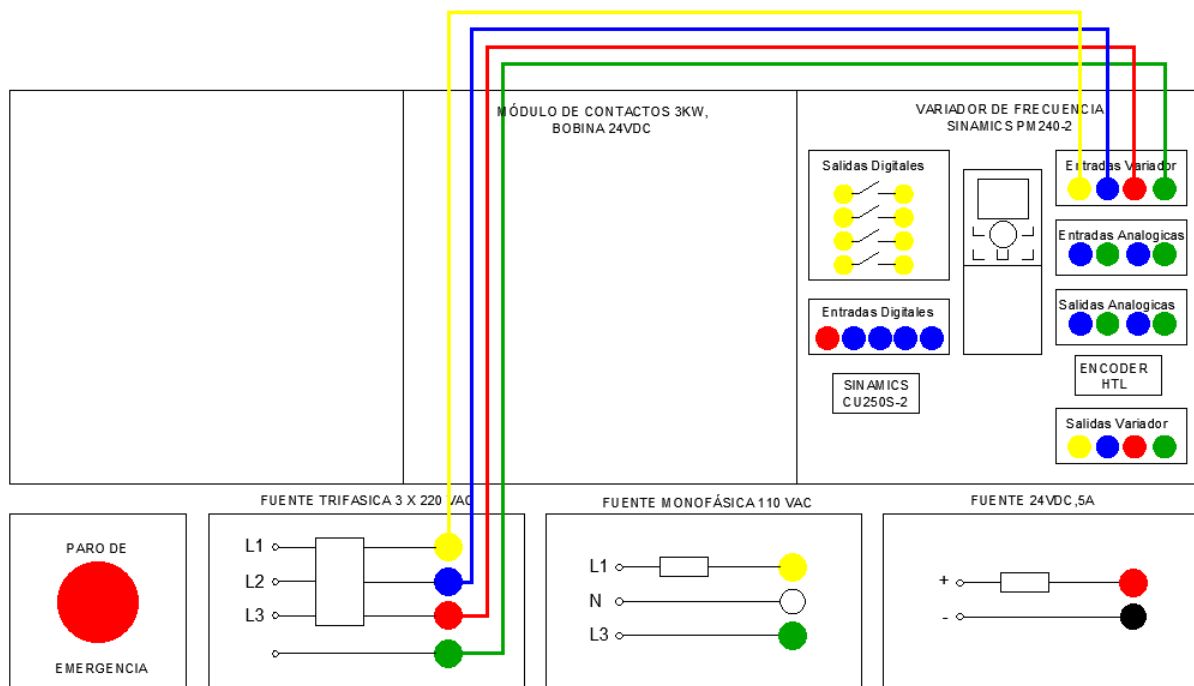


Figura 5a. Conexión del banco de trabajo.



Figura 5b: Conexión triángulo del motor.

- 3) Una vez realizada la conexión del motor se procede a energizar el variador de frecuencia, y el IOP-2 (Panel de operador inteligente) también se encenderá para iniciar la configuración respectiva para la puesta en marcha del variador de frecuencia.
 - Al encenderse el IOP-2 se mostrará una pantalla de inicio ocasionalmente, esta imagen por lo general indica algunas advertencias.
 - Para ingresar a la ventana principal del panel, se debe presionar repetitivamente dos veces el botón 'ESC', y aparecerá la imagen correspondiente a la pantalla principal "Estado", en esta imagen se puede apreciar la velocidad real del motor, y la tensión de salida del variador, al igual que el menú para configuraciones, alertas y diagnóstico del variador de frecuencia (Ver Figura 6).



Figura 6: Pantalla principal IOP-2

- 4) Para iniciar con la puesta en marcha rápida del variador de frecuencia, mediante los botones de mando táctil del panel IOP-2 se debe dirigir a la esquina inferior izquierda de la pantalla y seleccionar el ícono “**Instalación**”, una vez sobre el ícono, presionar el botón ‘**OK**’ (ver Figura 7).



Figura 7: Selección del ícono Instalación

- 5) Una vez cargada la siguiente pantalla, se procederá a seleccionar la opción “Puesta en marcha rápida” y se debe presionar el botón ‘**OK**’ (Ver Figura 8).

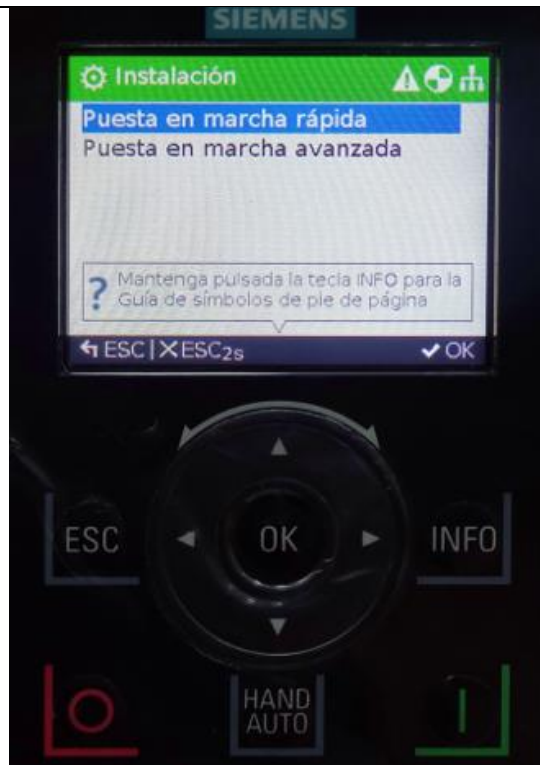


Figura 8: Ventana puesta en marcha rápida

- 6) En la siguiente ventana, escoger la opción “**Sí restabl. ajustes de fábr.**” lo que permitirá ingresar las especificaciones del motor desde cero, caso contrario seleccionar la opción “**No, conservarlos**” y presionar el botón ‘**OK**’. Esperar de 30s a 60s a que se realice la configuración.
Nota: Se recomienda ‘restablecer a ajustes de fábrica’, siempre y cuando se vaya a realizar una nueva configuración en el dispositivo, estos se hacen con el objetivo de eliminar configuraciones previas (Ver Figura 9).



Figura 9: Pantalla “Reset a valores de fábrica”

- 7) Posteriormente aparecerá una pantalla similar a la que se observa en la Figura 10, en esta ventana se deberá ingresar las especificaciones del motor trifásico que se va a utilizar. En caso de haber conservado los ajustes preestablecidos, si los parámetros del motor son los correctos, se puede hacer caso omiso a este paso.



Figura 10: Configuración de parámetros del motor.

A continuación, se mostrará en la Tabla 1 los ajustes correspondientes al motor disponible en los laboratorios de Redes industriales de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

Nota: Es necesario ingresar los parámetros del motor del cual se esté haciendo uso, caso contrario la puesta en marcha se verá comprometida. Si los parámetros no fueron restablecidos de fábrica revisar minuciosamente que los valores de cada una de las especificaciones sean las correctas.

Configuración	Parámetro
Norma del motor	Nema(60 Hz, SI)
Sel. Tipo de motor	Asíncrono
Tensión alimentación	220 V
Corriente del motor	2.20 Aef
Potencia del motor	0.55 kW
Velocidad del motor	1440.00
Tensión del motor	220
Frecuencia del Motor	60 Hz
Velocidad Mínima	0.00

Velocidad Máxima	1440.0
Tiempo de aceleración	10s
Tiempo de deceleración	10s
Configuración	12

Tabla 1: Parámetros de configuración del motor

8) Una vez que se ha realizado todas las configuraciones, presionar el botón **'OK'** durante 2 segundos para guardar todas las configuraciones.

Ya guardados los ajustes se hará presente la pantalla que muestra la Figura 11a. Presionar el botón **'OK'**.

Después aparecerá la pantalla de identificación de los datos del motor, tal y como se muestra en la Figura 11b. Presionar el botón **'OK'**.

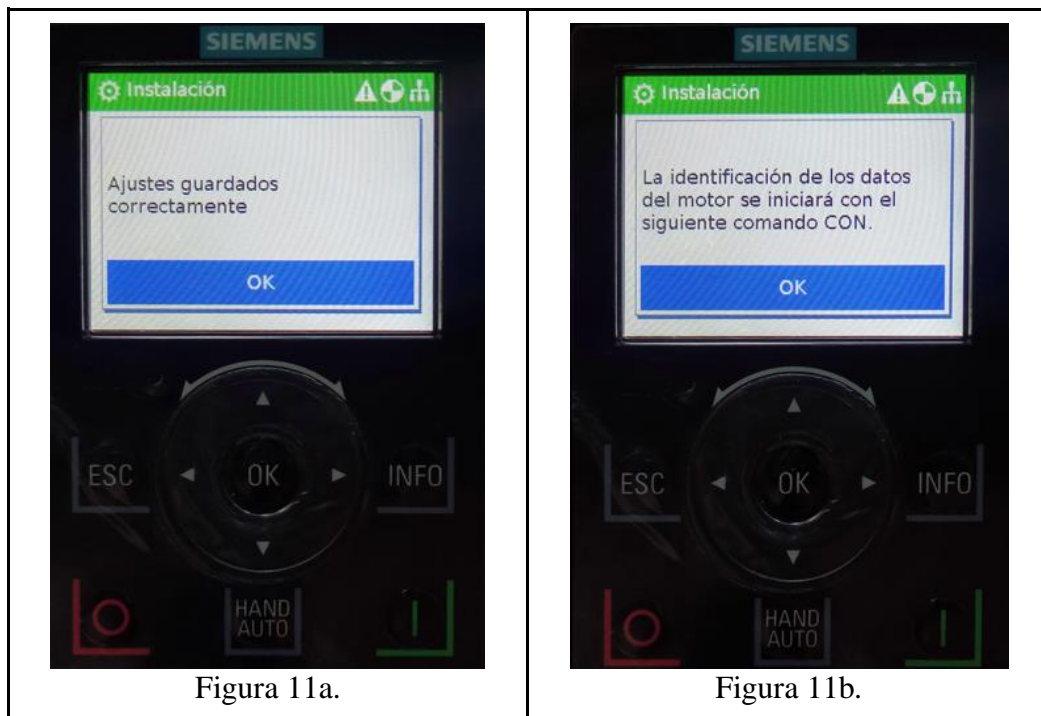


Figura 11: Ventana verificación de los ajustes.

9) Se regresará a la pantalla principal automáticamente, para dar inicio a la identificación de los datos del motor. Para realizar este proceso se debe seguir los siguientes pasos.

- Presionar el botón **'HAND/AUTO'**, para cambiar la configuración de automático a manual (Véase Figura 12a). Luego presionar el botón **'ON'**, se empezará a realizar la identificación del motor (Véase Figura 12b).



Figura 12a: Botón HAND/AUTO

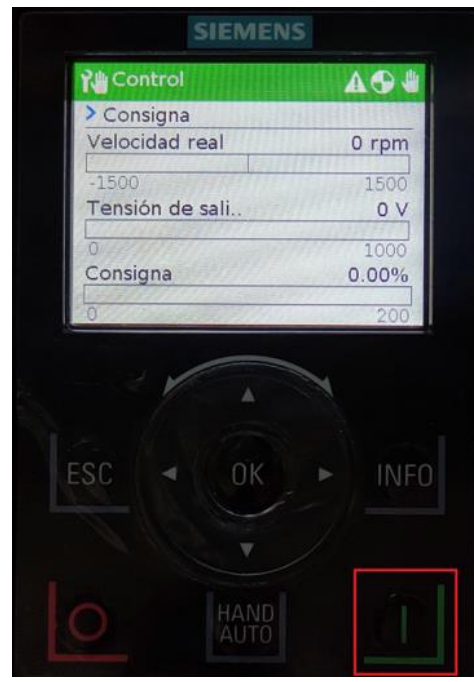


Figura 12b: Botón encender 'ON'

Figura 12. Identificación de datos del motor.

- Cuando la identificación llegue al 100%, presionar el botón 'OFF' y seguidamente el botón 'OK'.

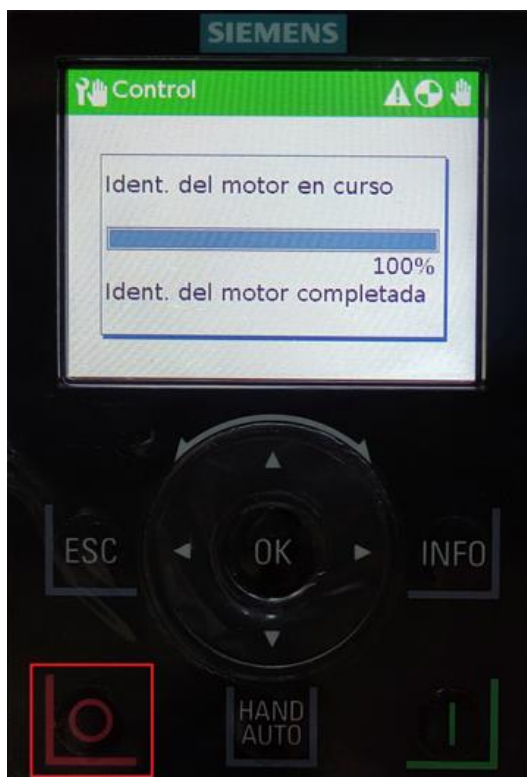


Figura 13: Botón apagar 'O'

10) Finalmente, se procede a la puesta en marcha del motor, para ello se debe ir variando el parámetro "consigna".

- Para lo cual se debe presionar el botón derecho del IOP-2 si desea aumentar la consigna o velocidad, presionar el botón de la flecha derecha o se debe presionar el botón de la flecha izquierda si se quiere disminuir la consigna o velocidad (Figura 14a).

- Una vez determinada la consigna, presionar el botón ‘ON’ para encender el motor (Figura 14b).



Figura 14a: Aumentar la consigna o velocidad

Figura 14a: Encendido del motor

Figura 14. Ajuste de velocidad y encendido del motor.

- Al presionar el botón ‘ON’ finalmente se encenderá el motor y empezará a funcionar, se puede verificar el funcionamiento cuando en la pantalla del IOP-2 se muestra la velocidad y la tensión de salida a la que está funcionando (Figura 15).
- Para apagar el motor simplemente es necesario presionar el botón “OFF”.

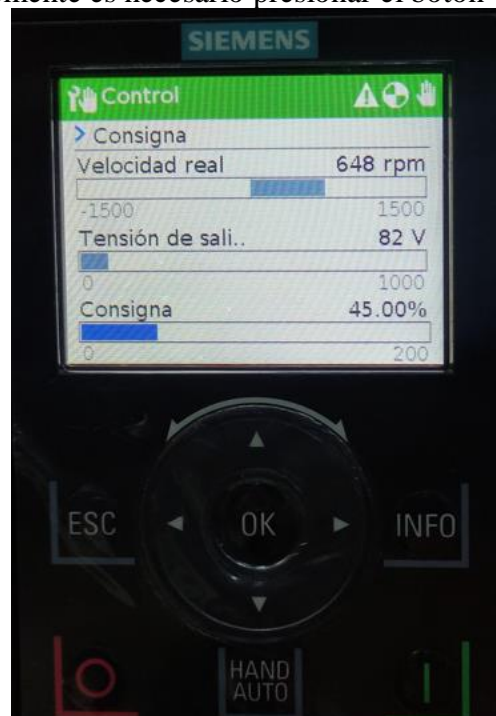


Figura 15: Encendido del motor con el botón ‘I’

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] Siemens, 2021. Convertidores estándar SINAMICS G120 - Global eBusiness - Siemens WW. [online] Mall.industry.siemens.com. Available at: <<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10215579>> [Accessed 29 November 2021].
- [2] SIEMENS, 2021. [online] Cache.industry.siemens.com. Available at: <https://cache.industry.siemens.com/dl/files/613/109752613/att_935228/v1/iop2_op_instr_1117_es-ES.pdf> [Accessed 29 November 2021].
- [3] SIEMENS, "SINAMICS Intelligent Operating Panel 2 (IOP-2)," 2017. [Online]. Available: https://media.automation24.com/manual/es/iop1_{_}op_{_}instr_{_}0417_{_}es-ES.pdf.

ANEXO 2

CARRERA: ELECTRÓNICA Y
AUTOMATIZACIÓN

ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES

**NRO.
PRÁCTICA:**

2

TÍTULO PRÁCTICA: CONFIGURACIÓN DE LAS ENTRADAS DIGITALES DE LA CU250S-2 DEL VARIADOR DE FRECUENCIA G120, A TRAVÉS DEL SOFTWARE STARTER

Objetivo: Realizar la configuración de las entradas digitales del variador de frecuencia G120, a través de software STARTER para su respectiva puesta en marcha.

Objetivos Específicos:

- Realizar las conexiones correspondientes del variador de frecuencia en el banco de trabajo y del motor trifásico de seis bornes.
- Crear un nuevo proyecto en el software STARTER para realizar las configuraciones respectivas de los parámetros de las entradas digitales del variador de frecuencia G120.
- Poner en marcha un motor trifásico de seis bornes y verificar su funcionamiento a través de las entradas digitales configuradas.

INSTRUCCIONES

(Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):

1. Requisitos y conocimientos previos

- Conexión de motor trifásico.
- Parametrización de datos del motor trifásico.

2. Equipos, instrumentos y software

Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie
Software STARTER			V5.4
Unidad de Control CU250S-2	1	SIEMENS	-
Módulo de Potencia PM240-2	1	SIEMENS	-
Cable USB mini B	1		-
Motor Trifasico de 6 bornes	1	-	-

3. Exposición

Software STARTER V5.4

STARTER es una herramienta para la puesta en marcha, configuración, y diagnóstico de los accionamientos de la familia SINAMICS G y SINAMICS.

Dispone de un Asistente de proyecto, el cual permite realizar la identificación y configuración del dispositivo Variador de Frecuencia [1].



Figura 1: Software STARTER.

Macros

Las macros son parámetros pre programados que nos permiten elegir un tipo de aplicación para poner en marcha un accionamiento dependiendo del objetivo al que se va a destinar el dispositivo. [2]

Para el variador G120 con unidad de control CU250S-2 se dispone de varias macros como, por ejemplo:

Parámetro	Descripción
P0015 = 1	Sistemas transportadores con 2 frecuencias fijas
P0015 = 4	Sistemas transportadores con bus de campo
P0015 = 9	E/S estándar con PMot
P0015 = 12	E/S estándar con consigna analógica

Tabla 1: Macros de aplicación.

Al seleccionar una macro, podremos modificar varios parámetros para mejorar su funcionamiento, entre los parámetros que se pueden modificar están las entradas digitales, las consignas de velocidad, el tiempo de aceleración y deceleración etc.

Variador de frecuencia G120

Los convertidores de frecuencia SINAMICS G120 están creados para la regulación exacta y rentable de la velocidad de motores trifásicos. Por lo general están formadas por dos unidades funcionales la Unidad de control (CU) y el Módulo de Poder (PM) [3].



Figura 2: Variador de frecuencia SINAMICS G120.

Unidad de control (CU250S-2)

La Unidad de control CU250S-2 inspecciona la etapa de potencia y el motor conectado en diferentes modos de regulación en los que ha sido elegido. La CU250S-2 permite la comunicación con un control local o central, así con dispositivos de vigilancia, y sirve para la conexión de todos los grupos auxiliares relevantes del proceso y de los componentes externos como sensores, válvulas, contactores, etc [3]



Figura 3: Unidad de Control CU250S-2

Mediante la interfaz USB del cual dispone la Unidad de control CU250S-2, podemos realizar la conexión hacia la PC, lo que permite realizar la conexión online del Variador y por ende controlar las acciones del mismo a través de su panel de mando.

Módulo de Potencia (PM240-2)

Los Módulos de potencia PM240-2 pertenecen a la familia modular de los convertidores SINAMICS G120, son dispositivos que llegan a suministrar la potencia necesaria a la unidad de control y al motor adjunto. El PM240-2 es un equipo para el armario eléctrico con un rango de potencia de 0,55 kW a 250 kW y las tres variables de tensión 200 V, 400 V y 690 V [3],



Figura 4: Módulo de potencia PM240-2

4. Proceso

- 1) Conexión del banco de trabajo y motor de 6 bornes.
- 2) Conectar el variador y la pc mediante cable USB.
- 3) Encendido del variador de frecuencia.
- 4) Crear un nuevo proyecto en el software STARTER.
- 5) Encendido de la parte de potencia del variador L1, L2, L3.

- 6) Realizar la conexión online y restablecimiento de fábrica del dispositivo.
- 7) Configurar los parámetros del motor trifásico.
- 8) Configurar los parámetros de entradas digitales DI16, DI17, DI18, DI19.
- 9) Realizar la identificación del motor.
- 10) Verificar el funcionamiento de las configuraciones realizadas.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

Para cumplir con el desarrollo de la presente práctica se debe realizar el siguiente procedimiento:

- 1) Realizar la conexión entre la Fuente Trifásica 3 X 220 VAC y las entradas del Variador de frecuencia G120 (ver Figura 5a).

Realizar la conexión del Módulo de switch selectores hacia las entradas digitales del Variador de frecuencia DI16, DI17, DI18, DI19 correspondientemente (ver Figura 5b)

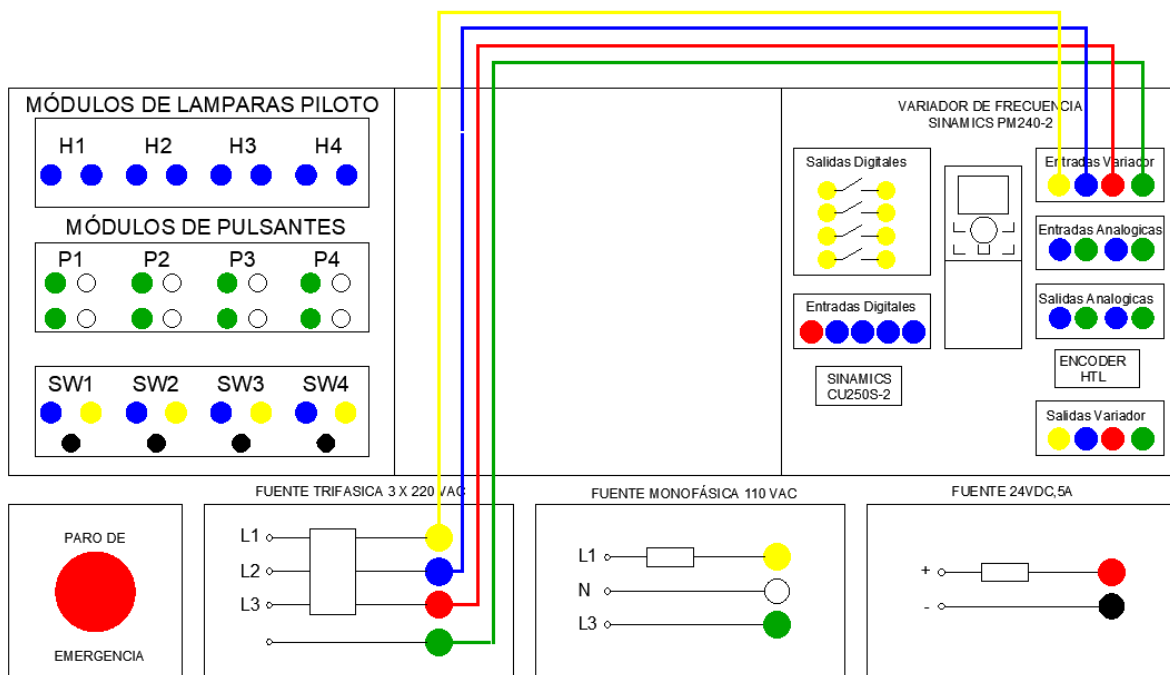


Figura 5a: Conexión fuente trifásica.

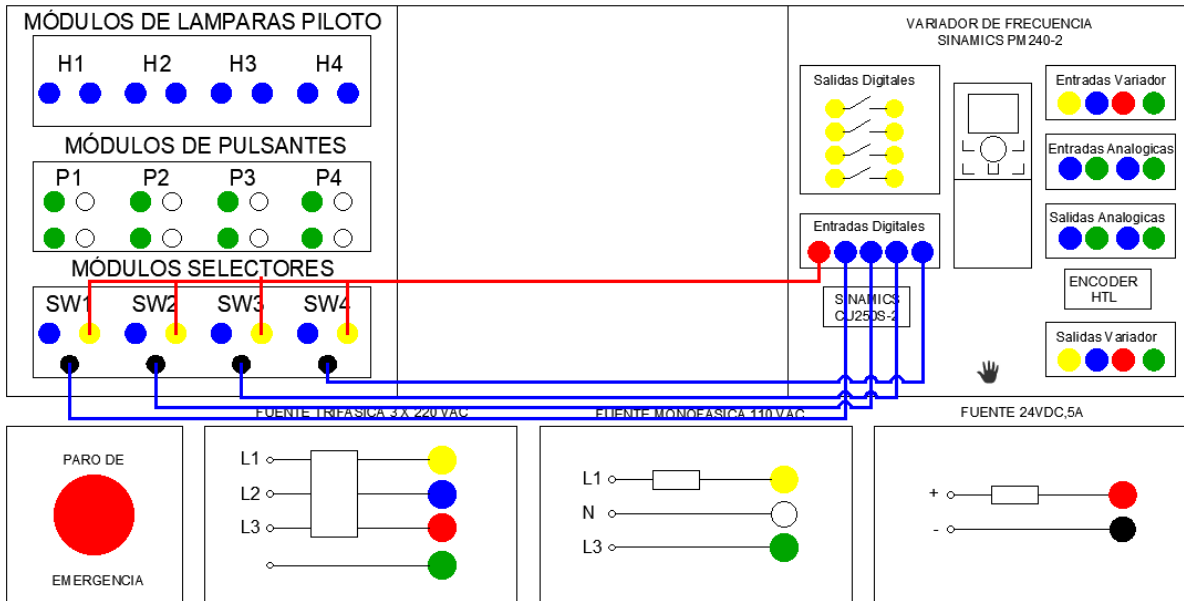


Figura 5b: Conexión entradas digitales del variador SINAMICS G120.

- Realizar la conexión del motor al Variador de frecuencia G120, las bobinas del motor han sido acomodadas para realizar una conexión triángulo (ver Figura 6). Las salidas del Variador U2, V2, W2 se conectan a las entradas del motor V2, U2, W2 respectivamente.



Figura 6: Conexión triángulo del motor trifásico.

- 3) Para la conexión del variador de frecuencia hacia el computador se usará un cable USB mini B.
 - Una vez realizada la conexión del dispositivo hacia el computador mediante el cable USB, abrir el software STARTER V5.4.
 - Al iniciar el programa, se abrirá una ventana de **Asistente de Proyectos**, esta ventana, ayudará a crear un nuevo proyecto y vincular las unidades de accionamiento conectadas (ver Figura 7).

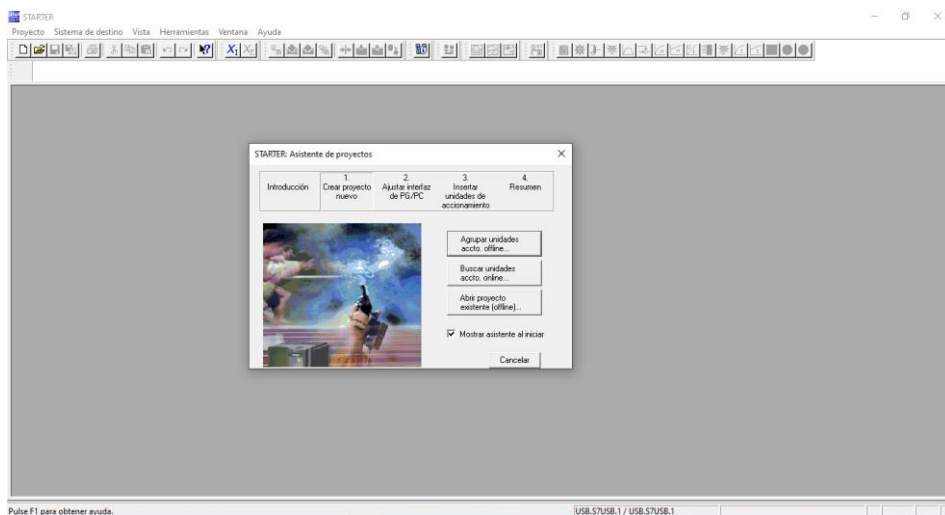


Figura 7: Asistente de proyecto STARTER.

- 4) Para crear un nuevo proyecto, en la ventana “Asistente de proyectos” se debe hacer clic en la opción **“Buscar unidades accio. online”** (ver Figura 8).
- 5) Luego en la pestaña **“Crear nuevo proyecto”**, se debe llenar los campos de: nombre de proyecto, autor, ruta donde se guardará el proyecto y comentario. (Ver Figura 9)

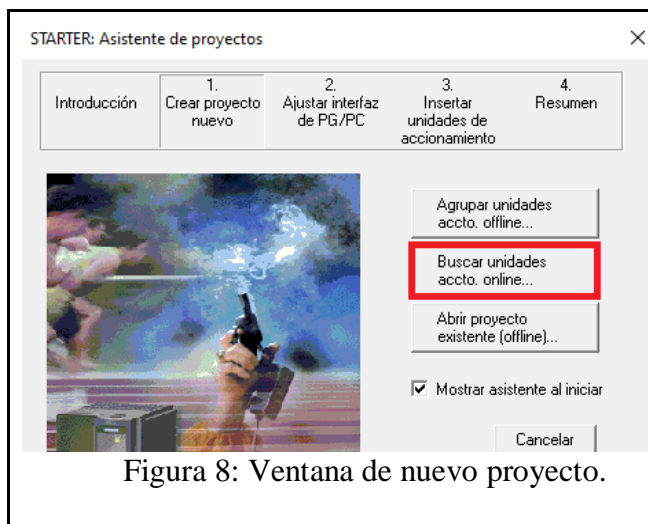


Figura 8: Ventana de nuevo proyecto.

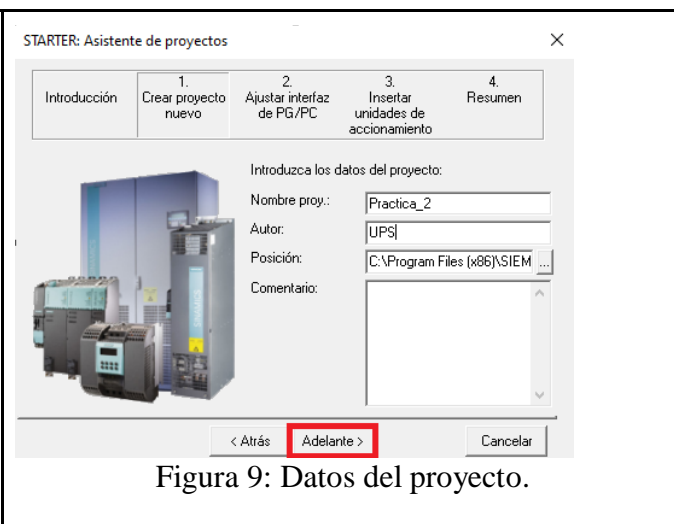


Figura 9: Datos del proyecto.

- Después de llenar los campos mencionados, dar clic en la opción **“Adelante”** ubicado en la parte inferior de la ventana asistente.

- 6) Después de dar clic en el botón “Adelante”, aparecerá la pestaña de **“ajustar interfaz de PG/PC”**, en esta ventana se definirá el tipo de conexión online a la unidad de accionamiento (ver Figura 10).

- Para la configuración del dispositivo, se debe dar clic en la opción **“Punto de acceso”**, y escoger la opción **“Dispositivo (STARTED, SCOUT)”** (ver Figura 11).
- Por defecto en la opción **“PG/PC”** la interfaz ajustada será **“USB.S7USB.1”**.
- Luego de realizar las configuraciones presionamos el botón **“Adelante”**.

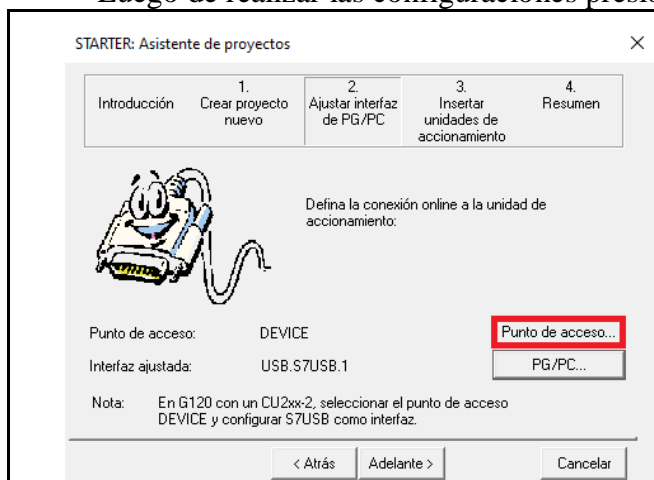


Figura 10: Ventana de ajustes de interfaz.

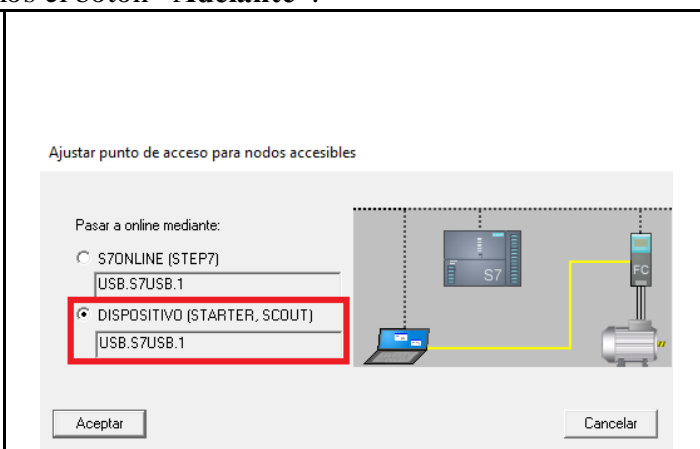


Figura 11: Selección de puntos de acceso.

- 7) En la siguiente pestaña **“Insertar unidades de accionamiento”**, se empezará a buscar los dispositivos que se encuentran conectados mediante USB a la computadora.
 - Una vez que se ha terminado la búsqueda del dispositivo, se puede ver en **“Vista previa”**, que se mostrará el nombre del proyecto **“Práctica_2”**, y el nombre del dispositivo que se ha encontrado, en este caso se ha conectado un dispositivo **“G120_CU250S_2_DP_VECTOR”** (ver Figura 12).
- 8) Luego de encontrar el dispositivo, presionar el botón **“Adelante”** y se presentará la ventana **“Resumen”**, en la cual se muestran todos los ajustes que se han realizado (ver Figura 13).
 - Finalmente presionar el botón **“Terminar”**.

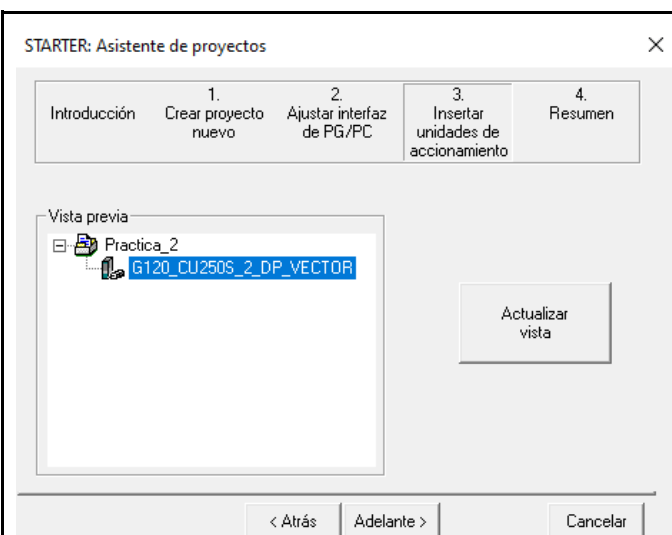


Figura 12: Dispositivos detectados.

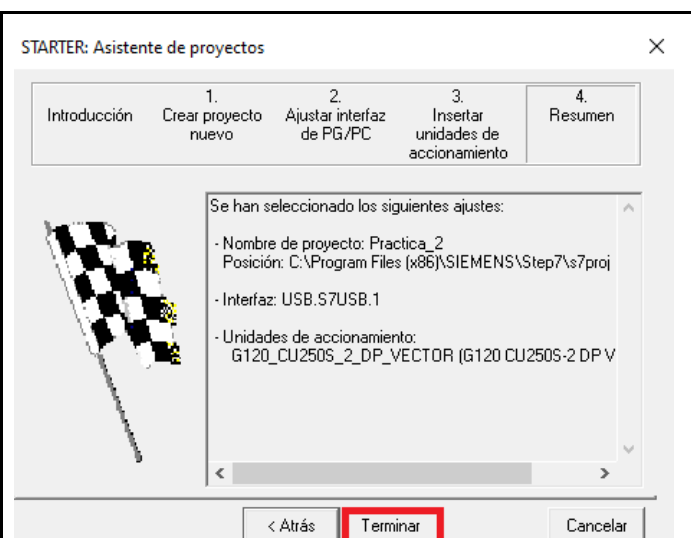


Figura 13: Ventana de resumen.

- 9) Después de presionar el botón “Terminar”, en el navegador del proyecto ubicado en la parte izquierda, se encontrará el nombre del proyecto, el variador que fue detectado, una carpeta de librerías sinamics y una carpeta de visualizar (ver Figura 14).

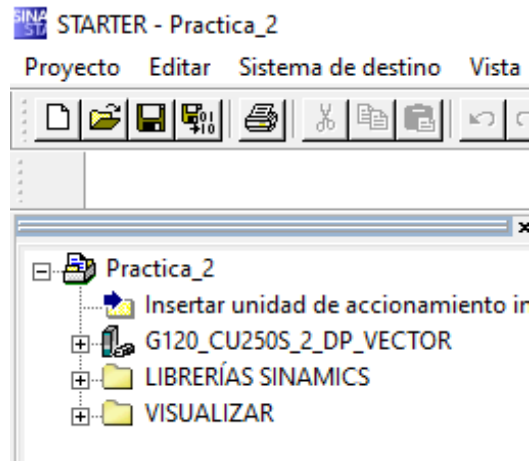


Figura 14: Navegador del proyecto

10) Para realizar la conexión del dispositivo a modo online, hacer clic en el botón **“Conectar con dispositivos de destino seleccionado”** (ver Figura 15).

Nota: En este punto de la práctica se debe encender la fuente de alimentación trifásica que está conectado a las entradas del variador de frecuencia.

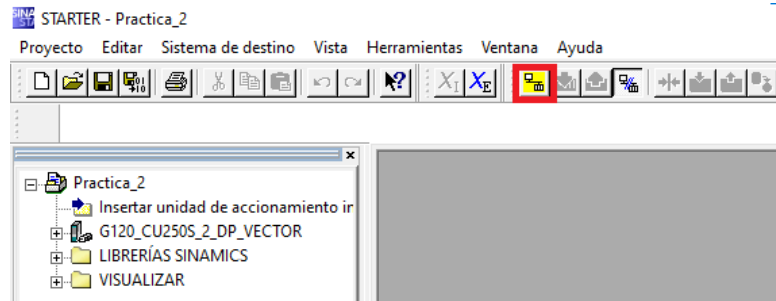


Figura 15: Modo online

- Luego se abrirá una ventana **“selección de equipos de destino”**, en esta ventana se debe seleccionar el dispositivo de destino en este caso **“CU250S_2_DP_VECTOR”**, y en punto de acceso seleccionar **“Device”** (ver Figura 16).
- Luego presionar el botón **“Aceptar”** ubicado en la parte inferior de la ventana, se puede observar que después de presionar el botón aceptar, el dispositivo se ha conectado a modo online (ver Figura 17).

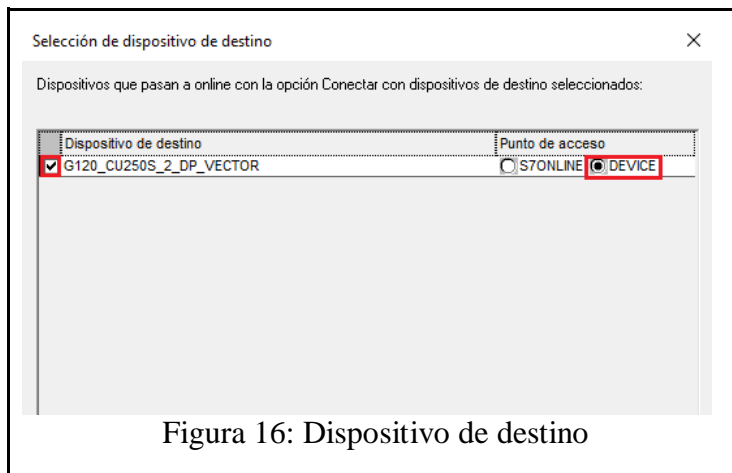


Figura 16: Dispositivo de destino

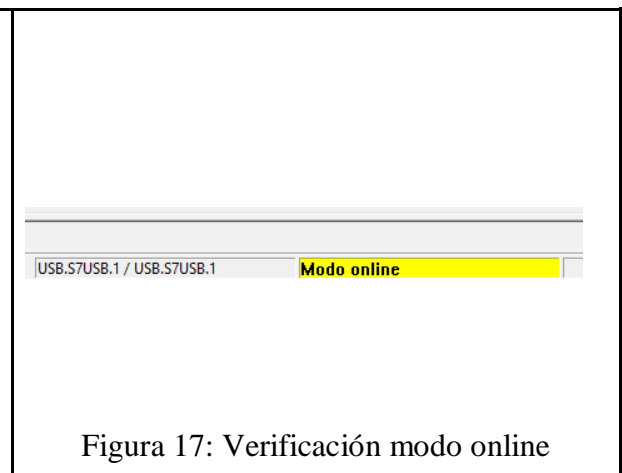


Figura 17: Verificación modo online

11) Después de presionar el botón **“Aceptar”**, se abrirá una ventana **“Comparación online/offline”**, esta ventana indica que los datos guardados en el variador, no coinciden con los datos nuevos del proyecto (ver Figura 18).

Nota: Es necesario que los datos online y offline sean idénticos, por lo que se debe unificar estos datos.

- Para que los datos sean idénticos, se debe hacer clic en **“Cargar configuración de HW en la PG”** (ver Figura 18).
- Una vez presionado el botón **“Cargar configuración de HW en la PG”** la ventana **“Comparación online/offline”** se vaciará lo que indicará que los datos online y offline son similares (ver Figura 19).
- Luego presionar el botón **“Cerrar”**.

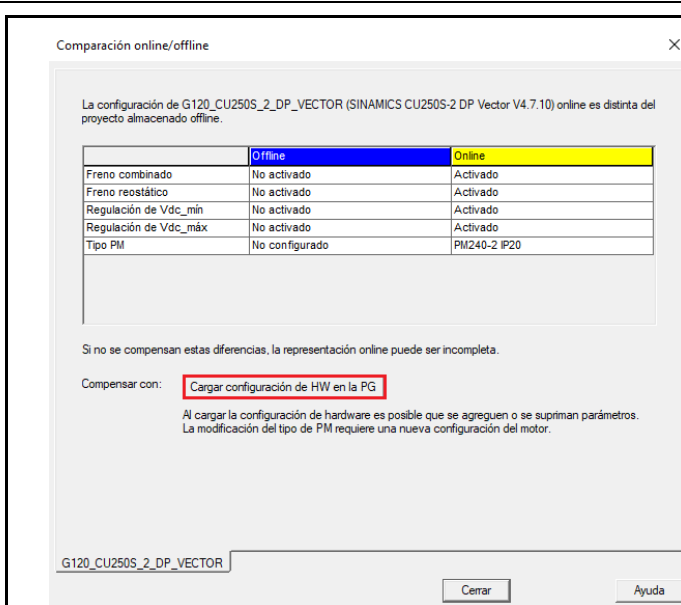


Figura 18: Comparación online/offline

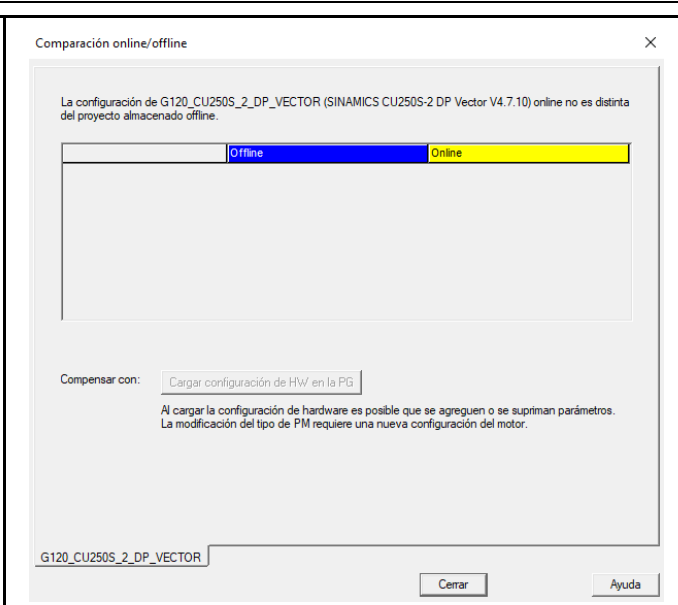


Figura 19: Comparación online/offline

12) Por lo general se recomienda restablecer a ajustes de fábrica siempre que se inicie una nueva configuración en el variador, para ello presionar en el nombre del variador “G120_CU250S_2_DP” y luego presionar el botón “**Restablecer ajustes de fábrica**” ubicado en la parte superior del proyecto (ver Figura 20).

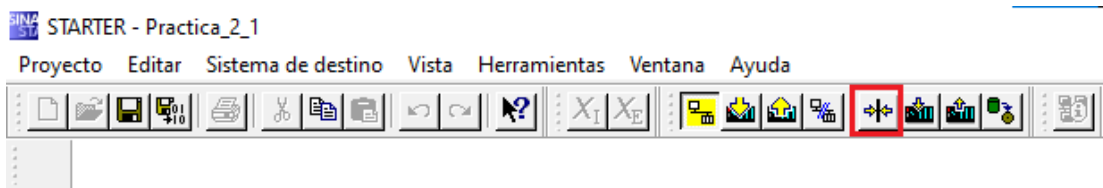


Figura 20: Restablecer ajustes de fábrica.

- Para confirmar el restablecimiento de fábrica, presionar el botón “**Si**”, y la configuración se transferirá automáticamente a la tarjeta de memoria de la Control Unit (ver figura 21).

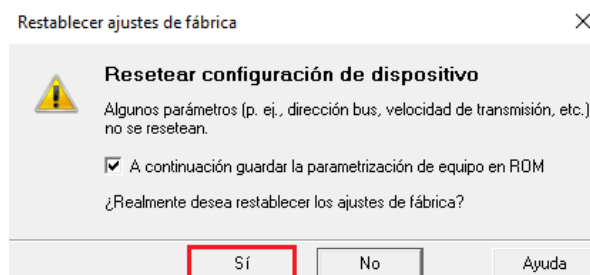


Figura 21: Confirmación de restablecimiento de fábrica.

13) Luego de realizar el restablecimiento de fábrica, se procederá a empezar con la configuración y puesta en marcha del variador, para ello se debe dirigir a la ventana del navegador de proyectos en la parte izquierda y hacer clic derecho sobre la unidad de accionamiento “G120_CU250S_2_DP_VECTOR”, luego seleccionamos la opción “**Dispositivo de destino**” y seleccionamos la opción “**Cargar unidad de accionamiento en PG**” (ver Figura 22).

- Luego se desplegará una ventana para confirmar la carga de la unidad, presionar el botón “Si” (ver Figura 23).

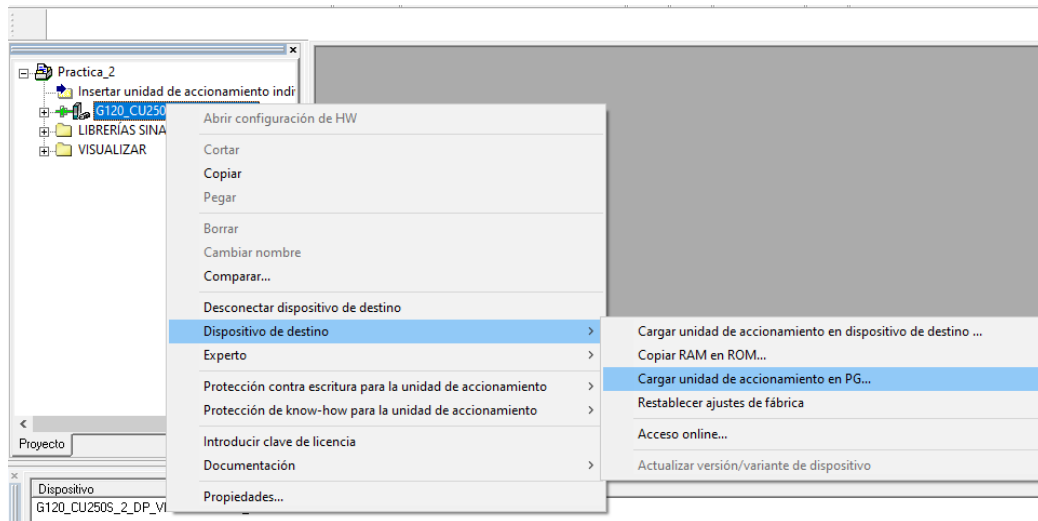


Figura 22: Cargar unidad de accionamiento en PG

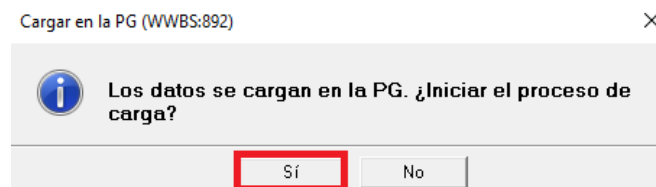


Figura 23: Confirmación de carga en PG

- 14) Una vez que los datos se cargaron en la PG, dirigirse al navegador de proyectos, luego expandir el apartado “G120_CU250S_2_DP_VECTOR” presionando el símbolo “+”.
- De igual manera se debe expandir el apartado “Control unit” presionando el símbolo “+” (ver Figura 24).

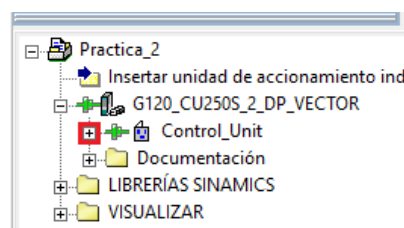


Figura 24: Configuraciones de Control Unit

- Luego presionar doble clic en la opción “Configuración” y se abrirá una ventana que indicará el tipo, referencia y versión de la unidad de control (Control Unit) y Módulo de potencia (Power Module) que ha sido detectado (ver Figura 25).

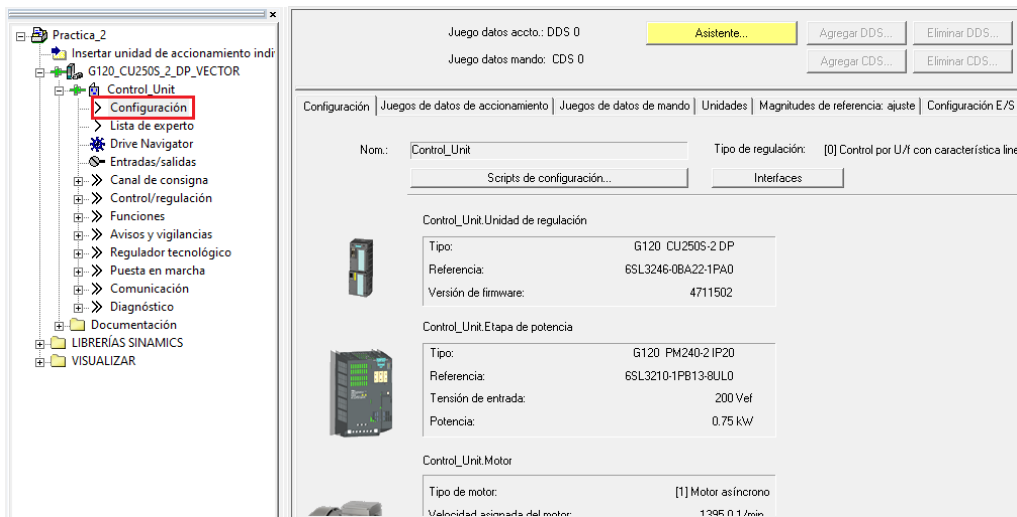


Figura 25: Ventana de configuración

15) Para configurar los parámetros del motor, dentro de la ventana “**Configuración**”, presionar el botón de color amarillo “**Asistente**” y se desplegará una ventana en la cual se podrá configurar los parámetros del motor al que será conectado el variador (ver Figura 26).



Figura 26: Asistente de configuración

- En la primera ventana “Clase de aplicación” elegir la opción “[1] **Standard Drive Control (SDS)**” la cual está adecuada para aplicaciones como bombas, ventiladores, compresores etc. (ver Figura 27). Luego presionar “Adelante”.
- En la siguiente ventana “**Otras funciones**”, no se debe seleccionar ningún parámetro, simplemente presionar el botón “Adelante” (ver figura 28).

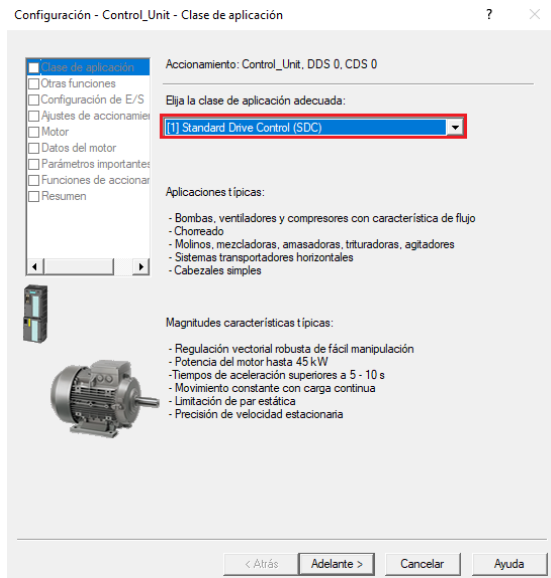


Figura 27: Clase de aplicación



Figura 28: Otras funciones

- En la siguiente ventana “Configuración E/S”, seleccionar el ajuste “**1.) Transport. con 2 consignas fijas**” (ver Figura 29). Luego presionar el botón “Adelante”.
- En la siguiente ventana “Ajustes de accionamiento”, seleccionar la norma del motor “**Motor IEC (50Hz, unid. SI)**”, y en el apartado “Introduzca la tensión de conexión de los dispositivos”, introducir la tensión de “**220**” (ver Figura 30). Luego presionar el botón “Adelante”.

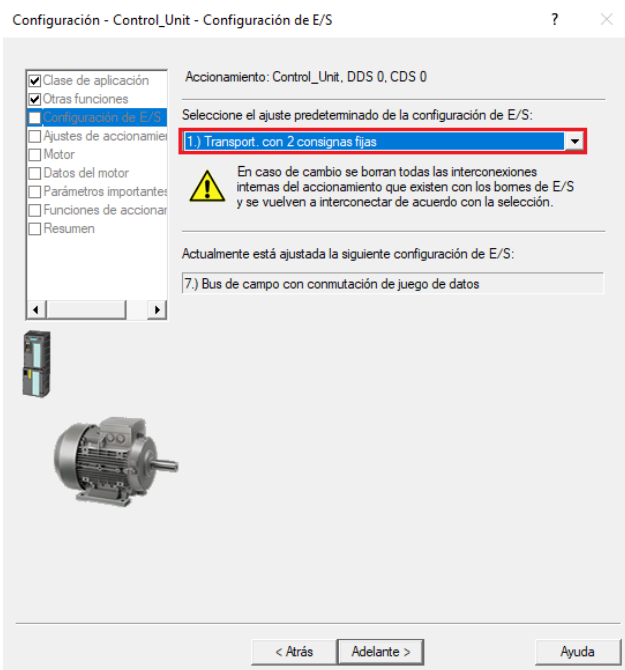


Figura 29: Configuración E/S.

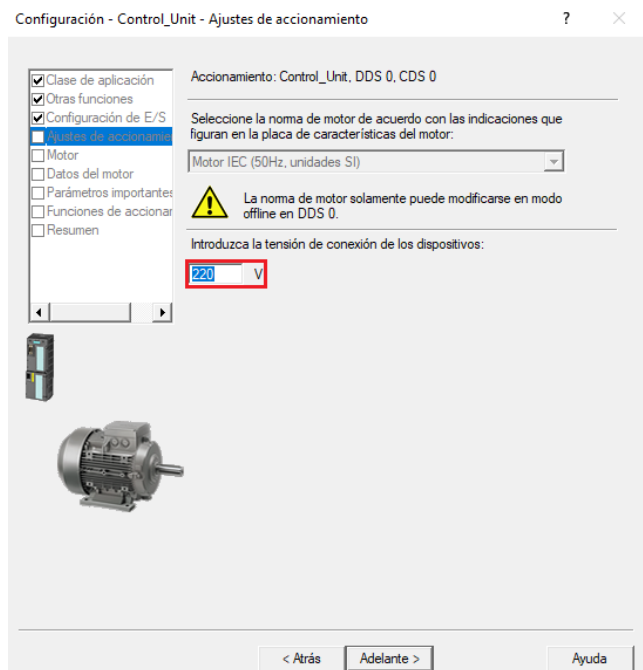


Figura 30: Ajustes de accionamiento.

- En la siguiente ventana “Motor”, en el parámetro “Tipo de motor” seleccionar “**[1] Motor asíncrono**”, y luego seleccionar la opción “Introducir datos del motor” (ver figura 31). Luego presionar el botón “Adelante”.
- En la ventana “Datos del motor” seleccionar el tipo de conexión del motor, para ello elegir la conexión “**Triángulo**”. Luego introducir los datos del motor tal como se puede ver en la Figura 32.

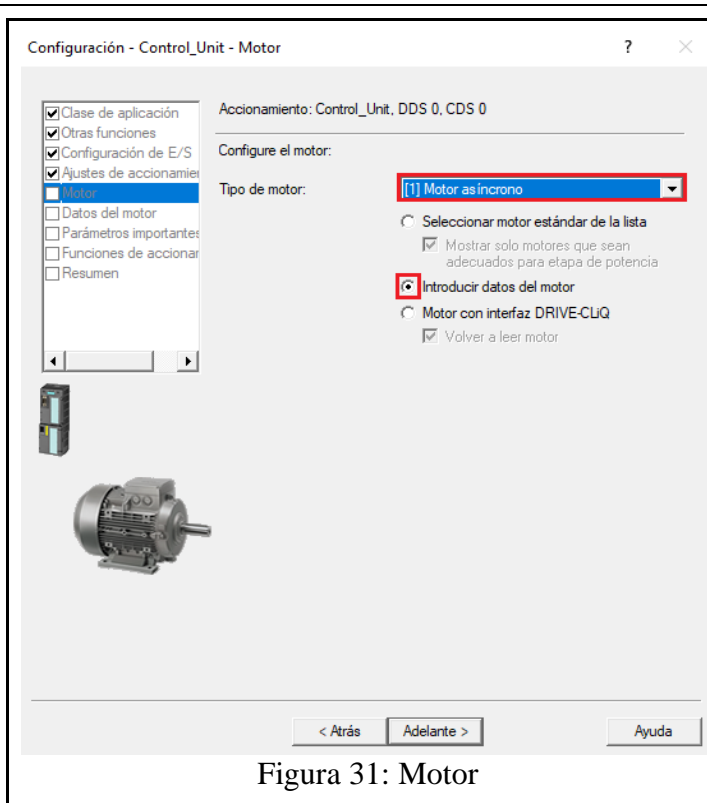


Figura 31: Motor

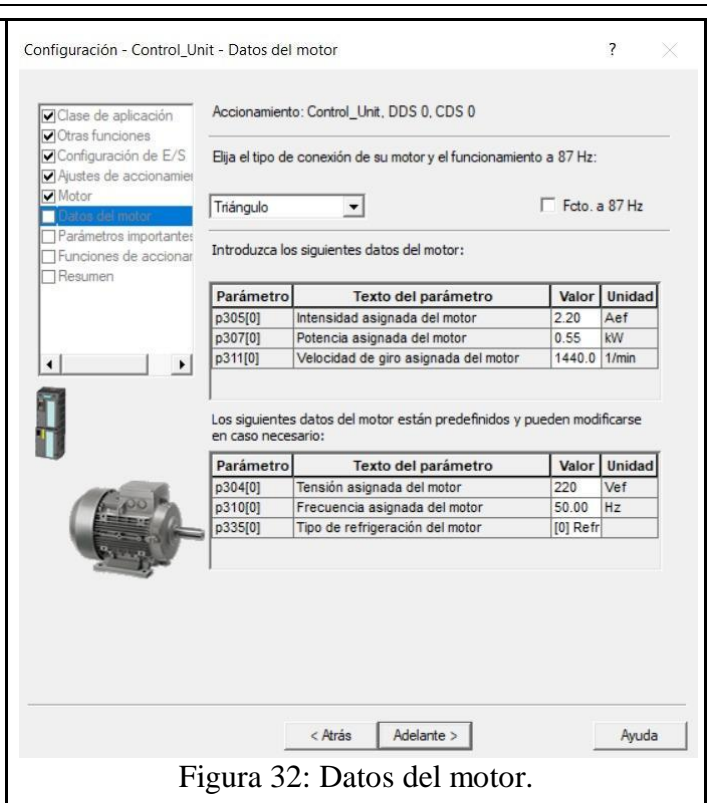


Figura 32: Datos del motor.

- En la siguiente ventana “Parámetros importantes” configurar los parámetros “Tiempo acelerac.”, “Tiempo decelerac.” y la parada rápida “Tiempo deceleración DSE3” tal como se puede ver en la Figura 33.
- En la siguiente ventana de “Funciones de accionamiento” en el primer parámetro elegir la opción “[0] Carga constante (característica lineal)”, en el segundo parámetro elegir “[2] Identificar datos del motor (en parada)” (ver Figura 34).

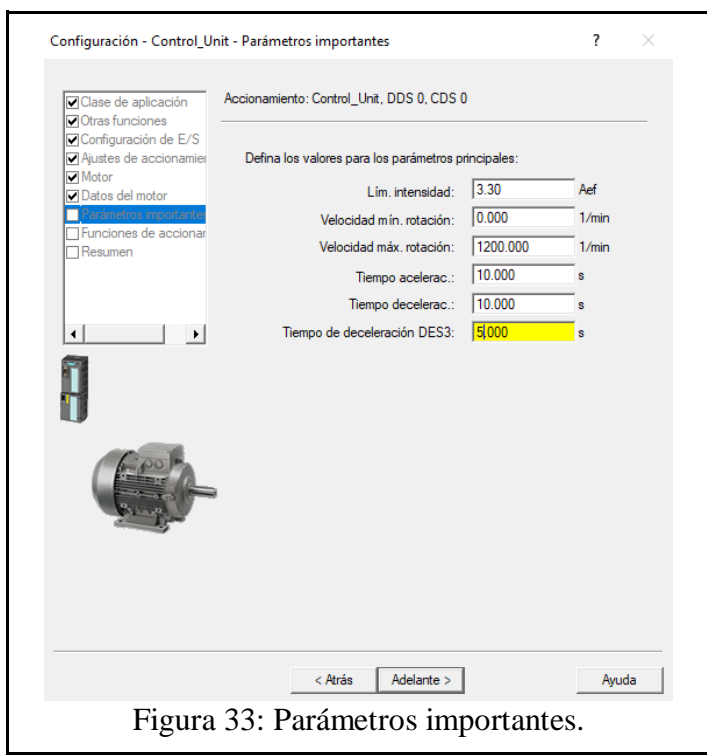


Figura 33: Parámetros importantes.

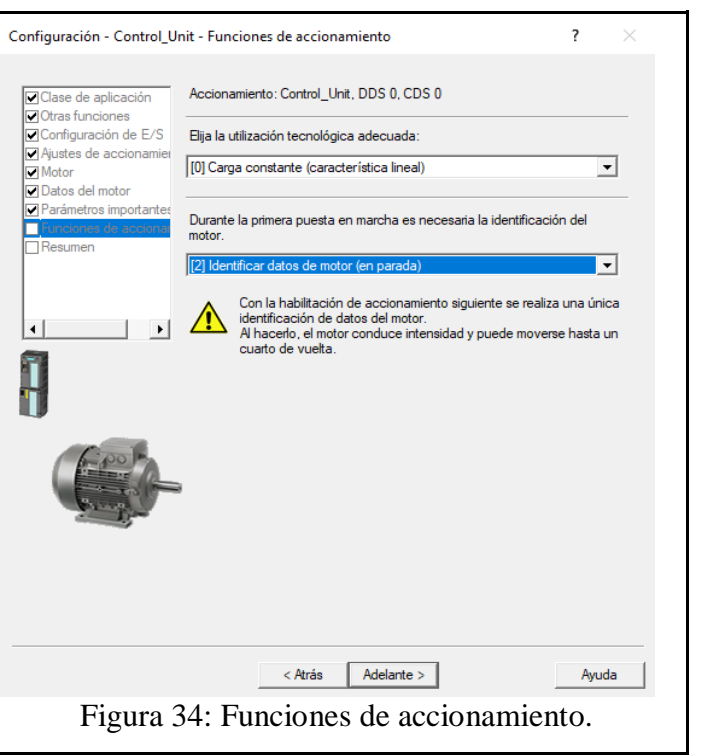


Figura 34: Funciones de accionamiento.

- Finalmente, en la ventana “Resumen”, se presenta todos los parámetros que han sido configurados, elegir la opción “RAM a ROM (guardar datos en accio)”, para concluir presionar el botón “Finalizar” (ver Figura 35).

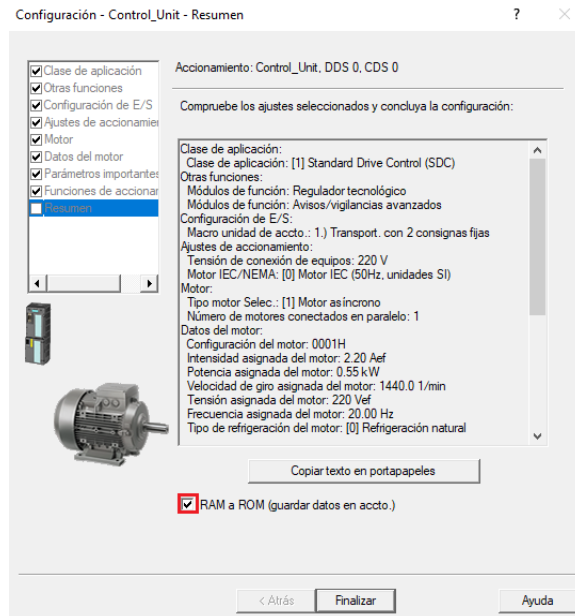


Figura 35: Resumen.

- 16) Luego de realizar la configuración del motor, se debe proceder a configurar las entradas digitales DI 16, DI 17, DI 18, DI 19, para ello en el navegador de proyectos, hacer clic en “Entradas/Salidas”, luego se puede observar que se ha desplegado una ventana en la que se indica todas las entradas digitales disponibles del variador de frecuencia (ver Figura 36).

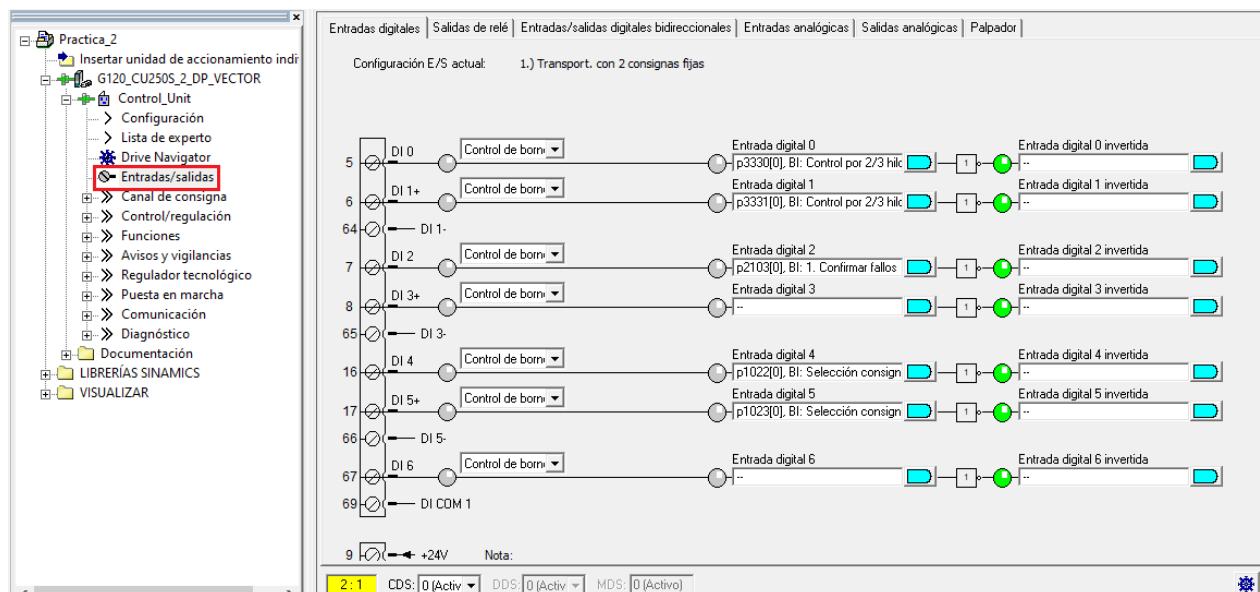


Figura 36: Ventana de Entrada/Salida.

- Para configurar la entrada digital DI 16, hacer clic izquierdo sobre sobre el botón azul y luego hacer clic sobre **“Otras interconexiones”** (ver Figura 37).

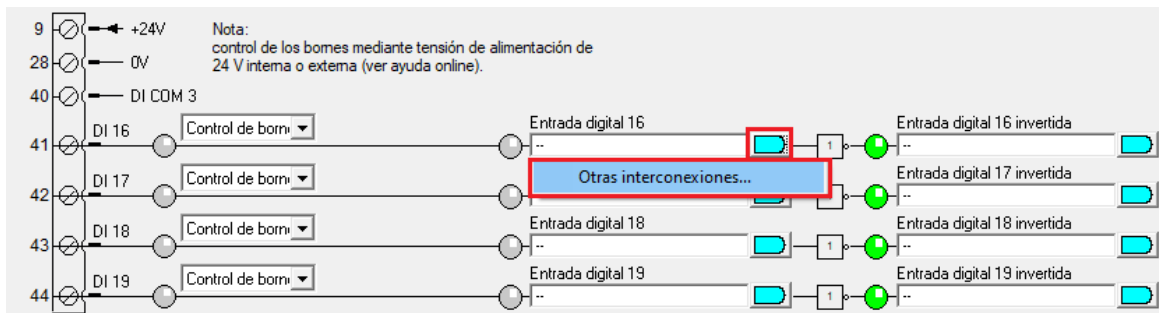


Figura 37: Configuración de entrada digital.

- Luego se desplegará la siguiente ventana, en la cual se debe buscar el parámetro **“P3330”**, este parámetro será para poner en marcha al motor en un sentido horario (ver Figura 38).

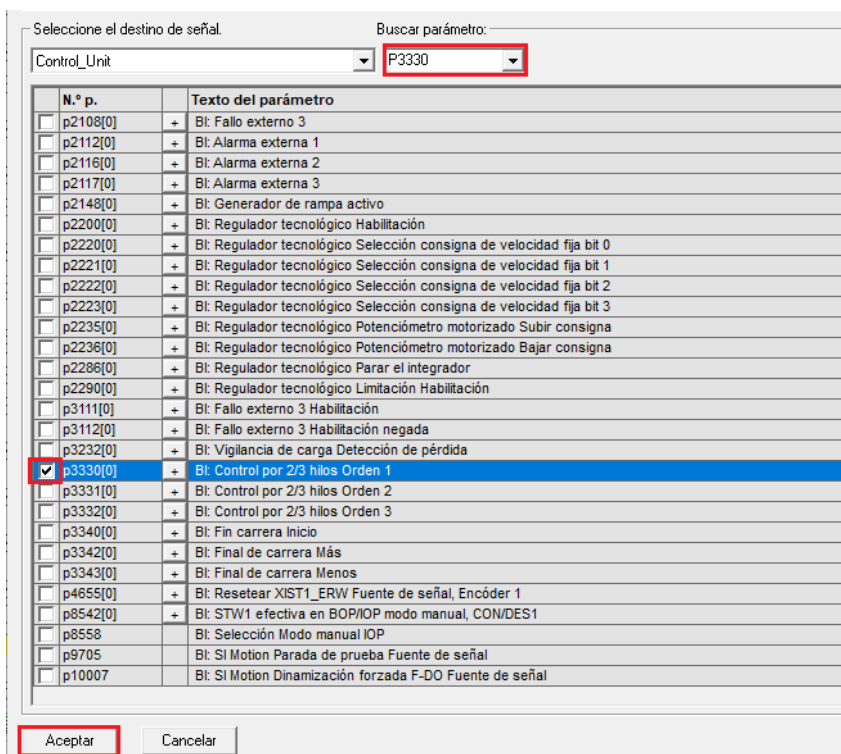


Figura 38: Ventana de parámetros.

- Luego se debe confirmar todos los avisos y presionamos el botón aceptar, y se puede ver que se ha configurado la entrada digital DI 16 (ver Figura 39).

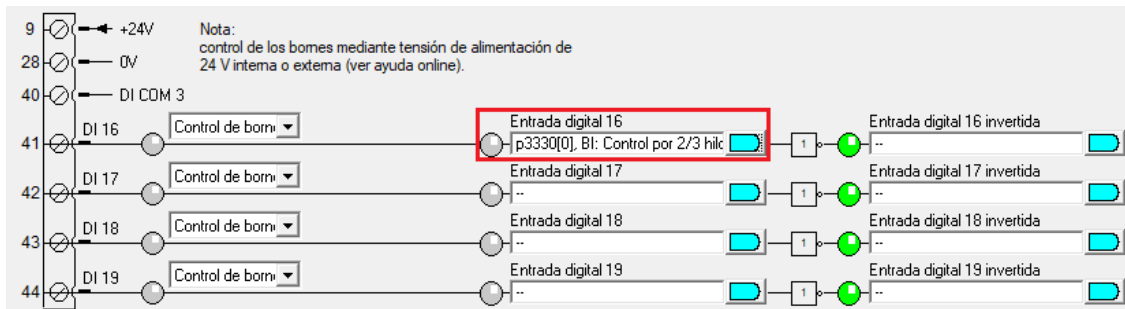


Figura 39: Ventana de Entrada/Salida DI 16.

- Se debe realizar el mismo procedimiento para las entradas digitales DI 17, DI 18, DI 19, con los siguientes parámetros explicados en la siguiente tabla.

Entrada Digital	Parámetro	Función
DI 16	P3330	Activar giro horario
DI 17	P3331	Activar giro anti horario
DI 18	P1022	Consigna fija de velocidad bit 2
DI 19	P1023	Consigna fija de velocidad bit 3

Tabla 2: Configuración de parámetros

- Si se han realizado todas las configuraciones explicadas en la tabla, la ventana de entradas digitales se debe quedar de la siguiente manera (ver Figura 40).

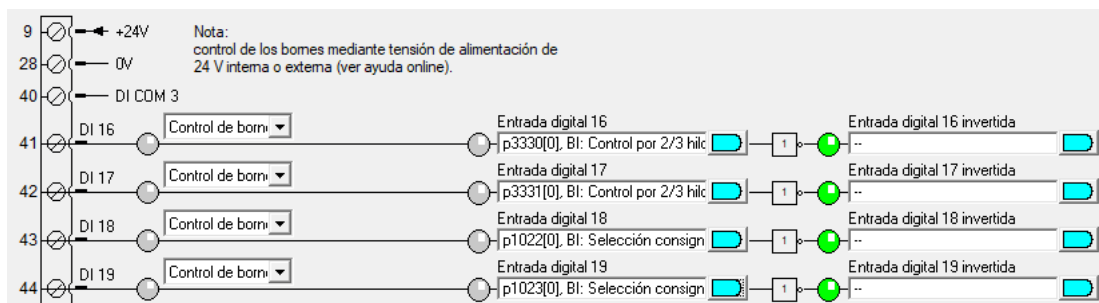


Figura 40: Configuración de entradas digitales

- 17) Finalmente se debe asignar las consignas de velocidad para el motor, para ello hacer doble clic sobre “Canal de consigna” y luego sobre “Consignas fijas” (ver Figura 41).

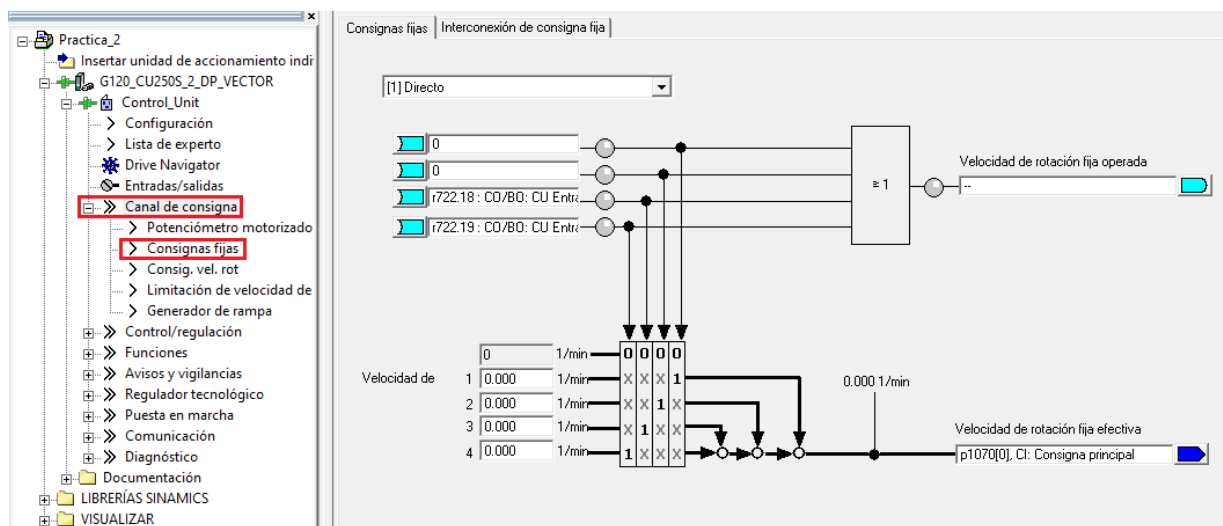


Figura 41: Consignas fijas

- Luego en los siguientes campos se debe llenar las dos consignas fijas, la primera consigna será de “500”/min y la segunda de “1000” /min (ver Figura 42).

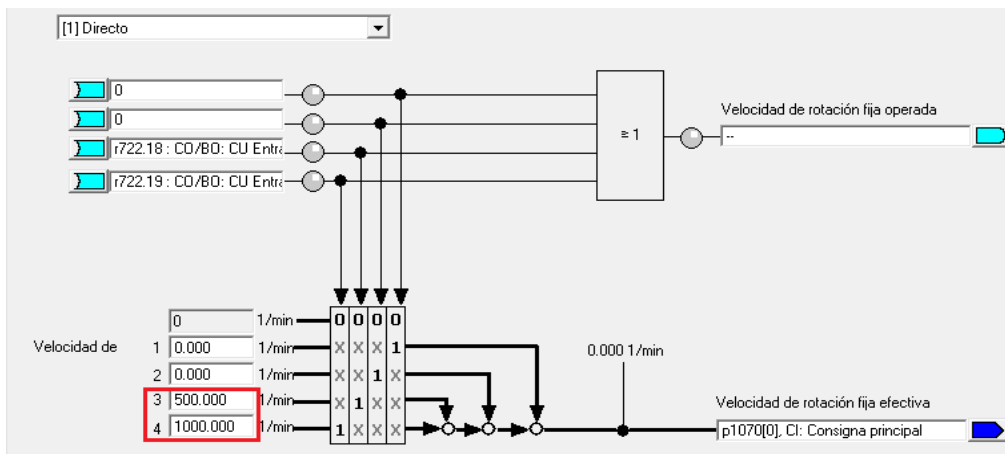


Figura 42: Cambio de consignas

18) Para comprobar el funcionamiento de las configuraciones realizadas se debe realizar los siguientes pasos.

- Activar la entrada digital DI 16 para empezar con la identificación del motor, una vez que la identificación del motor se termine, presionar en el IOP-2 el botón “OK” y luego desactivar la entrada digital DI 16.
- Para asignar una consigna de velocidad activar la entrada digital DI 18, la cual asignará una velocidad de 500 rpm, luego activar la entrada digital DI 16 para que el motor arranque en sentido horario o activar la entrada digital DI 17 si se quiere que el motor arranque en sentido anti horario.
- Para asignar otra consigna de velocidad se debe activar la entrada digital DI 19, la cual asigna una velocidad de 1000 rpm, y luego activar la entrada DI 16 para que el motor arranque en sentido horario o activamos la entrada digital DI 17 si se quiere que el motor arranque en sentido anti horario.

Nota: Si se activa al mismo tiempo la entrada digital DI 18 y DI 19, las dos consignas de velocidad configuradas se sumarán teniendo como resultado una tercera consigna de velocidad.

Las entradas digitales DI16 y DI 17 no pueden activarse al mismo tiempo, y para cambiar de giro es necesario primero parar el motor y luego arrancar el motor en el sentido que se requiere que arranque.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

CONCLUSIONES:

BIBLIOGRAFÍA:

[1] SIEMENS SUPPORT. 2022. SINAMICS STARTER. [online] Available at: <<https://support.industry.siemens.com/cs/document/26233208/sinamics-starter?dti=0&dl=en&lc=es-ES>>

[2] "Macros para variador de frecuencia G120". SINAMICS STARTER.

[3] Siemens, 2021. Convertidores estándar SINAMICS G120 - Global eBusiness - Siemens WW. [online] Mall.industry.siemens.com. Available at:

<<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10215579>> [Accessed 29 November 2021].

ANEXO 3

CARRERA: INGENIERÍA
ELECTRÓNICA

ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES

**NRO.
PRÁCTICA:**

3

TÍTULO PRÁCTICA: CONEXIÓN ENTRE LAS ENTRADAS DIGITALES DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMCIS G120 Y LAS SALIDAS DIGITALES DEL PLC S7-1500.

Objetivo: Realizar la conexión entre las entradas digitales del variador de frecuencia G120 y salidas digitales del PLC S7-1500

Objetivos Específicos:

- Realizar las conexiones en el banco de trabajo correspondientes entre las entradas digitales del variador de frecuencia G120 y las salidas digitales del PLC S7-1500.
- Realizar la configuración de las entradas digitales del variador de frecuencia G120 con el Software SINAMICS STARTER, para posteriormente realizar la conexión con las salidas digitales del PLC S7-1500.
- Realizar la programación del autómatas PLC S7-1500 para controlar las entradas digitales del variador de frecuencia G120.
- Poner en marcha un motor trifásico de seis bornes y verificar su funcionamiento entre las salidas digitales del PLC S7-1500 y las entradas digitales del Variador G120.

INSTRUCCIONES
(Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):

1. Requisitos y conocimientos previos

- Configuración del variador G120 a través de software STARTER
- Configuración PLC S7-1500
- Configuración E/S del PLC S7-1500
- Conexión de motor trifásico.

2. Equipos, instrumentos y software

Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie
Software Tia Portal V15.1	-	-	V5.1
Unidad de Control CU250S-2	1	SIEMENS	-
Módulo de Potencia PM240-2	1	SIEMENS	-
Motor Trifásico de 6 bornes	1	-	-

3. Exposición

Tia Portal

STARTER es una herramienta para la puesta en marcha, configuración, y diagnóstico de los accionamientos de la familia SINAMICS G y SINAMICS-Dispone de un Asistente de proyecto, el cual permite realizar la identificación y configuración del dispositivo Variador de Frecuencia [1].



Figura 1: Software Tia Portal.

PLC S7-1500

Es un sistema modular y de aplicación universal, que, gracias a su incremento en la velocidad del procesamiento de comandos, ofrece un mejor y mayor rendimiento [2].

El sistema está compuesto por:

- Unidad de procesamiento central (CPU).
- Módulos de entradas y salidas analógicas
- Módulos de entradas y salidas digitales.
- Módulos de potencia PM.
- Dispone de un puerto Profibus
- Dispone de dos puertos Profinet.



Figura 2: PLC S7-1500

Variador de frecuencia G120

Los convertidores de frecuencia SINAMICS G120 están creados para la regulación exacta y rentable de la velocidad de motores trifásicos. Por lo general están formadas por dos unidades funcionales la Unidad de control (CU) y el Módulo de Poder (PM) [3].



Figura 3: Variador de frecuencia SINAMICS G120.

4. Proceso

- 1) Conexión del banco de trabajo y motor de 6 bornes.
- 2) Conectar las entradas digitales I16, I17, I18, I19 del variador de frecuencia con las salidas digitales Q8.0, Q8.1, Q8.2, Q8.3 del PLC S7-1500.
- 3) Conectar las entradas del PLC I16.0, I16.1 a dos pulsantes correspondientes.
- 4) Cargar el programa realizado en la práctica 2 en el variador de frecuencia.
- 5) Realizar una secuencia para el encendido, cambio de consignas y cambio de giro del motor trifásico en el software Tia Portal.
- 6) Encender el PLC S71500 y el Variador de frecuencia.
- 7) Encendido de la parte de potencia del variador L1, L2, L3.
- 8) Verificar el funcionamiento de las configuraciones realizadas.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

Para cumplir con el desarrollo de la presente práctica se debe realizar el siguiente procedimiento:

- 1) Realizar la conexión entre la Fuente Trifásica 3 X 220 VAC y las entradas del Variador de frecuencia G120 (ver Figura 4a).

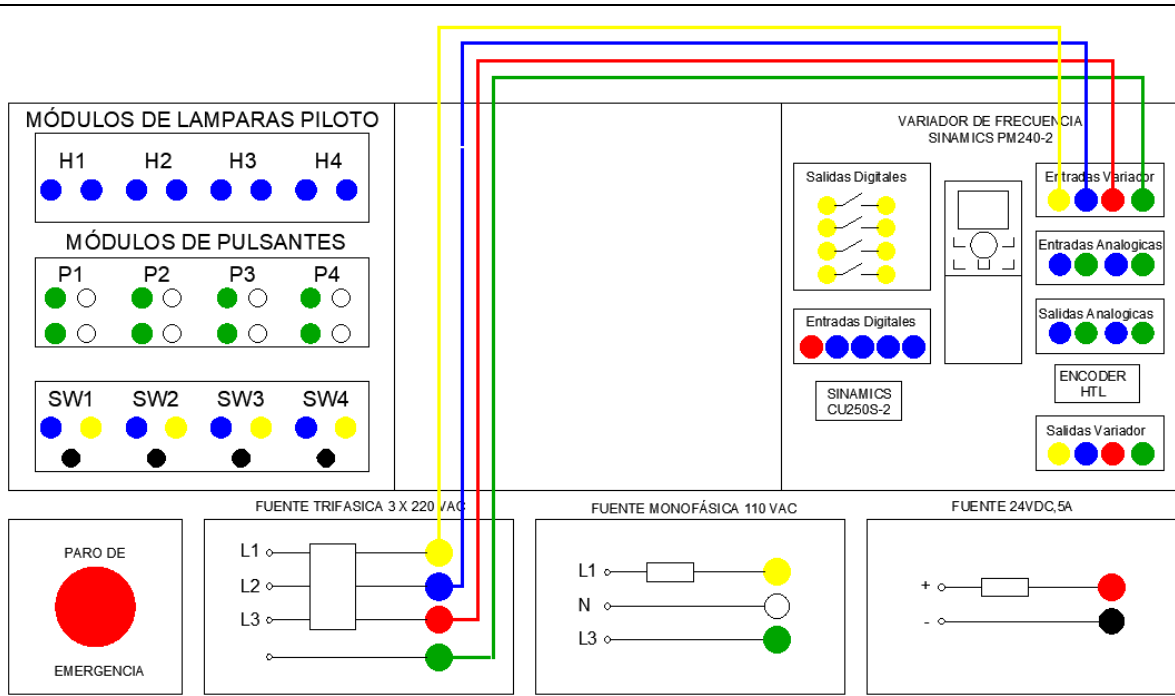


Figura 4a: Conexión del banco de trabajo

Realizar las respectivas conexiones de las entradas del variador de frecuencia, la conexión de las entradas digitales DI 16, DI 17, DI 18, DI 19, se conectaran a las salidas digitales Q8.0, Q8.1, Q8.2 Q8.3 respectivamente del PLC S7- 1500 (ver Figura)

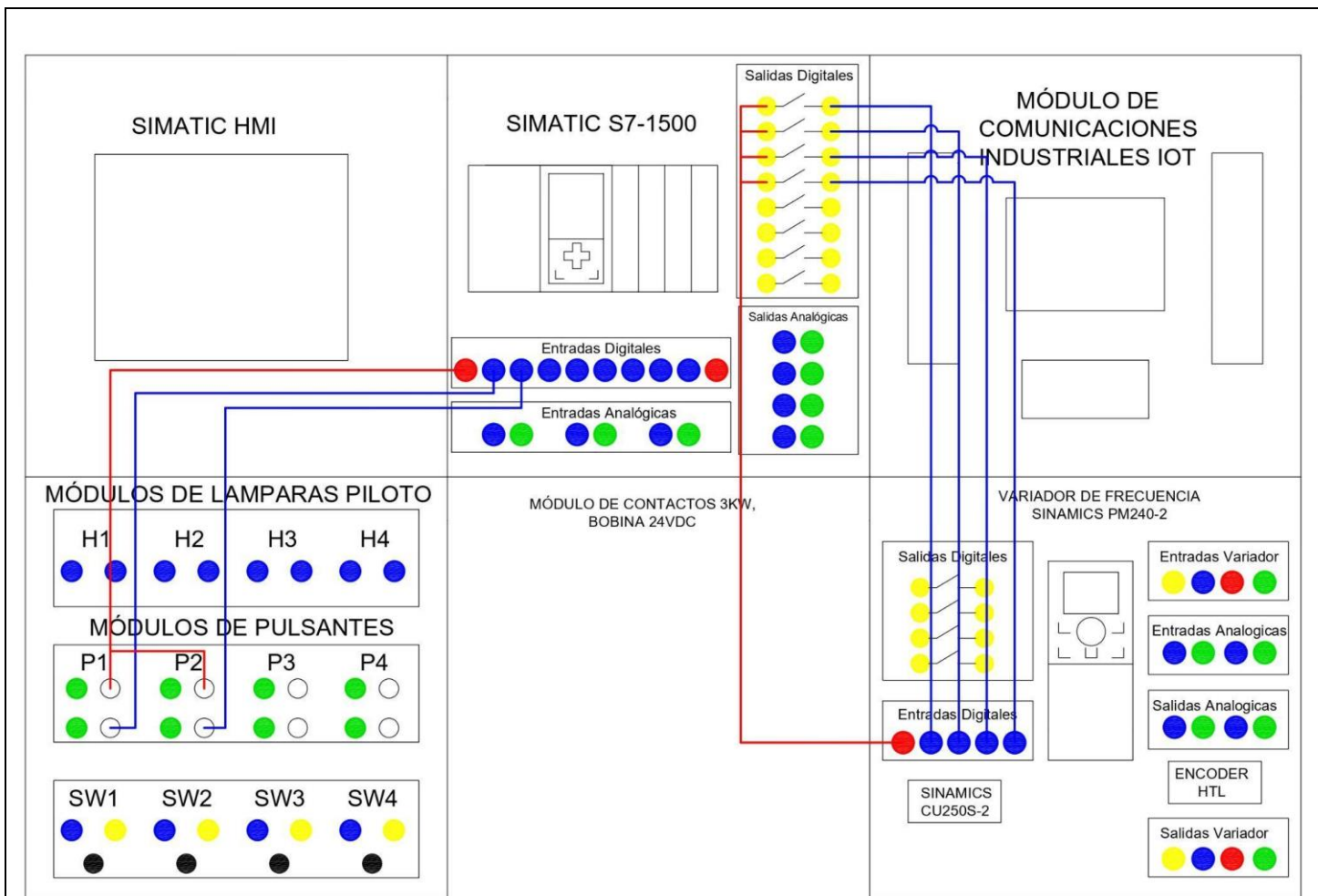


Figura 4b: Conexión entradas y salidas digitales.

Realizar la conexión del motor al Variador de frecuencia G120, las bobinas del motor han sido acomodadas para realizar una conexión triángulo (ver Figura 5). Las salidas del Variador U2, V2, W2 se conectan a las entradas del motor V2, U2, W2.



Figura 4: Conexión triángulo del motor trifásico.

- 2) Configurar y cargar el programa que se realizó en la **Práctica 2**, a partir de este punto se procede a configurar el autómatas S7-1500 para realizar una secuencia que permita conectar las salidas del PLC S7-1500 a las entradas del variador SINAMICS G120.
- 3) Abrir el programa Tia portal.

- Para crear un nuevo proyecto, en la ventana de **“Iniciar”** se da clic en **“Crear proyecto”**, dentro de esta ventana se debe llenar los parámetros de Nombre de proyecto, Ruta, Autor y Comentario (ver Figura 6).
- Luego dar clic en el botón **“Crear”** ubicado en la parte inferior de los parámetros anteriormente mencionados.

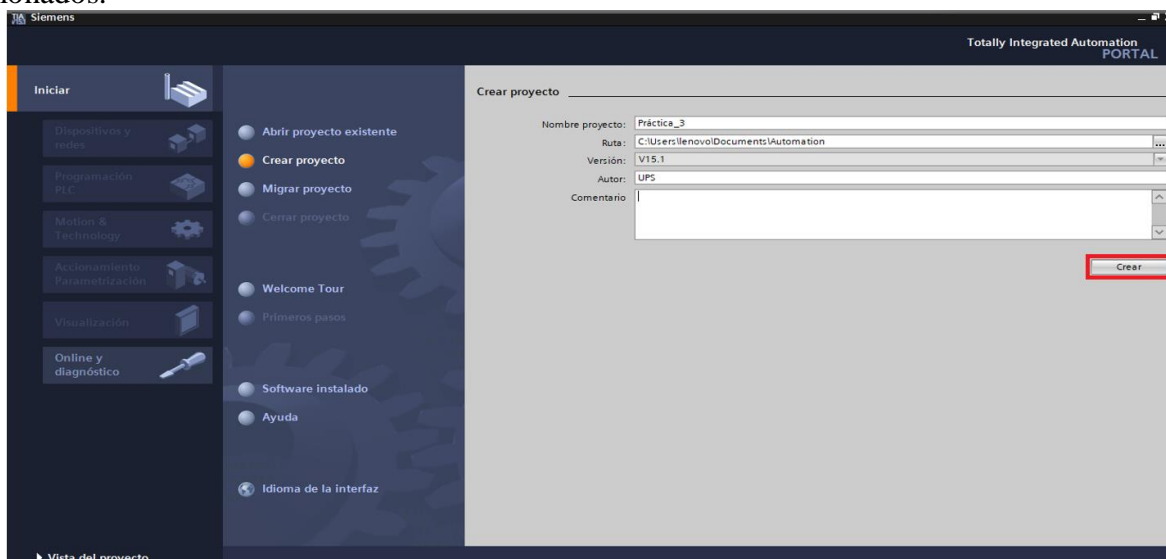


Figura 6: Ventana de inicio de Tia Portal.

- Después de dar clic en el botón **“Crear”**, se abrirá por defecto la ventana de **“Primeros pasos”**, en esta ventana debemos hacer clic sobre **“Configurar un dispositivo”** (ver Figura 7).

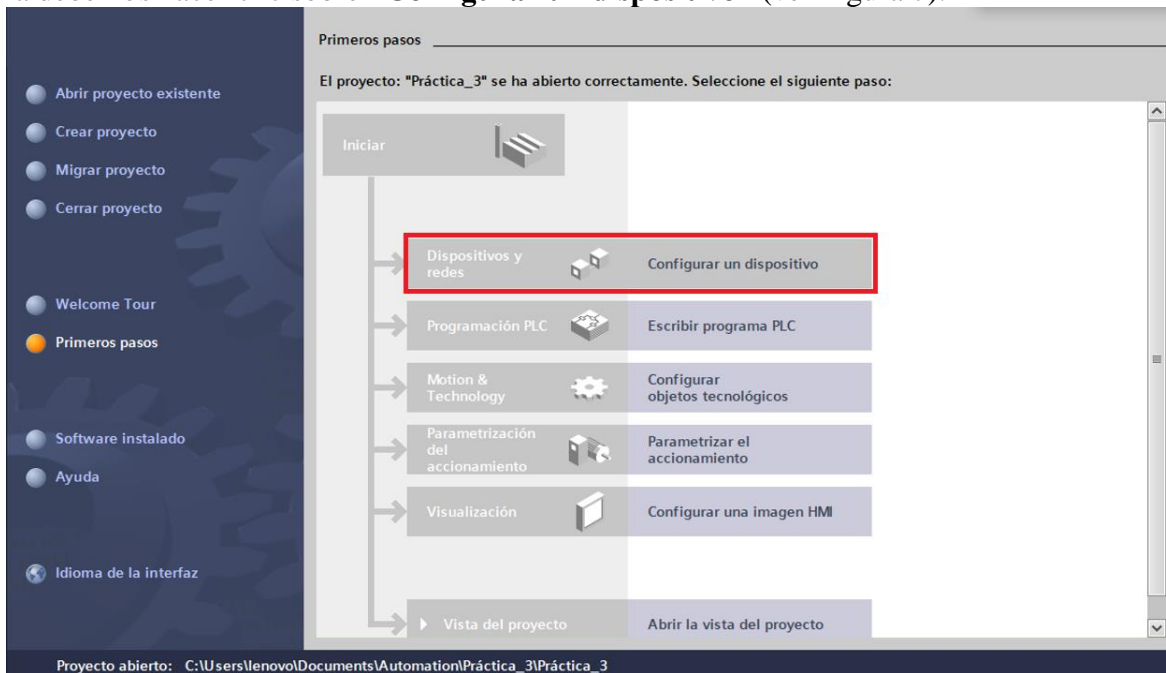


Figura 7: Ventana de primeros pasos.

- En la siguiente ventana de **“Dispositivos y redes”**, dar clic sobre **“Agregar dispositivo”**.
 - Para agregar el dispositivo dar clic sobre **“Controladores”** / **“SIMATIC S7-1500”** / **“CPU”** / **“CPU 1516-3 PN/DP”** / **“6ES7 516-3AN01-0AB0”**. En la opción versión ubicada en la parte derecha, escoger la opción **“V2.6”** (ver Figura 8).
 - Una vez seleccionado el autómatas, se puede asignar un nombre en la parte superior de la ventana, por defecto se asigna el nombre **“PLC_1”**.
 - Luego damos clic sobre el botón **“Agregar”**.

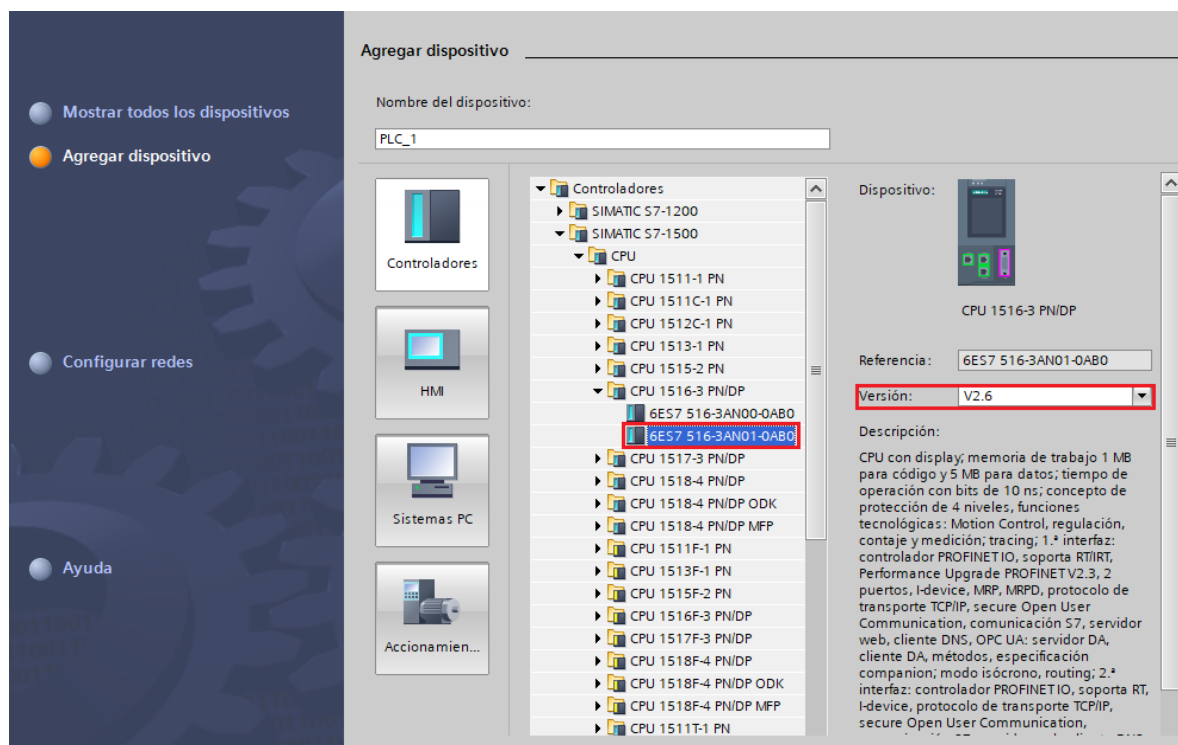


Figura 8: Agregar nuevo dispositivo.

- 6) Después de agregar el dispositivo, se abrirá la ventana “**Vista de redes**”, en esta ventana se encontrará el dispositivo que fue agregado (ver Figura 9).

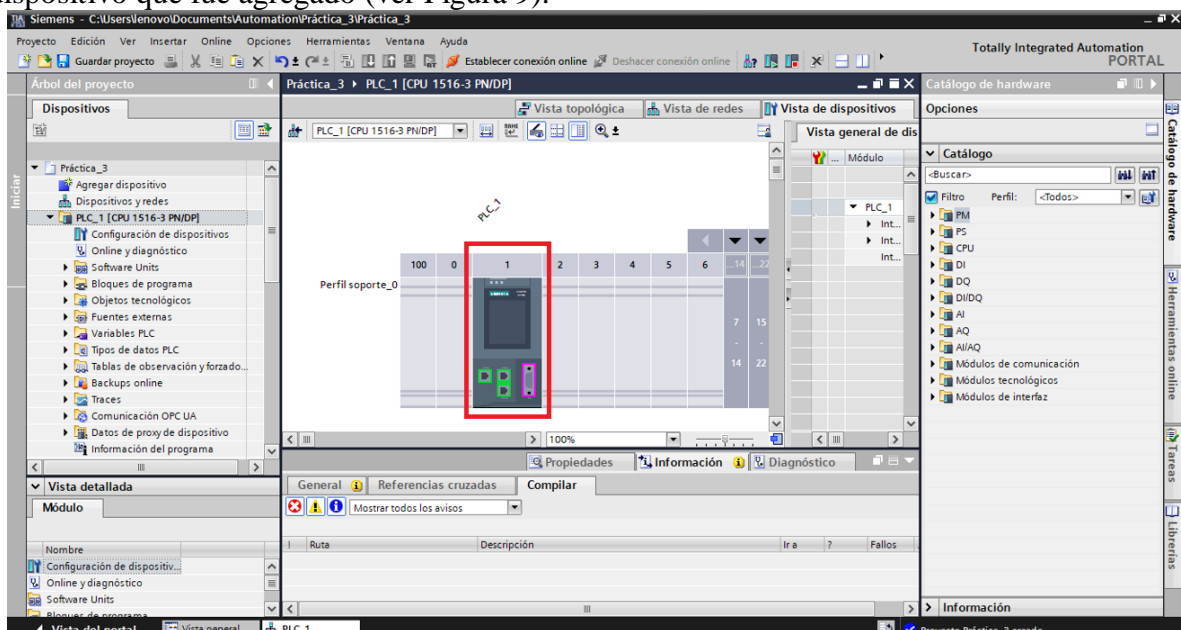


Figura 9: Vista de dispositivos.

- 7) Para que el dispositivo funcione de manera correcta se debe agregar un Módulo de: potencia, de entrada analógica, de salida analógica, de entrada digital y de salida digital, tal como se encuentra conectado en el banco de trabajo.

Para agregar el Módulo de potencia se debe seguir los siguientes pasos:

- Ubicarse en la parte derecha de la ventana del proyecto sobre “**Catálogo de Hardware**”.
- Ubicar la fuente de alimentación dando clic sobre “**PM**” / “**PM 190W 120/230VAC**” / “**6EP1333-4BA00**” (ver Figura 10).
- Luego dar doble clic sobre la fuente encontrada y se agregara automáticamente.

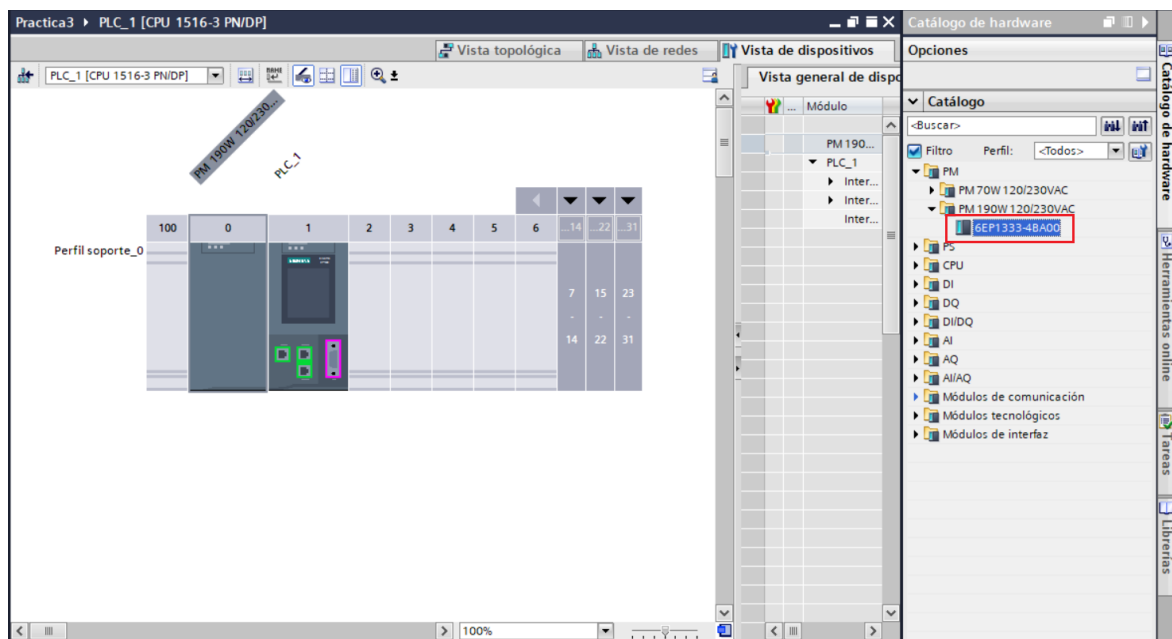


Figura 10: Agregar Módulo de potencia.

- 8) Para agregar el Módulo de entradas analógicas se debe seguir los siguientes pasos:
- Ubicarse en la parte derecha de la ventana del proyecto sobre “**Catálogo de Hardware**”.
 - Ubicar el módulo de entradas analógicas dando clic sobre “**AI**” / “**8xU/I/RTD/TC ST**” / “**6ES7 531-7KF00-0AB0**”, seleccionar la versión “**V2.2**” (ver Figura 11).
 - Luego dar doble clic sobre el módulo encontrado y se agregara automáticamente.

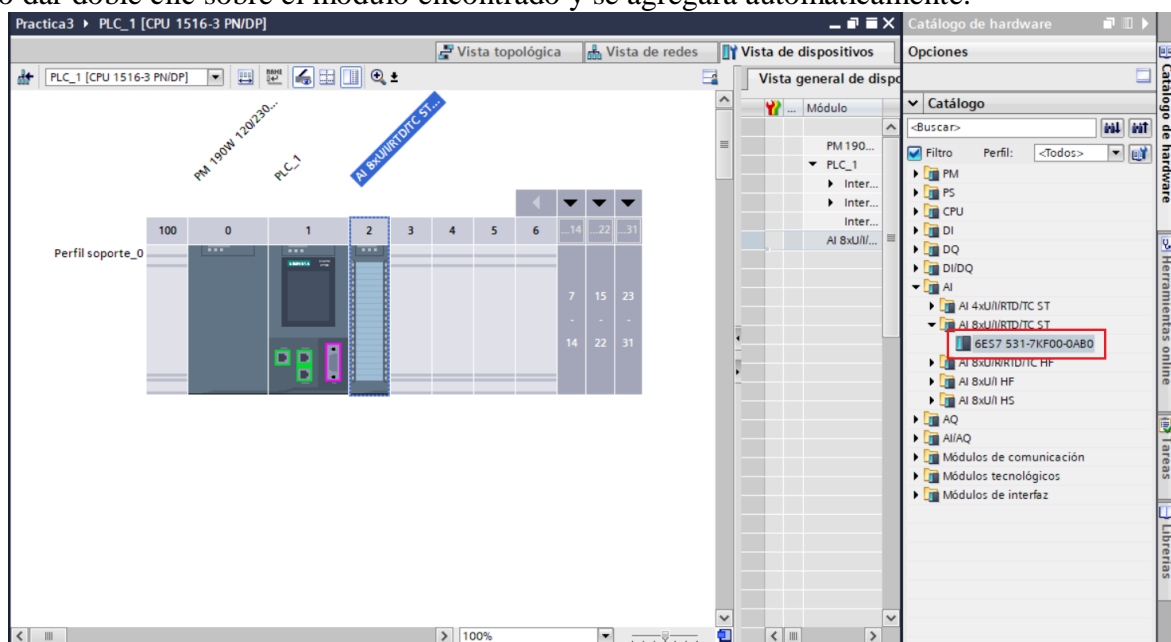


Figura 11: Agregar Módulo de entradas analógicas.

- 9) Para agregar el Módulo de salidas analógicas se debe seguir los siguientes pasos:
- Ubicarse en la parte derecha de la ventana del proyecto sobre “**Catálogo de Hardware**”.
 - Ubicar el módulo de salidas analógicas dando clic sobre “**AQ**” / “**AQ 4xU/I ST**” / “**6ES7 532-5HD00-0AB0**” seleccionar la versión “**V2.2**” (ver Figura 12).
 - Luego dar doble clic sobre el módulo encontrado y se agregara automáticamente.

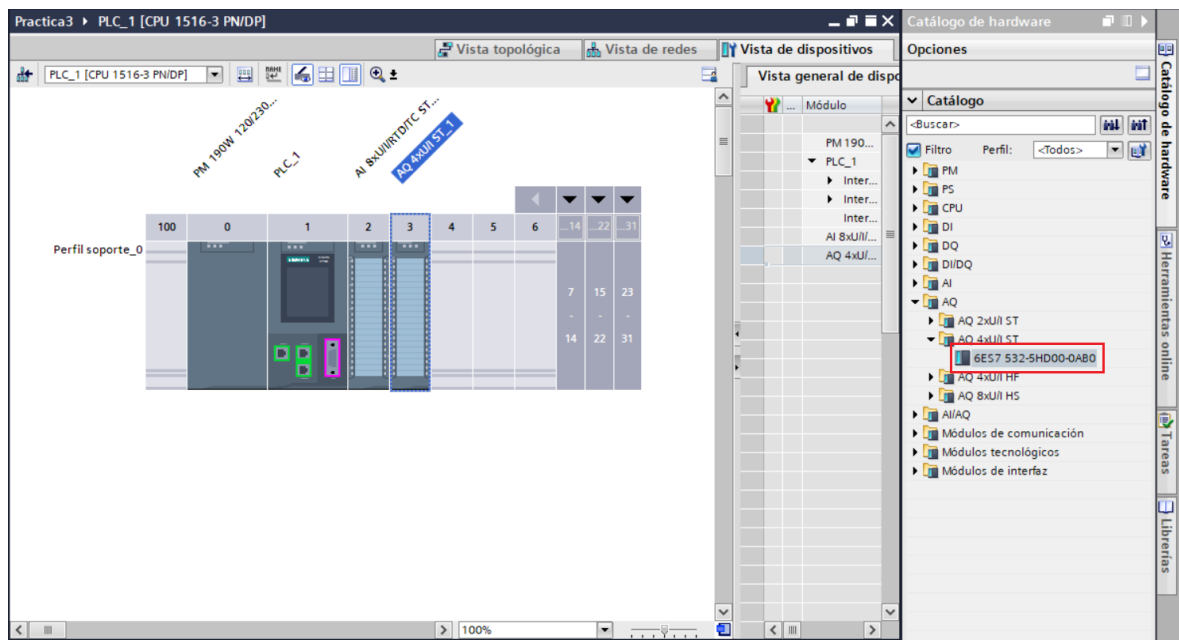


Figura 12: Agregar Módulo de salidas analógicas.

10) Para agregar el Módulo de entradas digitales se debe seguir los siguientes pasos:

- Ubicarse en la parte derecha de la ventana del proyecto sobre **“Catálogo de Hardware”**.
- Ubicar el módulo de entradas digitales dando clic sobre **“DI” / “DI 32x24VDC HF” / “6ES7 521-1BL00-0AB0”**, seleccionar la versión **“V2.1”** (ver Figura 13).
- Luego dar doble clic sobre el módulo encontrado y se agregara automáticamente.

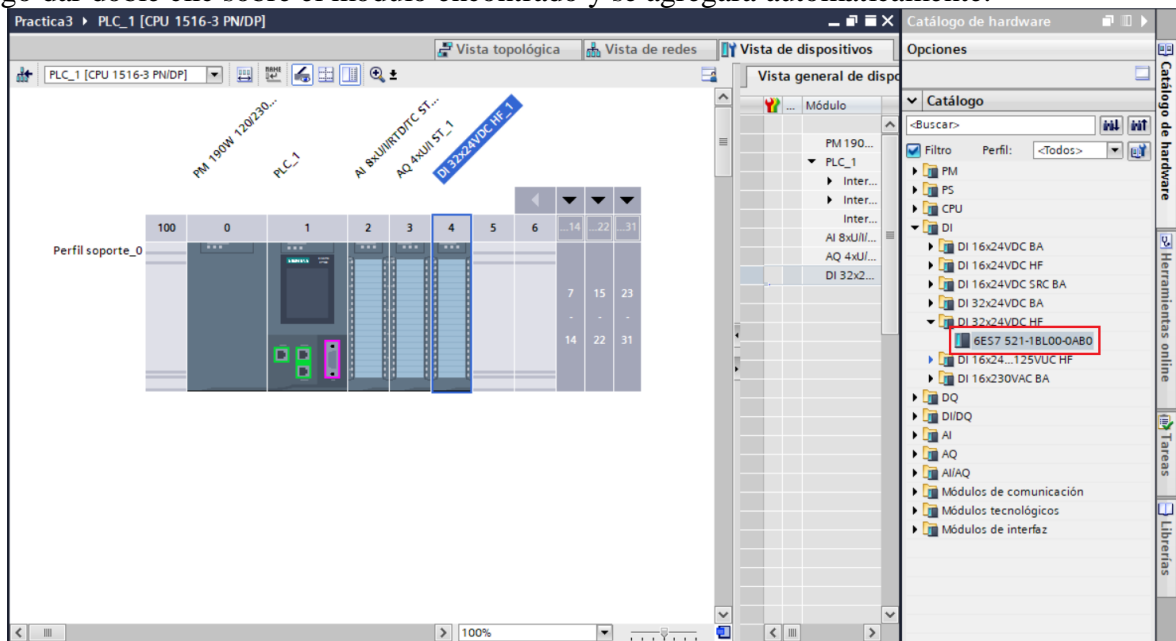


Figura 13: Agregar Módulo de entradas digitales.

11) Para agregar el Módulo de salidas digitales se debe seguir los siguientes pasos:

- Ubicarse en la parte derecha de la ventana del proyecto sobre **“Catálogo de Hardware”**.
- Ubicar la fuente de alimentación dando clic sobre **“DQ” / “DQ 32x24VDC/0.5A HF” / “6ES7 522-1BL01-0AB0”** seleccionar la versión **“V1.1”** (ver Figura 14).
- Luego dar doble clic sobre el módulo encontrado y se agregara automáticamente.

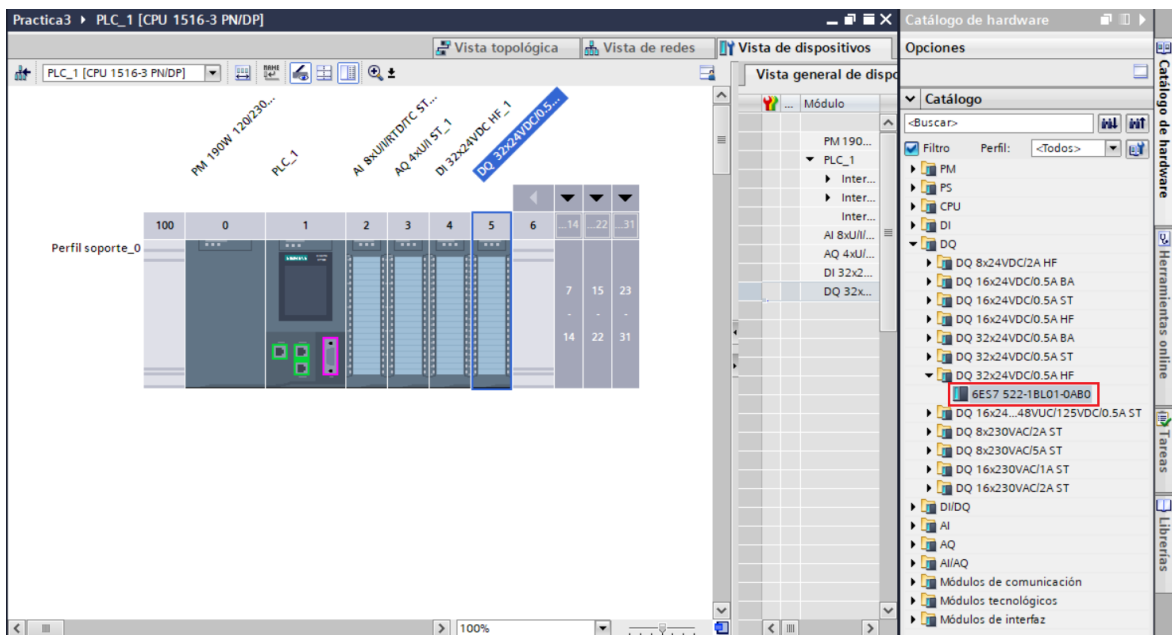


Figura 14: Agregar Módulo de salidas digitales.

12) Realizar la programación de la secuencia para el encendido del motor, asignación de consignas de velocidad e inversión de giro.

- Para ello ubicarse en el árbol del proyecto, dar clic en “PLC_1 [CPU 1516-3 PN/DP]” / “Variables PLC” / “Mostrar todas las variables”
- Dentro de esta ventana se asignan los nombres para las variables de entrada y salidas del PLC (ver Figura 15).

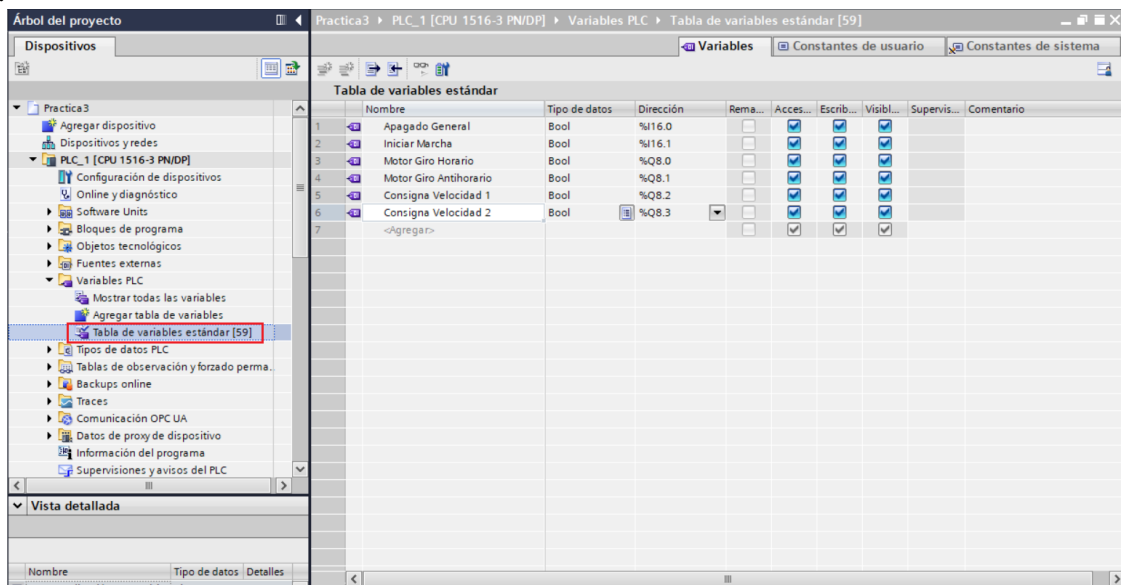


Figura 15: Variables PLC.

13) Para iniciar con la programación de la secuencia, dar clic en “PLC_1 [CPU 1516-3 PN/DP]” / “Bloques de programa” / “Main [OB1]” (ver Figura 16).

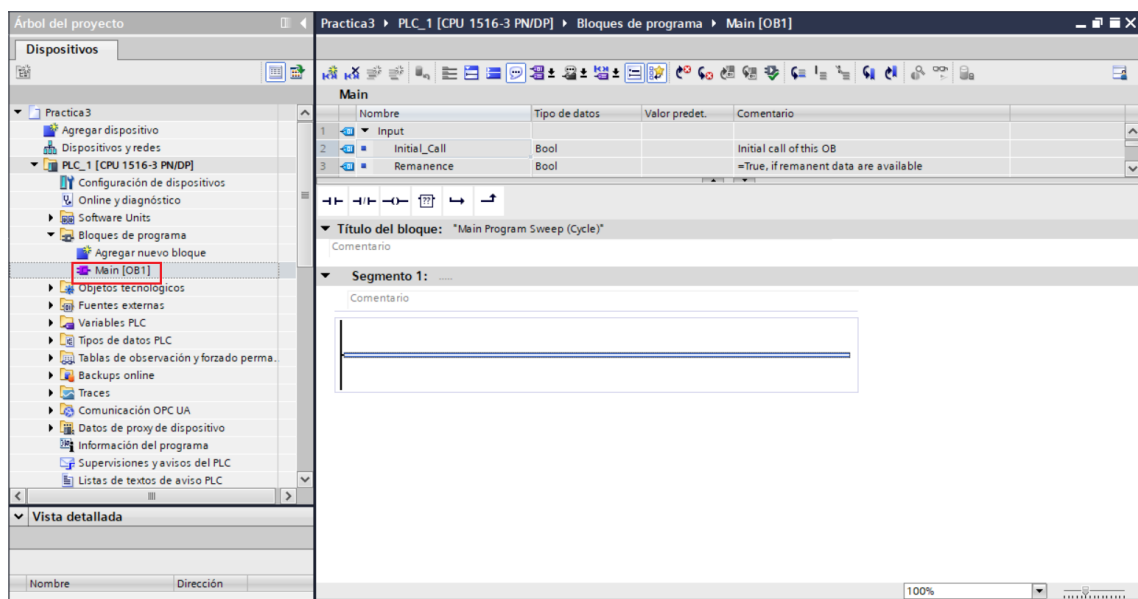


Figura 16: Ventana de bloques de programación

14) Dentro del bloque de programación se debe realizar la siguiente programación:

- En el segmento 1, asignar la siguiente configuración para el inicio y paro de la secuencia.

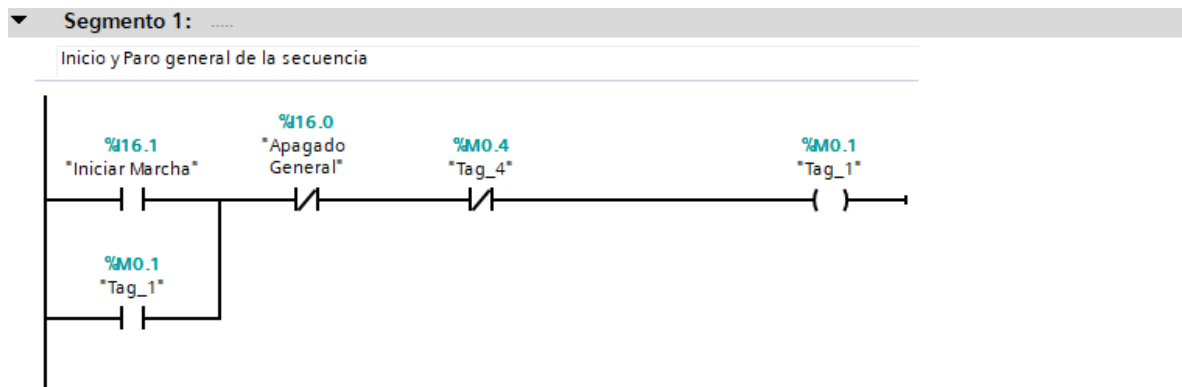


Figura 17: Configuración para la marcha y paro del motor.

- En el segmento 2, agregar tres bloques de temporizadores (TON).
- En las entradas IN, agregar las marcas M0.1, M0.2, M0.3 respectivamente
- En las entradas PT ingresar 40S, 10S, 40S respectivamente
- En las salidas Q, agregar las marcas M0.2, M0.3, M0.4 (ver Figura 18)

▼ Segmento 2:

Asignamos los tiempos para el encendido del motor, consignas e inversión de giro.

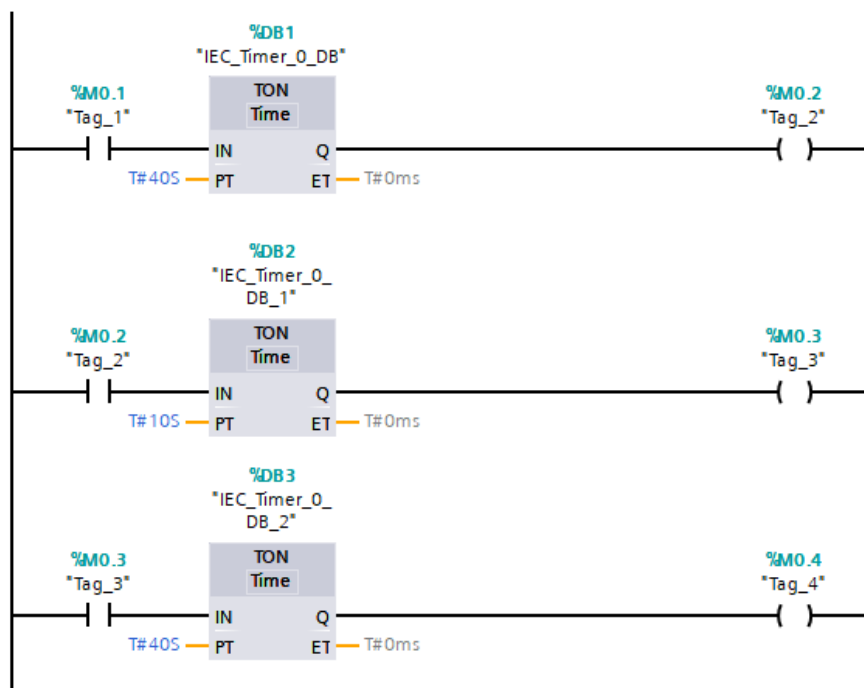


Figura 18: Configuración de temporizadores para inversión de giro.

- En el segmento 3, realizar la siguiente configuración para habilitar el sentido de giro del motor a través de las salidas digitales Q8.0 y Q8.1 (ver figura 19).

▼ Segmento 3:

Habilitación del giro en sentido horario y antihorario

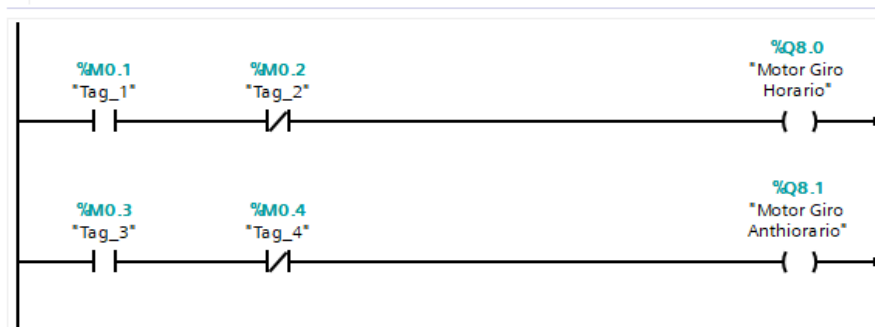


Figura 19: Habilitación de las salidas digitales Q8.0 y Q8.1 para inversión de giro.

- En el segmento 4, agregar dos módulos de comparación (Menor) seguido por una bobina.
- En la parte superior del primer módulo de comparación ingresar ““IEC_Timer_0_DB”.ET” y en la parte inferior ingresamos “20S”
- En la parte superior del segundo módulo de comparación ingresar ““IEC_Timer_0_DB_2”.ET” y en la parte inferior ingresamos “20S” (ver Figura 20)

▼ Segmento 4:

Habilitación de la consigna de velocidad 1

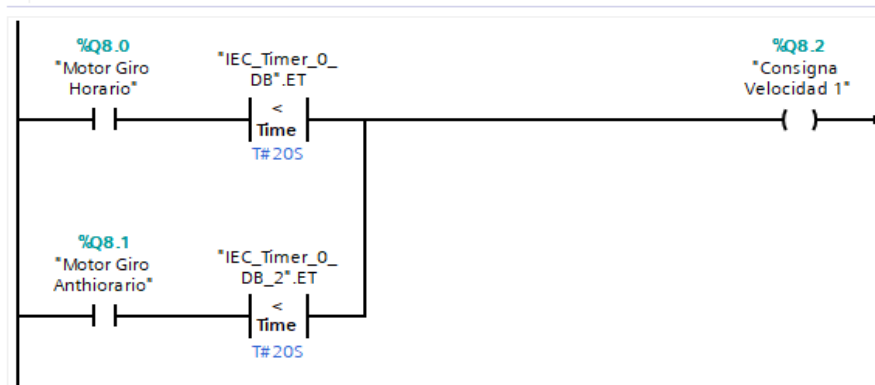


Figura 20: Configuración para habilitar la consigna de velocidad 1.

- En el segmento 5, agregar dos módulos de comparación (Mayor) seguido por una bobina.
- En la parte superior del primer módulo de comparación ingresar ““IEC_Timer_0_DB”.ET” y en la parte inferior ingresar “20S”
- En la parte superior del segundo módulo de comparación ingresar ““IEC_Timer_0_DB_2”.ET” y en la parte inferior ingresar “20S” (ver figura 21)

▼ Segmento 5:

Habilitación de la consigna de velocidad 2

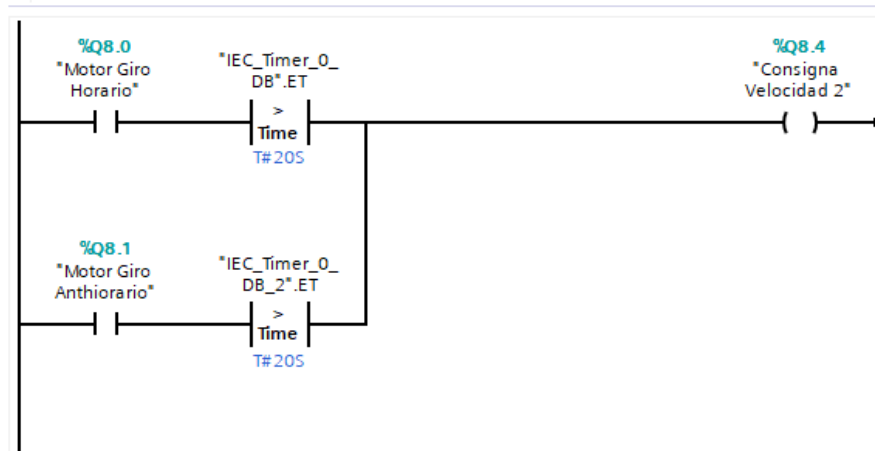


Figura 21: Configuración para habilitar la consigna de velocidad 2.

15) Finalmente se debe cargar el programa en el PLC.

16) Verificar el funcionamiento

- Al presionar el pulsante de la entrada I16.1 del PLC se dará inicio a la secuencia, se encenderá primero las salidas del PLC Q8.0 y Q8.2 lo que significa que se activará la entrada digital I16 e I18 del Variador, ocasionando que el motor gire en sentido horario con la consigna de velocidad 1
- Después de 20 S la consigna de velocidad cambiará y se activará la salida Q8.3 lo que activará la entrada digital I19 del variador, activando la consigna de velocidad 2.
- Después de los 40 segundos el motor se detiene, y luego de 10 s se activa la salida Q8.1 y Q8.2, ocasionando que el motor gire en sentido Antihorario con la consigna de velocidad 1.
- Después de 20 s la consigna de velocidad cambiará.
- Al presionar el pulsante de la entrada I16.0 del PLC, se desactiva la secuencia.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFÍA:

[1] SIEMENS SUPPORT. 2022. SINAMICS STARTER. [online] Available at:
<<https://support.industry.siemens.com/cs/document/26233208/sinamics-starter?dti=0&dl=en&lc=es-ES>>
[Accessed 14 May 2022].

[2] newsiemens. 2022. SIMATIC S7-1500. [online] Disponible en:
<<https://new.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/sistemas/simatic/controladores-simatic/simatic-s7-1500.html>>

[3] Siemens, 2021. Convertidores estándar SINAMICS G120 - Global eBusiness - Siemens WW. [online]
Mall.industry.siemens.com. Available at:
<<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10215579>> [Accessed 29 November 2021].

ANEXO 4



**FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE
LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE
SIMULACIÓN – PARA DOCENTES**

CARRERA: ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES

NRO. PRÁCTICA:

4

TÍTULO PRÁCTICA: COMUNICACIÓN PROFINET ENTRE EL PLC S7-1500 Y VARIADOR SINAMIC G120 A TRAVÉS DEL TELEGRAMA 1

OBJETIVO: Realizar la comunicación de la red profinet entre el PLC S71500 y el variador SINAMICS G120 a través del telegrama 1.

Objetivos Específicos:

- Realizar la configuración de hardware de la red Profinet entre el PLC S7-1500 y el variador SINAMICS G120 para realizar el control del motor.
- Configurar los parámetros del motor y seleccionar el respectivo telegrama a través del IOP-2 para la respectiva comunicación entre PLC y Variador G120.
- Configurar el software de la red Profinet en Tia Portal y el telegrama de comunicación “Telegrama estándar 1”, para el control de la velocidad del motor.
- Crear un programa en Tia Portal para controlar el variador de frecuencia a través de las entradas digitales del PLC.
- Verificar el respectivo funcionamiento del telegrama estándar 1.

INSTRUCCIONES

(Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):

1. Requisitos y conocimientos previos

- a) Configuración de software y hardware de una red Profinet.
- b) Uso de telegrama de comunicación.
- c) Configuración del motor trifásico.

2. Equipos, instrumentos y software

Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie
Software TIA PORTAL	1	-	V15.1
PLC S7-1500	1	SIEMENS	S7-1500
Unidad de Control CU250S-2	1	SIEMENS	CU250S-2
Módulo de Potencia PM240-2	1	SIEMENS	PM240-2
IOP-2	1	SIEMENS	IOP-2
Motor Trifásico de 6 bornes	1	-	-
Cable Profinet	1	-	-

3. Exposición

Profinet IO

Profinet es un estándar de comunicación basado en Industrial Ethernet, ideal para aplicaciones a nivel de automatización industrial, ya que permite la interconexión y el intercambio de datos entre los dispositivos de campo. Profinet IO utiliza la transferencia de datos cíclicos para realizar el intercambio de datos entre los controladores IO y los dispositivos IO, diagnósticos y alarmas [1]. Utiliza tres canales de comunicación: TCP/IP, transmisión de datos de configuración y parametrización, RT (real Time), para intercambio de datos en tiempo real, IRT (Isochronous Real Time) mejora el rendimiento en el intercambio de datos, ideales para sistemas de control de movimiento [2].

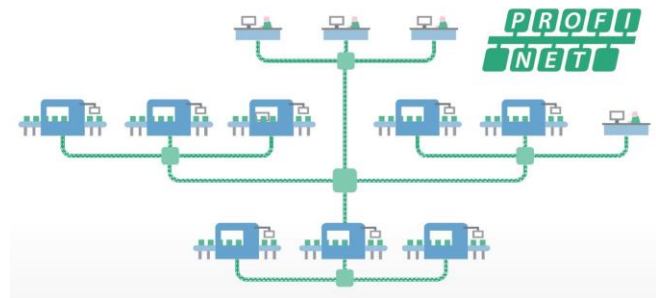


Figura 1. PROFINET IO.

PLC S7-1500

Es un sistema modular y de aplicación universal, que, gracias a su incremento en la velocidad del procesamiento de comandos, ofrece un mejor y mayor rendimiento [3].

El sistema está compuesto por:

- Unidad de procesamiento central (CPU).
- Módulos de entradas y salidas analógicas
- Módulos de entradas y salidas digitales.
- Módulos de potencia PM.
- Dispone de un puerto Profibus
- Dispone de dos puertos Profinet



Figura 2. PLC S7-1500.

SINAMICS G120

Los convertidores de frecuencia SINAMICS G120 están creados para la regulación exacta y rentable de la velocidad de motores trifásicos. Por lo general están formadas por dos unidades funcionales la Unidad de control (CU) y el Módulo de Poder (PM) [4].



Figura 3. Componentes del variador de frecuencia G-120.

Telegrama de comunicación.

El telegrama sirve para la comunicación PROFINET entre el PLC y el variador de frecuencia G-120. Está compuesta de una palabra de mando que envía órdenes al variador y una palabra de estado que recibe información del estado del variador en un ancho de dos palabras [5].

Telegrama 1: Ajuste predeterminado con dos velocidades fijas.

3	AI 0	---
4		
5	DI 0	CON/DES1 Giro horario
6	DI 1	CON/DES1 Giro antihorario
7	DI 2	Confirmar
8	DI 3	---
16	DI 4	Velocidad fija 3
17	DI 5	Velocidad fija 4

Figura 4. Consignas predeterminadas del telegrama 1.

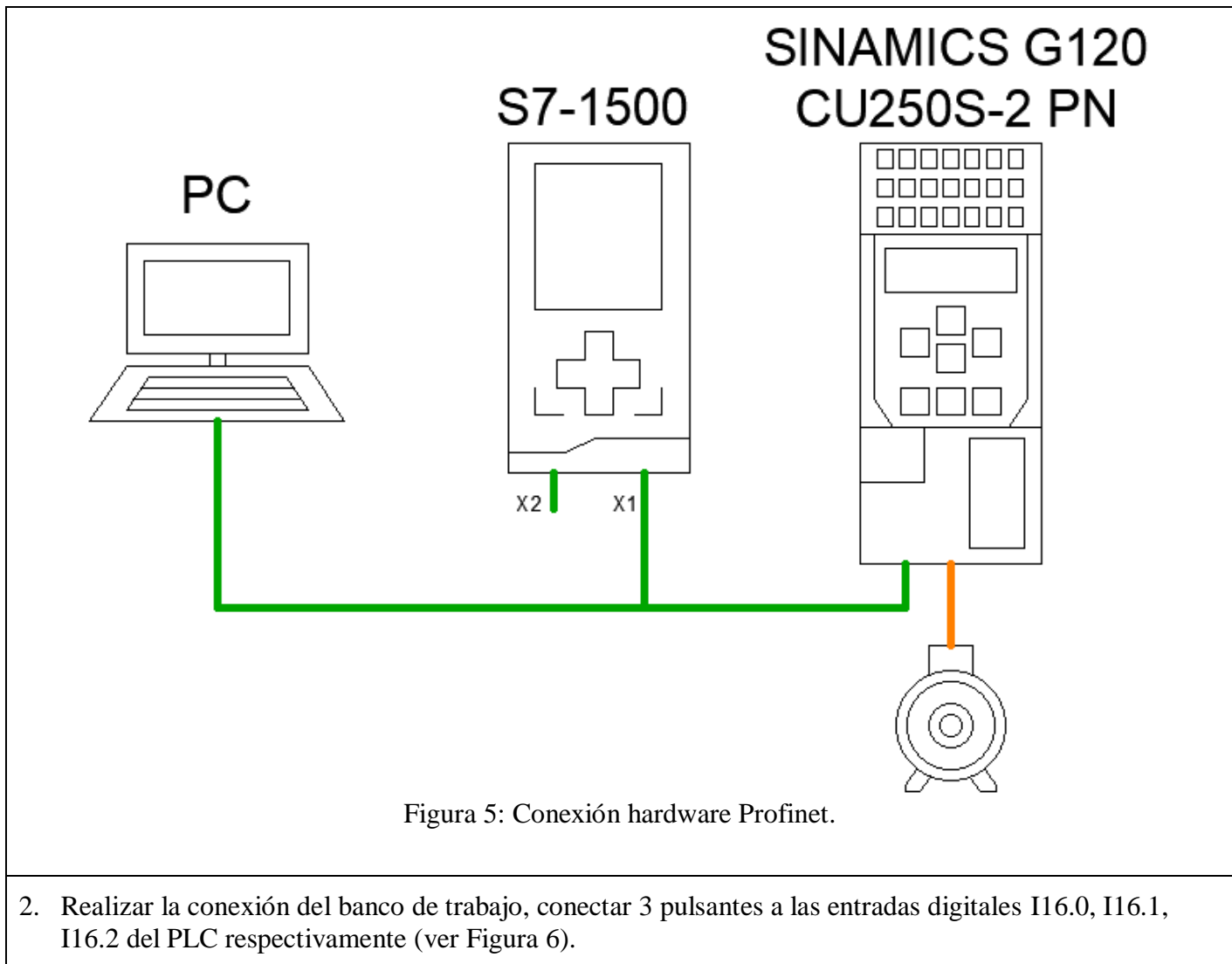
4. Proceso

- 1) Realizar la conexión de hardware de la red de comunicación Profinet entre el PLC S7-1500 y el Variador de frecuencia G120.
- 2) Realizar la conexión de las entradas digitales del PLC con pulsantes y las salidas con luminarias indicadoras.
- 3) Realizar la conexión del variador de frecuencia G120 hacia el motor trifásico de 6 bornes.
- 4) Configurar los parámetros del motor a través del IOP-2, y escoger el telegrama de comunicación que se usará (Telegrama 1).
- 5) En Tia Portal crear un nuevo proyecto, y realizar agregar los dispositivos que se usarán: PLC S7-1500 y Variador Sinamics G120.
- 6) Configurar las direcciones IP del PLC s7.1500 y Variador Sinamics G120.
- 7) Agregar y configurar el Telegrama de comunicación (Telegrama 1).
- 8) Verificar el funcionamiento.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

Para cumplir con el desarrollo de la presente práctica se debe seguir el siguiente procedimiento.

1. Realizar la conexión de hardware de la red de comunicación Profinet entre el PLC S7-1500 y el Variador de Frecuencia G120 (ver Figura).



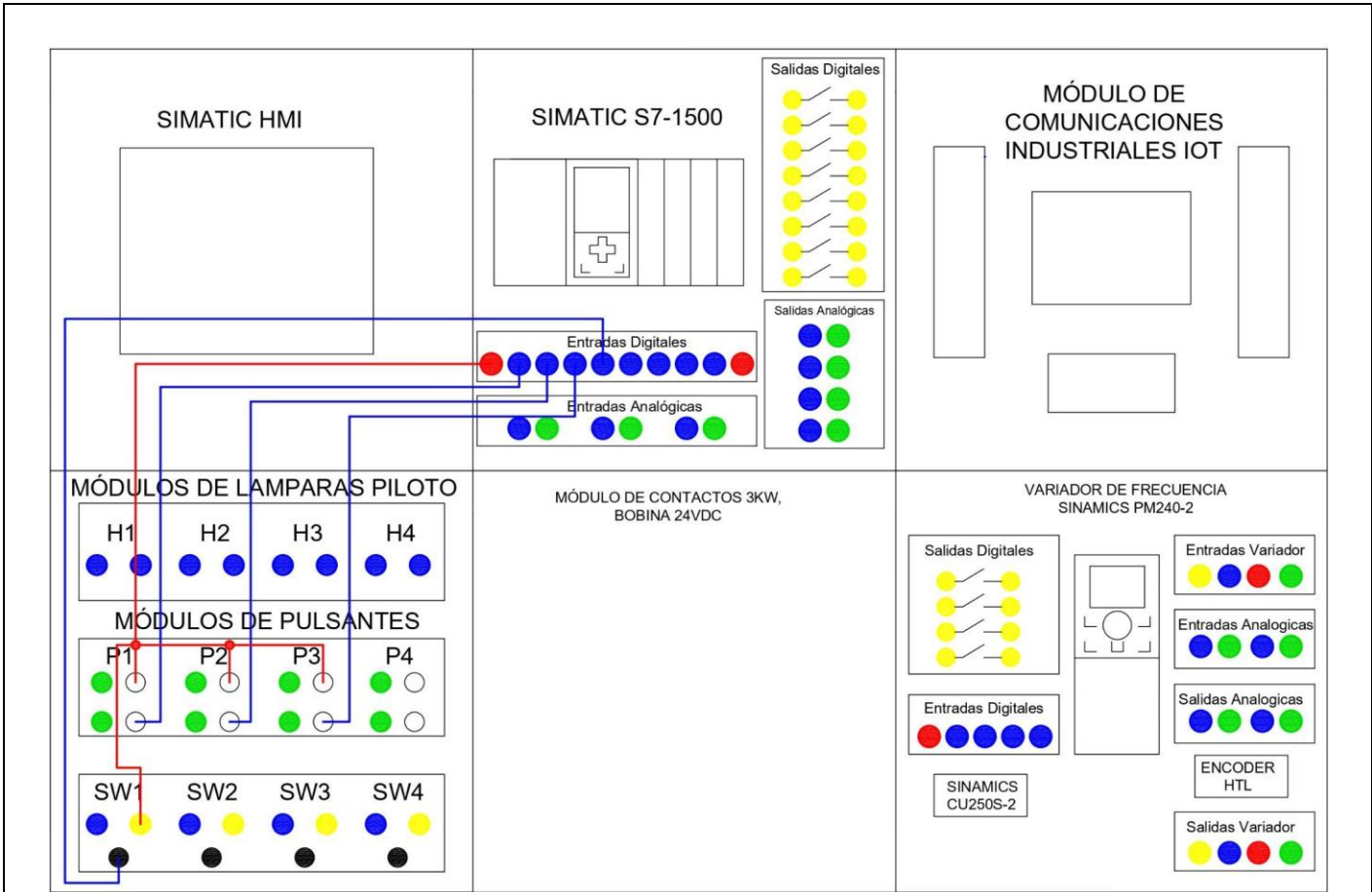


Figura 6. Conexión de los pulsantes en el banco de pruebas.

Realizar la conexión de 3 luminarias indicadores a las salidas digitales Q8.0, Q8.1, Q8.2 de, PLC respectivamente (ver Figura 7).

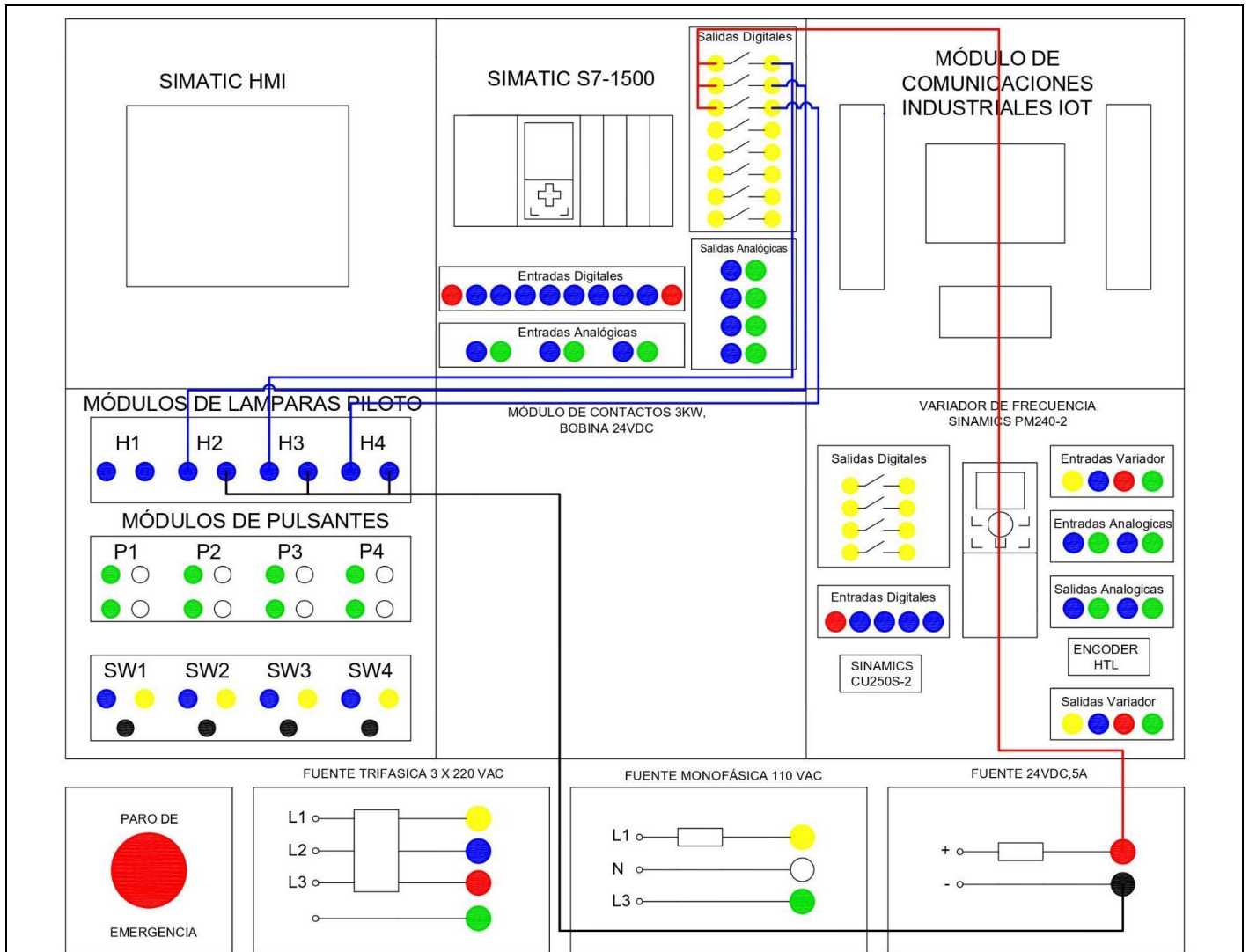


Figura 6. Conexión de los pulsantes en el banco de pruebas.

- Realizar la conexión entre la fuente trifásica 3 X 220V a las entradas del variador SINAMICS G120 y realizar la conexión del motor trifásico, la configuración del motor será triángulo (ver Figura 7).



Figura 7. Conexión triángulo del motor.

4. Configurar los parámetros del motor a través del IOP-2.

- En la ventana principal del IOP-2, seleccionamos el icono **“Instalación”** (ver Figura 8), en la

siguiente ventana seleccionamos la opción “**Puesta en marcha rápida**” (ver Figura 9).

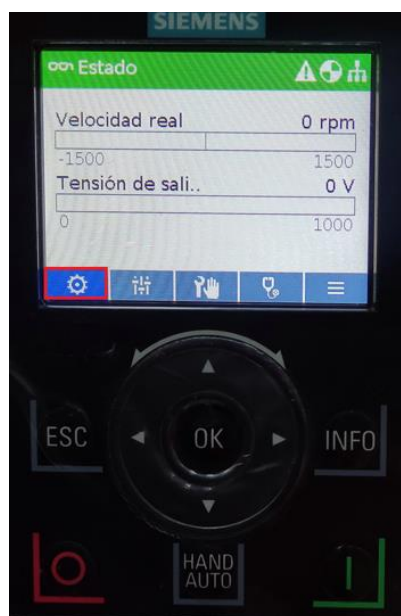


Figura 8. Ventana principal IOP-2

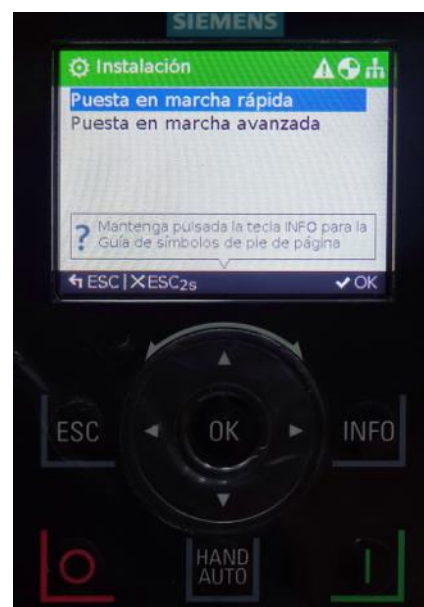


Figura 9. Ventana de selección para la puesta en marcha.

- (2) En la siguiente ventana escoger la opción “**Si reestablecer ajustes de fábrica**” (ver Figura 10) y presionar el botón “**OK**”.

Nota: Es recomendable restablecer el variador de frecuencia siempre que se inicie una nueva configuración.

- (3) Después de restablecer los ajustes de fábrica, en la siguiente ventana (ver Figura 11) se debe llenar los parámetros dependiendo del motor del que se dispone, para ello en la Tabla 1 se sugieren los siguientes ajustes.



Figura 10. Pantalla Reset a valores de fábrica.

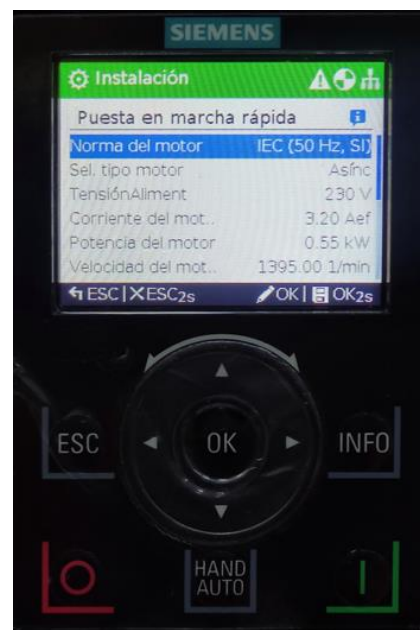


Figura 11. Configuración de los parámetros del motor.

Tabla 1. Ajustes sugeridos para la configuración del motor.

Configuración	Parámetro
Norma del motor	Nema(60 Hz, SI)
Sel. Tipo de motor	Asíncrono
Tensión alimentación	220 V
Corriente del motor	2.20 Aef
Potencia del motor	0.55 kW
Velocidad del motor	1440.00 rpm
Tensión del motor	220 v
Frecuencia del Motor	60 Hz
Velocidad Mínima	0.00 rpm
Velocidad Máxima	1440.0 rpm
Tiempo de aceleración	5 s
Tiempo de deceleración	5 s

- (4) Una vez realizadas las respectivas configuraciones presionar durante **2 segundos** el botón **“OK”** para guardar las configuraciones realizadas.
- (5) Para configurar el telegrama de comunicación, en la ventana principal seleccionar el icono **“Parámetros”** (ver Figura 12).
- Dentro de la ventana parámetros se escoge la opción **“Búsqueda por número”** (ver Figura 13).



Figura 12. Selección del ícono de parámetros en la ventana principal.

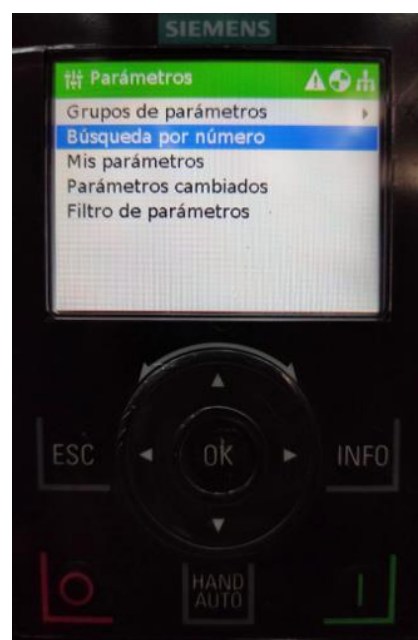


Figura 13. Pantalla de selección “Búsqueda por número”.

- (6) En la ventana búsqueda por número, ingresar el parámetro **“922”** (ver Figura 14), este parámetro permite escoger el telegrama de comunicación que será usado.
- En la siguiente ventana **“Todos los parámetros”**, seleccionar la opción **“p922 PZD Selec_telegr”** (ver Figura 15).



Figura 14. Ventana para el ingreso del parámetro deseado.

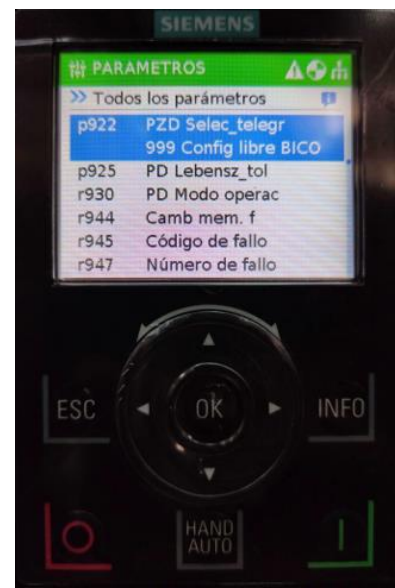


Figura 15. Ventana de los parámetros.

- (7) En la siguiente ventana “**p922 PZD Selec_telegr**” escoger el telegrama que se va a usar “**1: Telegr estándar 1**” (ver Figura 16), y presionar el botón “**OK**” para guardar la configuración y, luego el botón “**ESC**” para regresar a la ventana principal.

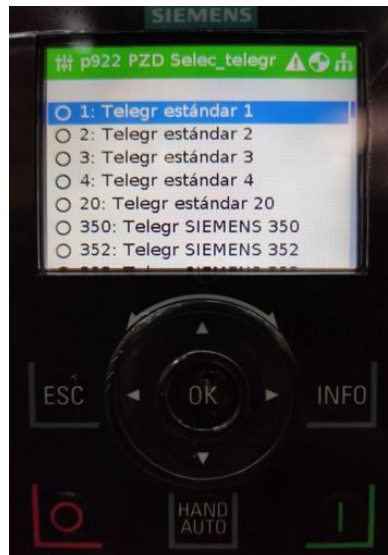


Figura 16. Ventana para la selección del telegrama 1.

- (8) Para finalizar, realizar la identificación del motor, para ello en el IOP-2 presionar el botón “**HAND/AUTO**” (ver Figura 17), este botón permite seleccionar el modo de operación: manual (IOP-2) o auto (a través de un controlador PLC). Luego presionar el botón “**ON**” (ver Figura 18) para dar inicio a la identificación del motor.



Figura 17. Pantalla de selección al modo de operación manual.



Figura 18. Inicio de la identificación del motor.

- (9) Después de terminar la identificación del motor presionar el botón **“OFF”** (ver Figura 19) para después presionar el botón **“HAND/AUTO”**.
 Verificar que esté activo el icono **“Auto”** (ver Figura 20).

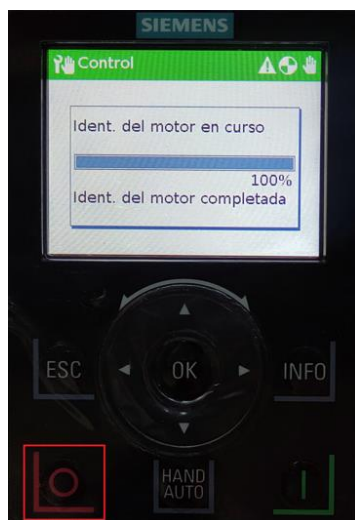


Figura 19. Identificación del motor

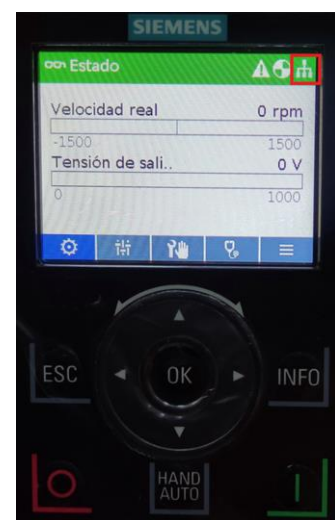


Figura 20. Ícono Auto.

5. Crear un nuevo proyecto en Tia Portal.

- (1) Abrir Tia Portal y crear un nuevo proyecto (ver Figura 21).

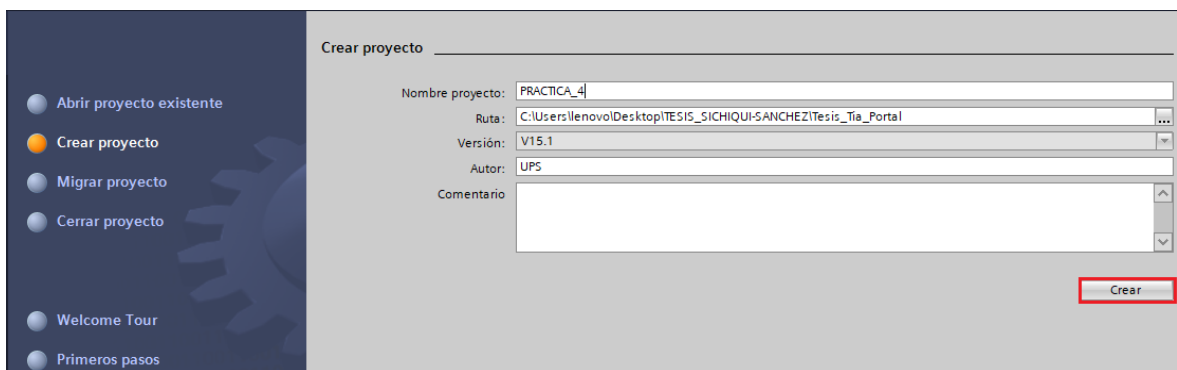


Figura 21. Creación de proyecto.

(2) En la ventana de “Dispositivos y redes”, agregar el PLC S7-1500 para ello seguimos los siguientes pasos:

- Dar clic en “Agregar dispositivos” y dar clic en “Controladores” / “SIMATIC S7-1500” / “CPU” / “CPU 1516-3 PN/DP” / “6ES7 516-3AN01-0AB0”, dentro de la opción “Versión” seleccionar “v2.6” (ver Figura 22) y dar clic en “Agregar”.

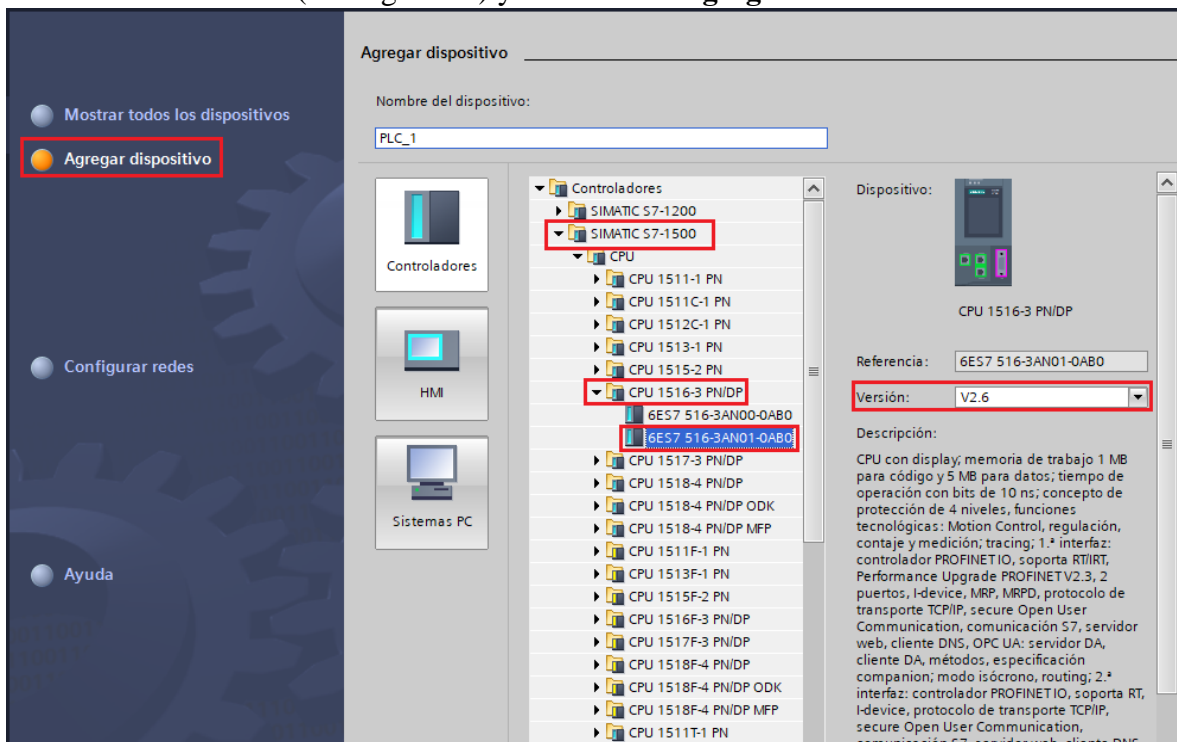


Figura 22. Selección del dispositivo que se va a utilizar.

(3) Después de agregar el dispositivo, el mismo aparece en la ventana “Dispositivos y Redes”, para que el controlador funcione de manera correcta se debe agregar los módulos que componen al controlador. Posteriormente se procede a agregar los módulos siguiendo los siguientes pasos:

- Ubicarse en la ventana de “Catálogo de Hardware” en la parte derecha de la pantalla.
- Para agregar el “Módulo de potencia” hacer clic en “PM” / “PM 190W 120/230VAC” / “6EP1333-4BA00”.
- Para agregar el “Modulo entrada analógica” hacer clic en “AI” / “8xU/I/RTD/TC ST” / “6ES7 531-7KF00-0AB0”, seleccionar la versión “V2.2”
- Para agregar el “Módulo de salida analógica” hacer clic en “AQ” / “AQ 4xU/I ST” / “6ES7

- Para agregar el “Módulo de entradas digitales” hacer clic en “DI” / “DI 32x24VDC HF” / “6ES7 521-1BL00-0AB0”, seleccionar la versión “V2.1”
- Para agregar el “Módulo de salidas digitales” hacer clic en “DQ” / “DQ 32x24VDC/0.5A HF” / “6ES7 522-1BL01-0AB0”, seleccionar la versión “V1.1” (ver Figura 23).

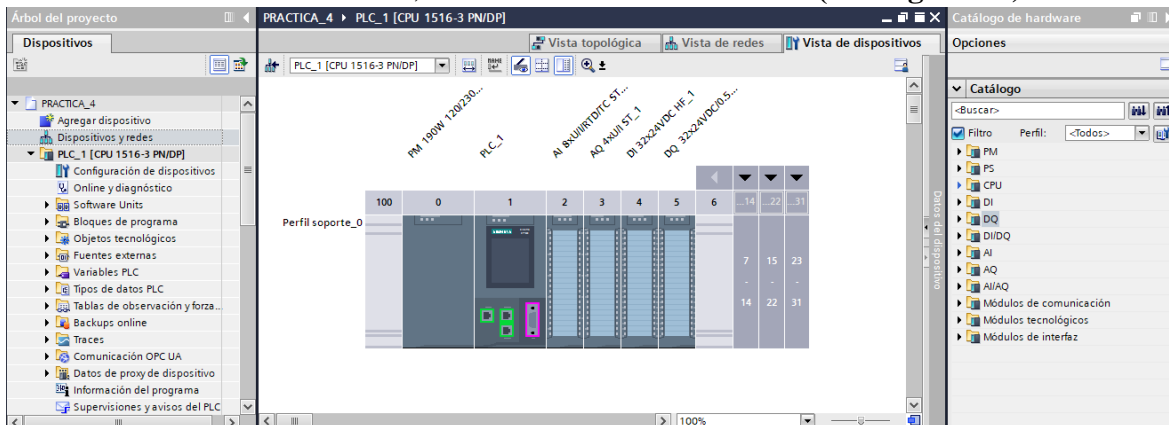


Figura 23. Módulos del controlador.

(4) Agregar el Variador de frecuencia SINAMICS G120 para ello seguimos los siguientes pasos:

- Hacer clic sobre “Vista de redes”.
- Nos ubicamos sobre la ventana “Catálogo de hardware”.
- Para agregar el variador debemos hacer clic sobre “Otros dispositivos de campo” / “PROFINET IO” / “Drives” / “SIEMENS AG” / “SINAMICS” / “SINAMICS G120 CU250S-2 PN VECTOR V4.7” (ver Figura 24).
- Luego damos doble clic para agregar el dispositivo.

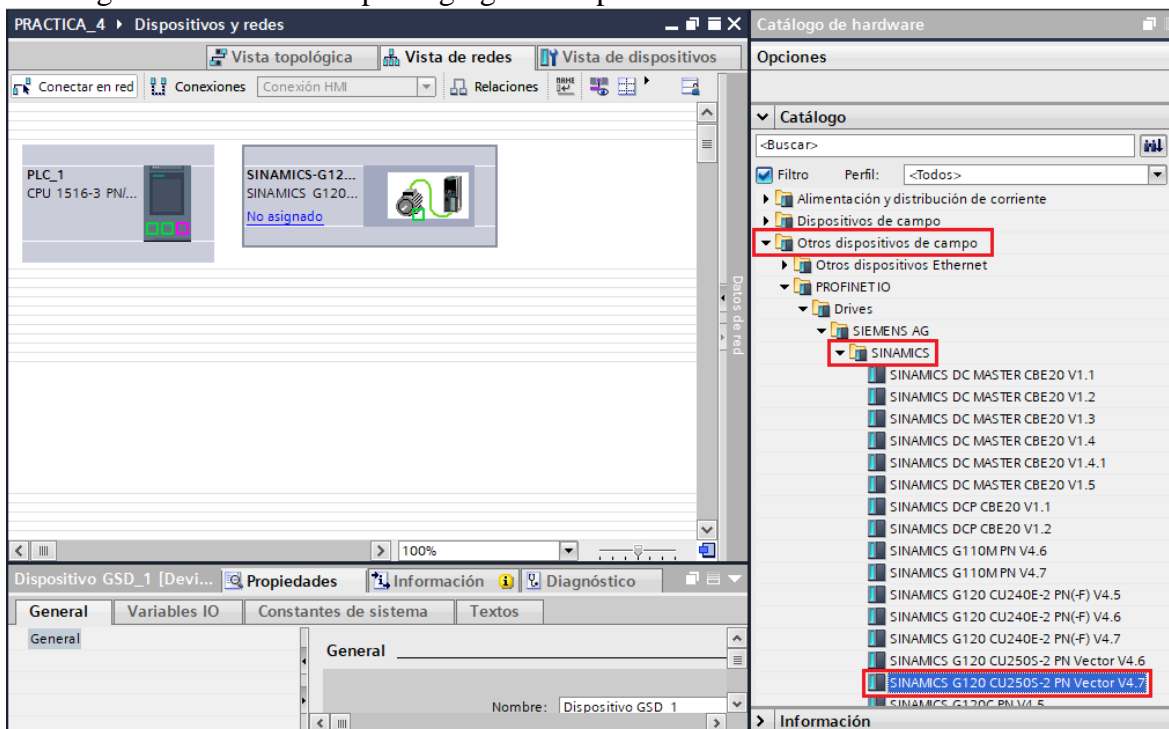


Figura 24. Agregar el variador de frecuencia G-120.

(5) Luego de agregar el variador de frecuencia, asignar el telegrama de comunicación (Telegrama

estándar 1), para lo cual se debe dar doble clic sobre el Variador de frecuencia y luego ubicarse en “Catálogo de Hardware”.

- Posteriormente dar clic sobre “Submódulos” / “Telegrama estándar 1, PZD-2/2” (ver Figura 25).
- Luego dar doble clic para que se agregue automáticamente el telegrama.

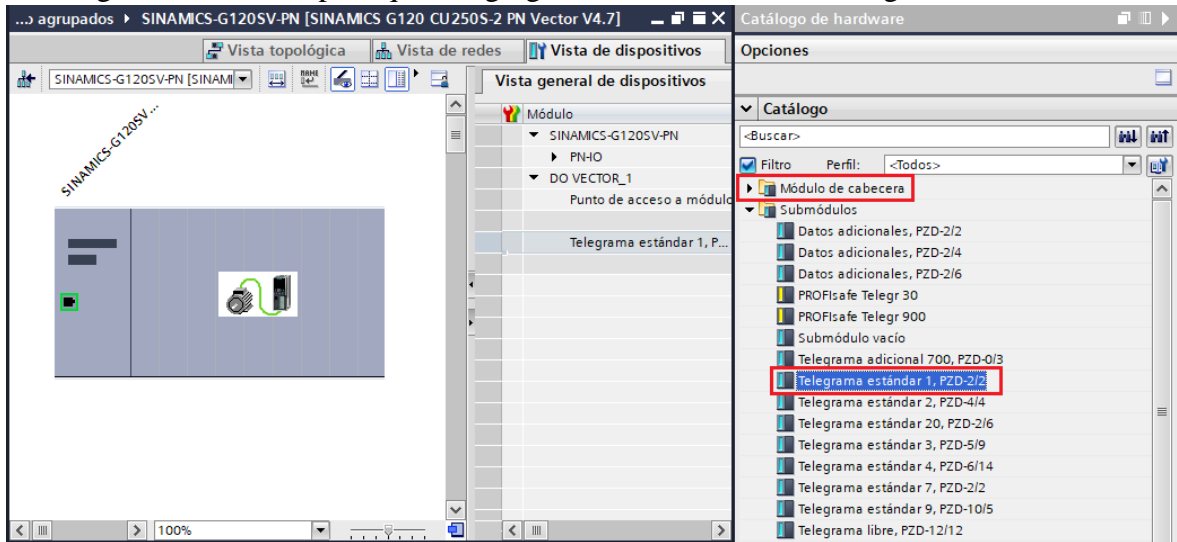


Figura 25. Asignar el telegrama estándar 1.

- Para comprobar que el telegrama se agregó, se debe visualizar en “Vista general de dispositivos”, esta ventana debe mostrar “Telegrama estándar 1” (ver Figura 26).

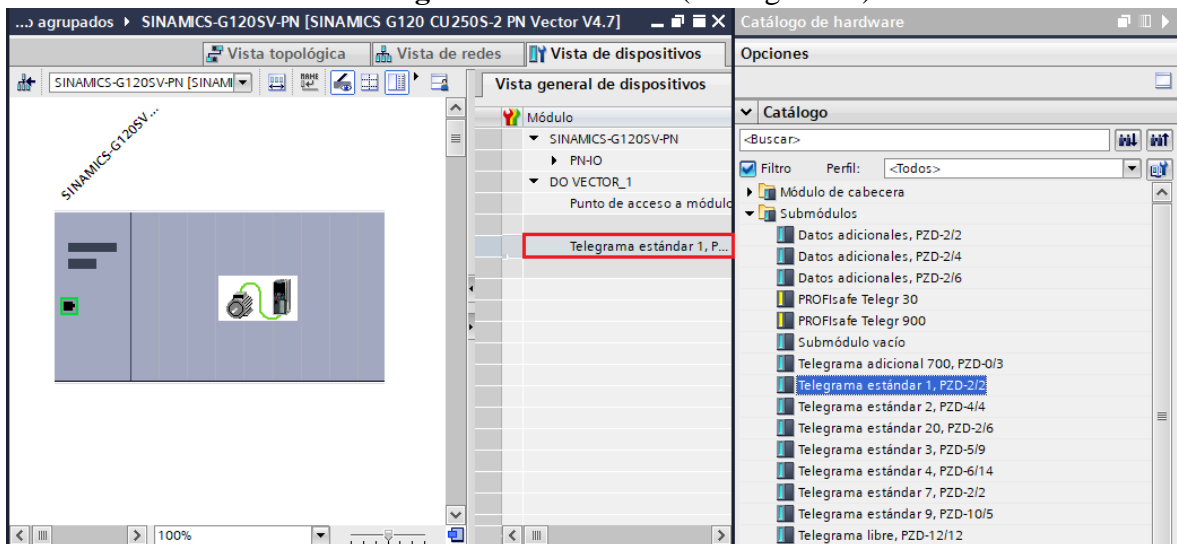


Figura 26. Visualización del telegrama agregado.

- (6) Una vez agregado el variador de frecuencia, configurar la dirección IP de cada dispositivo.
- Para asignar la dirección IP a cada dispositivo hacer clic sobre “Mostrar direcciones” (ver Figura 27).
 - Para el PLC S7-1500 configurar la dirección IP: **192.168.0.1**.
 - Para el variador de frecuencia SINAMICS G120 configurar la dirección IP: **192.168.0.3**

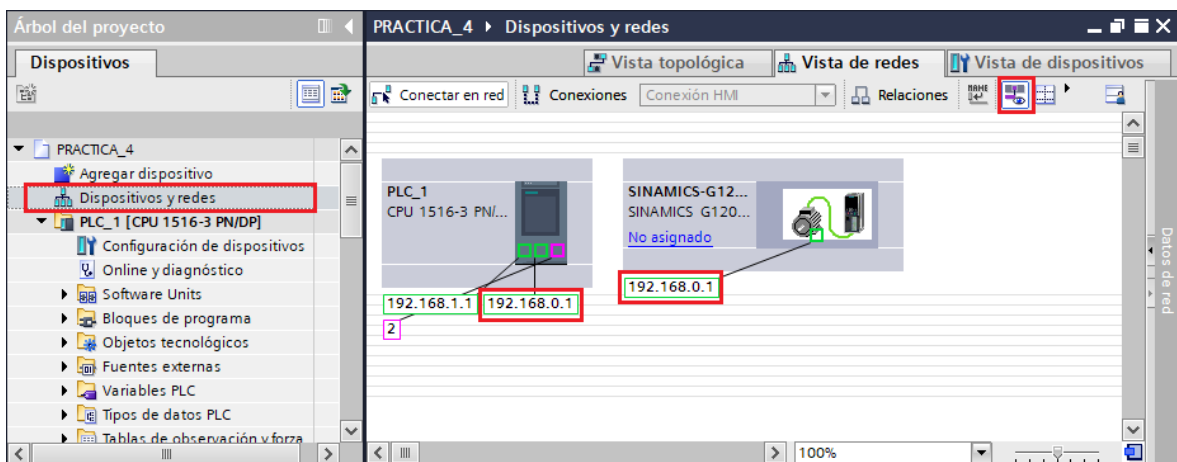


Figura 27. Configuración de las direcciones IP de los equipos.

- (7) Luego proceder a configurar la red Profinet para ello dar clic sobre el puerto Profinet del PLC S7-1500 y arrastrarlo hacia el puerto Profinet del Variador de frecuencia SINAMICS G120 tal y como se muestra en la Figura 28.

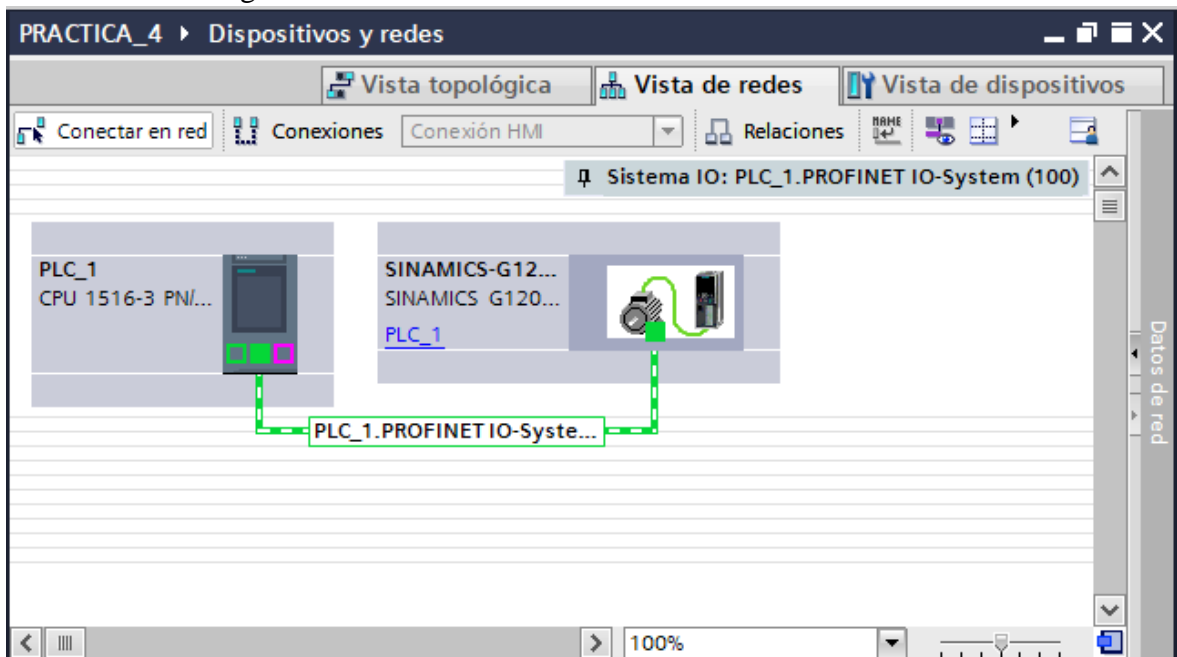


Figura 28. Conexión Profinet entre dispositivos.

- (8) Luego realizar la identificación del Variador de frecuencia y asignarle un nombre, para ello seguir los siguientes pasos:
- Dar clic derecho sobre la red Profinet y elegir la opción “**Asignar nombre de dispositivo**” (ver Figura 29).

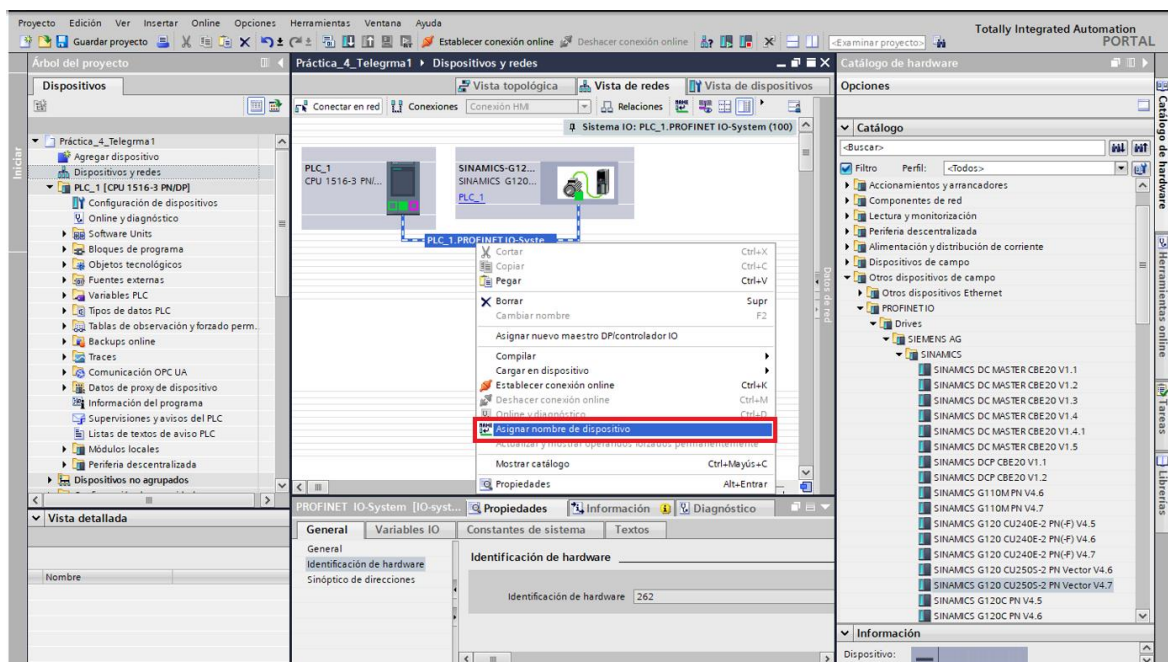


Figura 29. Abrir ventana “Asignar nombre de dispositivo”.

- En la ventana “Asignar nombre de dispositivo”, seleccionar las siguientes opciones:
- En el campo “Nombre de dispositivo Profinet” seleccionar “sinamics-g120sv-pn”.
- En el campo “Filtros de dispositivos” seleccionar “Mostrar sólo dispositivos del mismo tipo”
- Luego hacer clic en “Actualizar lista” y luego seleccionar el dispositivo encontrado y para terminar con un clic en “Asignar nombre” (ver Figura 30).

Nota: El variador de frecuencia online y el variador de frecuencia offline deben tener asignado el mismo nombre, de lo contrario al momento de cargar el programa no se reconocerá el variador y por lo tanto el mismo no funcionará.

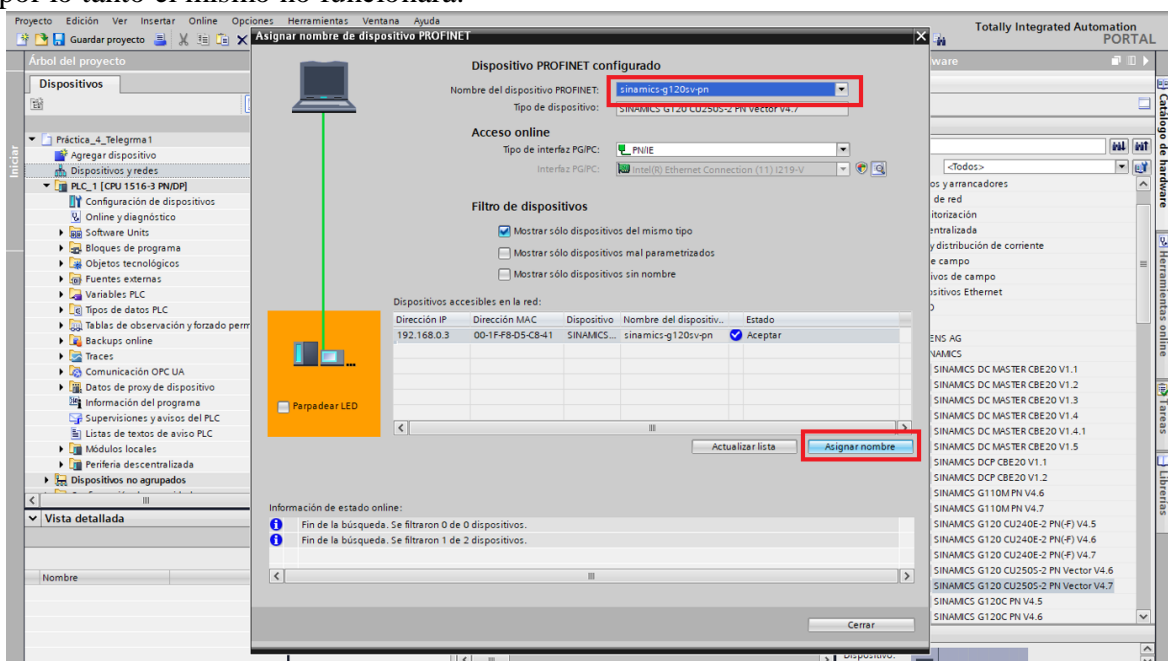


Figura 30. Identificación del variador de frecuencia.

6. Configuración del Telegrama estándar 1.

- (1) Para iniciar la configuración del Telegrama 1, se debe asignar el nombre a las variables que se usarán en el proyecto, para ello se debe ubicar en el “Árbol del proyecto” y hacemos clic en “PLC_1 [CPU 1516-3 PN/DP]” / “Variables PLC” / “Tabla de variables estándar”, y agregamos todas las variables a usar en el proyecto (ver Figura 31).

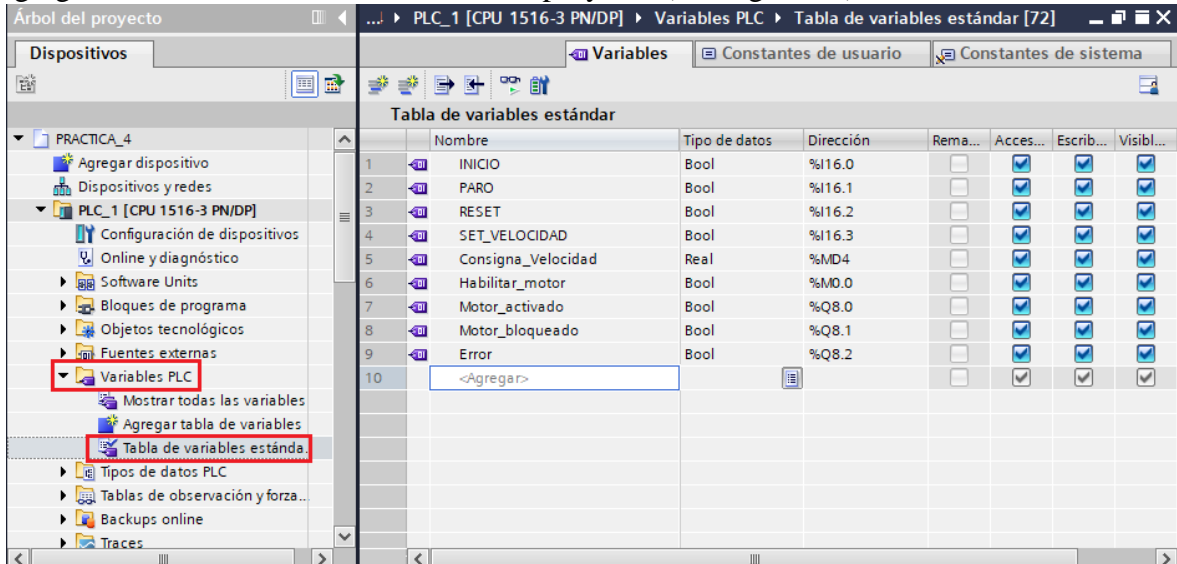


Figura 31. Variables del proyecto.

- (2) Luego se procede a configurar el telegrama 1 para ello se hace clic en “PLC_1 [CPU 1516-3 PN/DP]” / “Bloques de programa” / “MAIN [OB1]”
- En el primer segmento configurar la habilitación del motor (ver Figura 32).

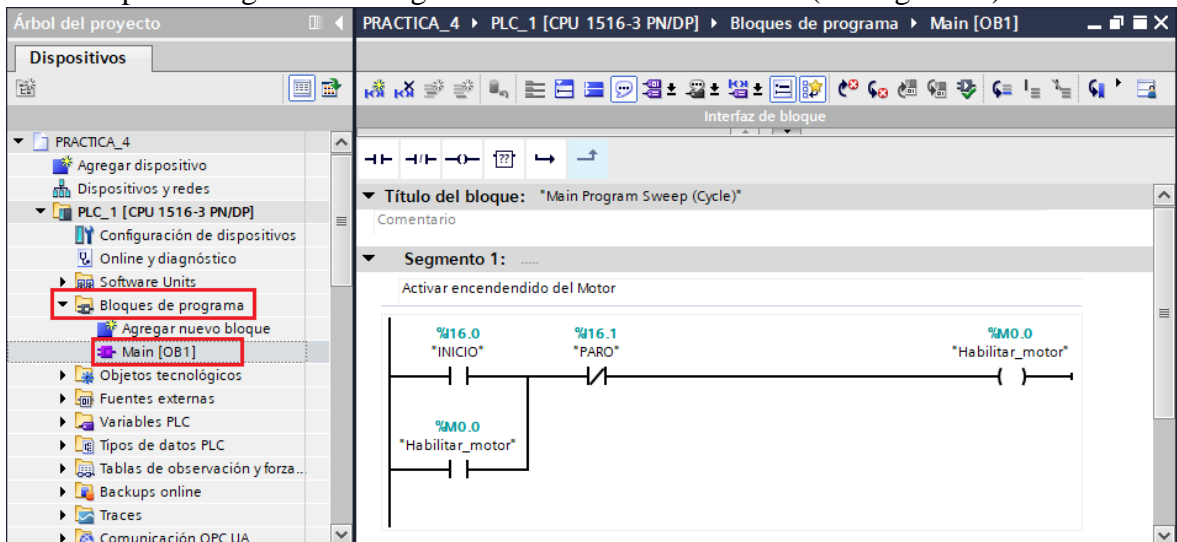


Figura 32. Habilitación del motor en el primer segmento.

- En el segundo segmento se realizará la configuración para ingresar la velocidad de funcionamiento del motor, por defecto se dejará la velocidad en “500 rpm” y en el caso de habilitar la entrada digital “I16.3” la velocidad de funcionamiento será de “1000 rpm” (ver Figura 33).

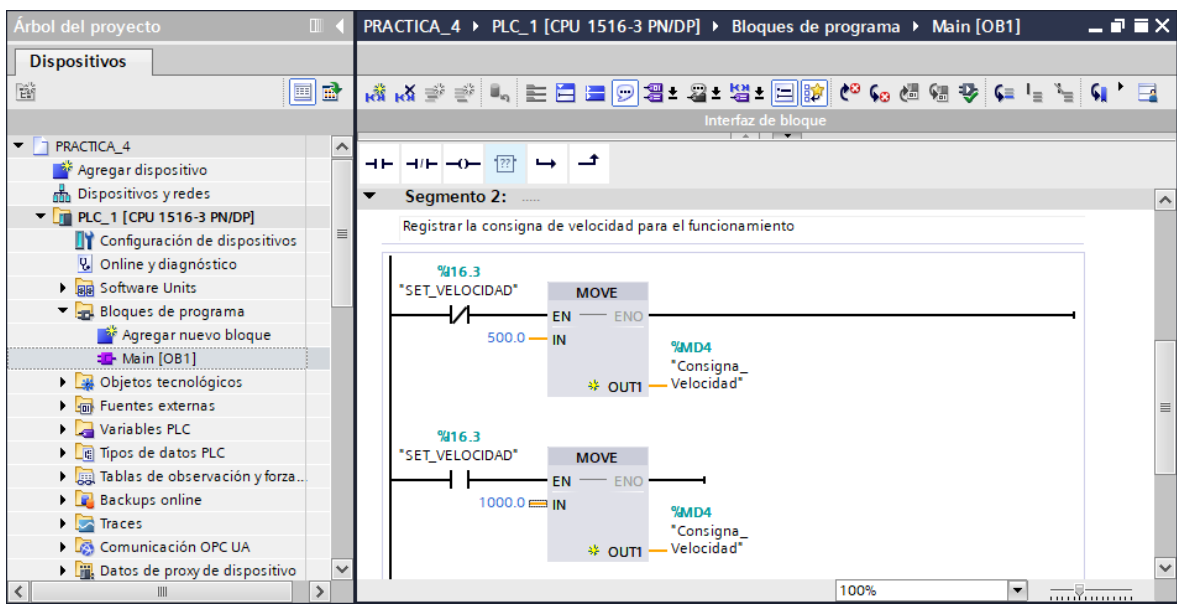


Figura 33. Configuración de consigna de velocidad.

- En el tercer segmento configurar el Telegrama 1.
- Primero se procede a agregar el telegrama, para ello debe ubicarse en la pestaña “Instrucciones” en la parte derecha de la pantalla.
- Luego hacer clic en “Paquetes opcionales” / “SINAMICS” / “SinaSpeed” (ver Figura 34), y arrastrar hacia el segmento 3.

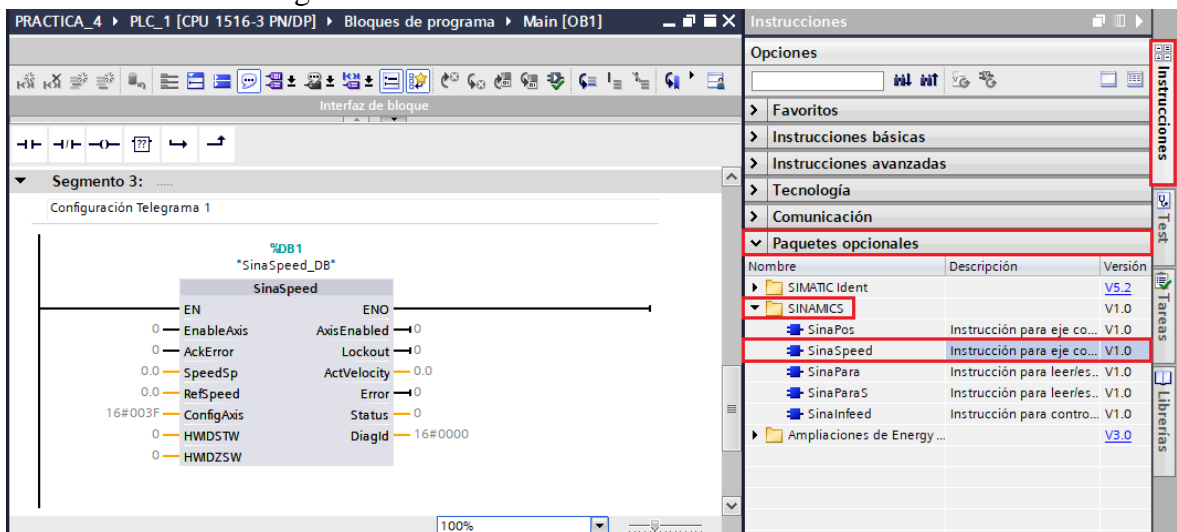


Figura 34. Agregar telegrama de comunicación.

- Llenar los parámetros del telegrama 1 de la siguiente manera (ver Figura 34).
- Nota:** Las entradas **HWDSTW** y **HWDZSW** son palabras de mando y estado correspondientemente que permiten la comunicación entre el controlador (PLC) y el variador de frecuencia.

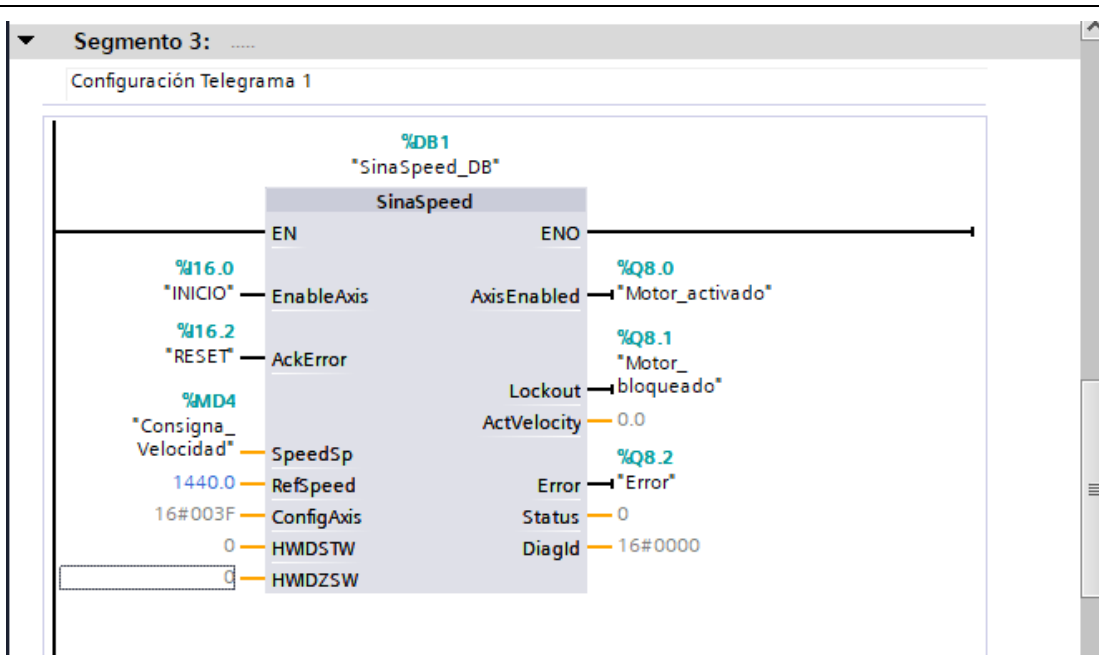


Figura 34. Configuración del Telegrama 1.

- Para las entradas “HWDSTW” y “HWDZSW” se debe seleccionar el telegrama de comunicación 1, para poder intercambiar datos entre el PLC y el variador G120 (ver Figura 35).

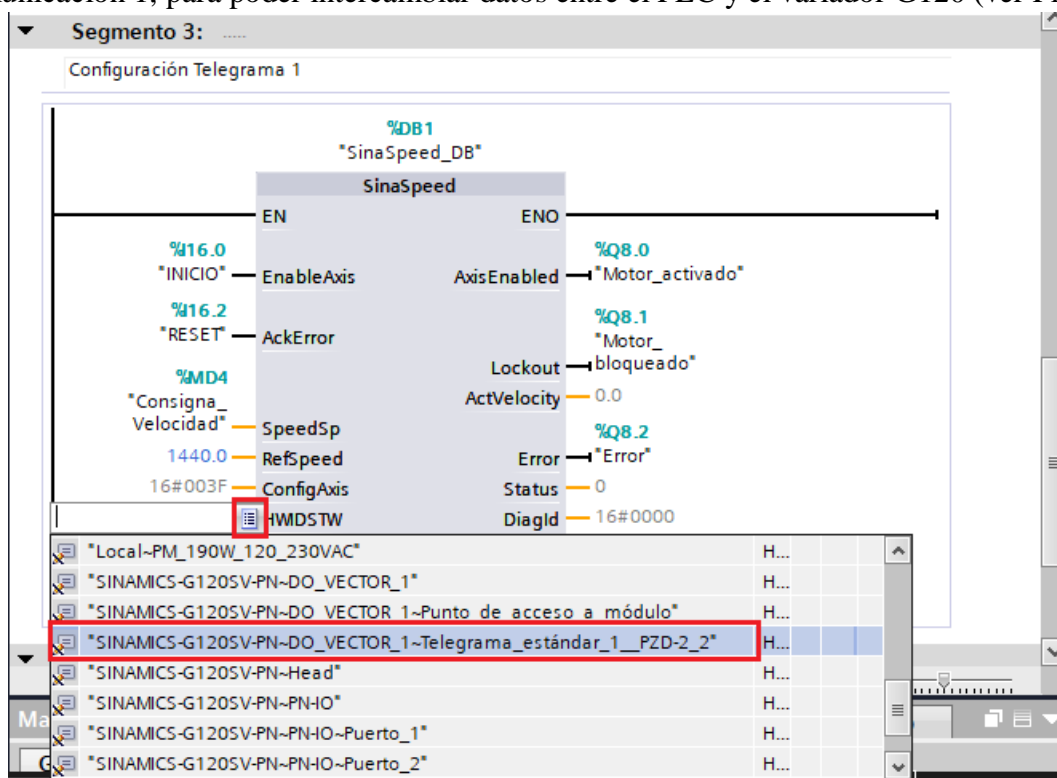


Figura 35. Configuración telegrama 1

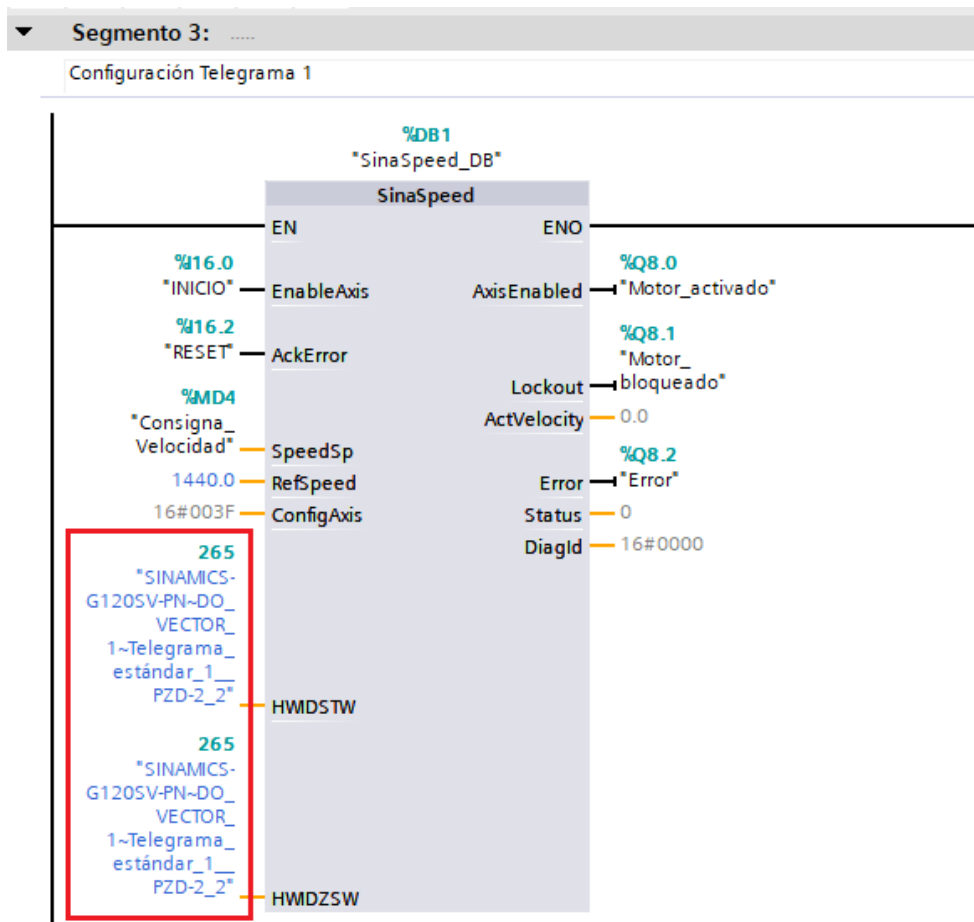


Figura 36. Configuración telegrama 1

7. Después de configurar el Telegrama 1, se procede a cargar el programa y verificar su funcionamiento.
8. Funcionamiento.
 - Al presionar el botón inicio (**I16.0**), el motor empezará a funcionar.
 - Al presionar el botón paro (**I16.1**), el motor se desactiva.
 - El botón Reset (**I16.2**), reinicia el funcionamiento del motor en caso de haber sufrido un error.
 - En la variable "Ingresar velocidad" (**MD10**), se debe ingresar la consigna de velocidad a la que se desea que el motor funcione.
 - La salida (**Q8.0**) indica cuando el motor está activado.
 - La salida (**Q8.1**) indica cuando el motor está bloqueado por algún error.
 - La salida (**Q8.2**) indica si ha ocurrido un error en el funcionamiento del motor.
 - La variable de salida (**MD14**) indica la velocidad a la que está funcionando el motor.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

REFERENCIAS:

[1] Siemens. 2012. *SIMATIC PROFINET System Description*. [online] Available at:

<<https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/19292127?c=36666905483&lc=en-EG>> [Accessed 14 July 2022].

[2] New.siemens, “PROFINET | Comunicación Industrial |,” 2019. [Online]. Available: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/profinet.html>

[3] newsiemens. 2022. SIMATIC S7-1500. [online] Disponible en:

<<https://new.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/sistemas/simatic/controladores-simatic/simatic-s7-1500.html>>

[4] Siemens AG, “Convertidores con las Control Units CU250S-2,” Tech. Rep., 2020. [Online]. Available at: <<https://new.siemens.com/global/en/products/drives.html>>

[5] Siemens AG, “Convertidores con las Control Units CU250S-2,” Tech. Rep., 2020. [Online]. Available: www.siemens.com/drives

ANEXO 5



**FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE
LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE
SIMULACIÓN – PARA DOCENTES**

CARRERA: ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES

NRO. PRÁCTICA:

5

TÍTULO PRÁCTICA: CONTROL Y CONEXIÓN ENTRE EL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G120, PLC S7-1500 Y HMI (WINCC) A TRAVÉS DE LA RED DE COMUNICACIÓN PROFINET Y EL TELEGRAMA 20

OBJETIVO: Realizar el control y la conexión entre el variador de frecuencia sinamics G120, PLC S7-1500 y HMI a través de la red de comunicación Profinet y el telegrama 20.

Objetivos específicos:

- Realizar las conexiones de hardware de la red de comunicación Profinet entre el PLC, S7-1500, HMI y Variador G120 para el respectivo control y comunicación de los dispositivos.
- Configurar los parámetros del motor y seleccionar el telegrama para la respectiva comunicación entre PLC y Variador.
- Configurar en Tia Portal el software de la red Profinet, y asignar respectivamente las direcciones IP a cada dispositivo, para la comunicación Profinet.
- Seleccionar y configurar el telegrama de comunicación “Telegrama 20” para la emisión y recepción de los parámetros para el control del motor.
- Configurar el HMI para poner en marcha el motor trifásico, y supervisión de errores en el Variador G120.

INSTRUCCIONES

(Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):

1. Requisitos y conocimientos previos

- a) Configuración de red Profinet.
- b) Configuración de parámetros de motor a través del IOP-2
- c) Telegramas de comunicación
- d) Configuración en HMI (WINCC).

2. Equipos, instrumentos y software

Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie
Software TIA PORTAL	1	-	V15.1
PLC S7-1500	1	SIEMENS	S7-1500
Unidad de Control CU250S-2 PN	1	SIEMENS	CU250S-2
Módulo de Potencia PM240-2	1	SIEMENS	PM240-2
IOP-2	1	SIEMENS	IOP-2
Motor Trifásico de 6 bornes	1	-	-
Cable Profinet	2	-	-

3. Exposición

Profinet IO

Profinet es el principal estándar de Industria Ethernet para la automatización, acelera e incrementa la productividad en plantas e instalaciones, permite implementar topologías en estrella, árbol o anillo.

Profinet IO utiliza la transferencia de datos cíclicos, para realizar el intercambio de datos con los controladores programables a través de ethernet, utiliza tres canales de comunicación TCP/IP, RT (real time) e IRT (Isochronous Real Time).

Tiene muchas ventajas en cuanto a la flexibilidad, eficiencia y rendimiento [1].

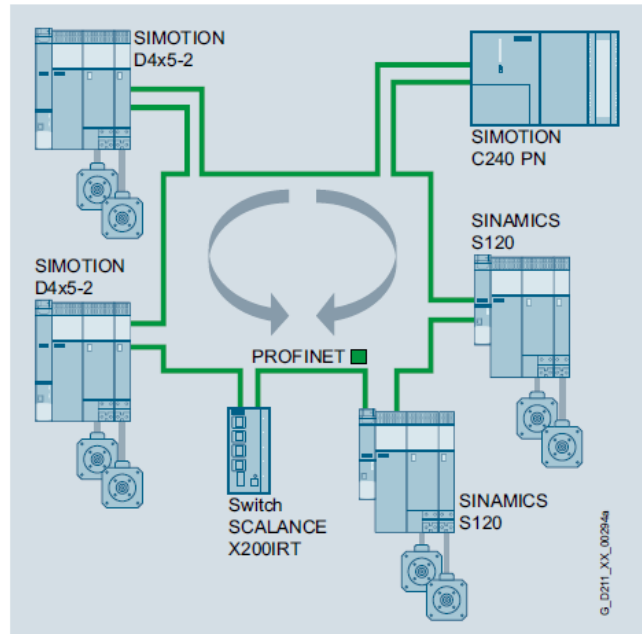


Figura 1. PROFINET IO.

PLC S7-1500

Es un sistema modular y de aplicación universal, que, gracias a su incremento en la velocidad del procesamiento de comandos, ofrece un mejor y mayor rendimiento.

El sistema está compuesto por:

- Unidad de procesamiento central (CPU).
- Módulo de potencia.
- Módulos de entradas y salidas digitales
- Módulos de entradas y salidas analógicas.
- Dispone de un puerto profibus.
- Dispone de dos puertos profinet.
- Accesorios [2].



Figura 2. PLC S7-1500.

SINAMICS G120

Los convertidores de frecuencia SINAMICS G120 están creados para la regulación exacta y rentable de la velocidad de motores trifásicos. Por lo general están formados por dos unidades funcionales la Unidad de control (CU) y el Módulo de Poder (PM) [3].



Figura 3. Componentes del variador de frecuencia G-120.

Telegrama de comunicación 20.

El telegrama sirve para la comunicación PROFINET entre el PLC y el variador de frecuencia G-120.

El telegrama de comunicación 20 permite el control de la velocidad del motor, y permite recopilar los datos de torque, corriente y potencia, así mismo permite detectar los tipos de fallos en el variador de frecuencia según la definición VIK-NAMUR. [4]

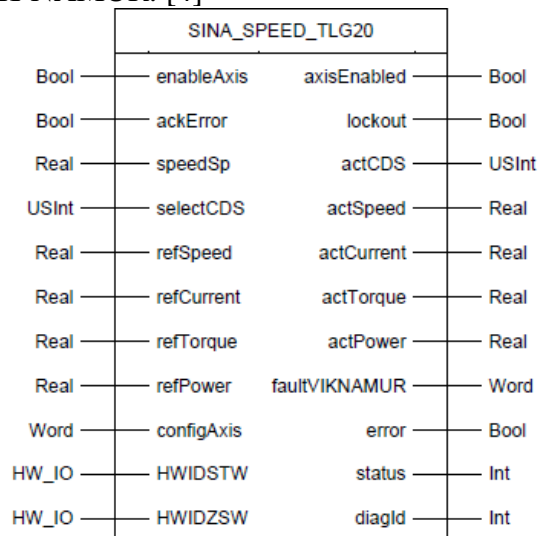


Figura 4. Telegrama 20

HMI.

El HMI es la interfaz en la que se comunica al operador de una fábrica con cualquier proceso de automatización industrial. Esta herramienta permite a supervisores de línea y operarios la coordinación y posterior control de los

procesos que se llevan a cabo en la industria, mediante la traducción de variables complejas en información útil y procesable [5].



Figura 5. HMI.

4. Proceso

- 1) Realizar la conexión de hardware de la red de comunicación Profinet entre el PLC S7-1500, HMI y el Variador de frecuencia G120.
- 2) Configurar los datos de motor y selección del telegrama 20 mediante IOP-2.
- 3) En Tia Portal, agregar los dispositivos a usar, configurar la red Profinet y asignar las respectivas direcciones IP.
- 4) Añadir el telegrama de comunicación 20 y configurar los parámetros para la puesta en marcha del motor.
- 5) Configurar el HMI para el control del motor.
- 6) Activar los avisos VIK NAMUR en caso de fallos en el variador G120.
- 7) Verificar el funcionamiento.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

Para cumplir con el desarrollo de la presente práctica se debe seguir el siguiente procedimiento.

1. Realizar la conexión de hardware de la red de comunicación Profinet entre el PLC S7-1500 y el Variador de Frecuencia G120 (ver Figura 6).

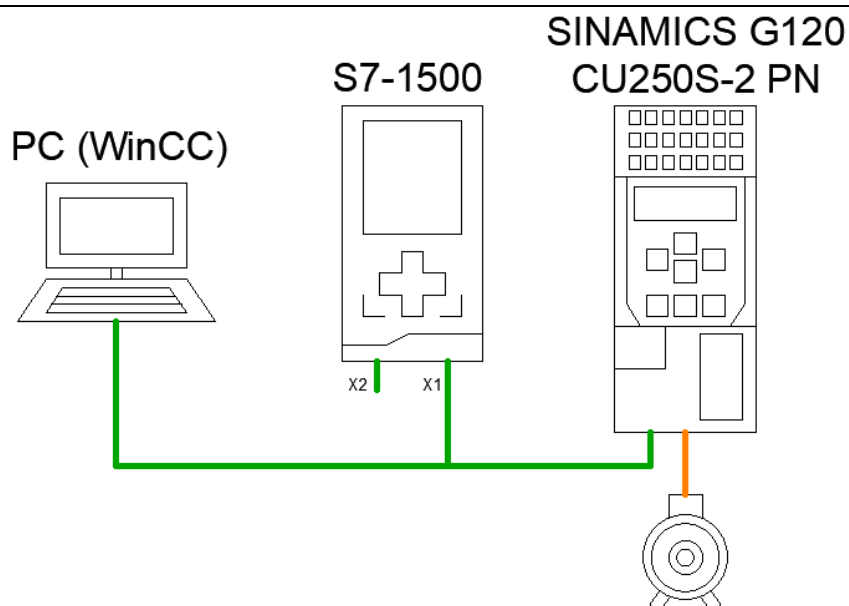


Figura 6: Conexión hardware Profinet.

2. Realizar la conexión entre el Variador de frecuencia G120 y el motor trifásico, la configuración del motor será triángulo (ver Figura 7).



Figura 7. Conexión triángulo del motor.

3. Configurar los parámetros del motor a través del IOP-2.

(1) Para configurar los parámetros del motor, se procederá de la misma manera que se realizó en la “Práctica 4” en el “Paso N° 4”, con la única excepción de que el telegrama de comunicación a usar, en esta práctica se será el “Telegrama 20”.

- Para ello en ubicarse en la ventana “p922 PZD Selec_telegr” escogemos el telegrama que vamos a usar “1: Telegr estándar 20” (ver Figura 8), y presionamos el botón “OK” para guardar la configuración y luego el botón “ESC” para regresar a la ventana principal.



Figura 8. Telegrama estándar 20.

- Luego procedemos a realizar la “Identificación del motor.”

Nota: Verificar que esté activo el icono “Auto”.

4. Crear un nuevo proyecto en Tia Portal.

- (1) Abrir Tia Portal y crear un nuevo proyecto (ver Figura 9).

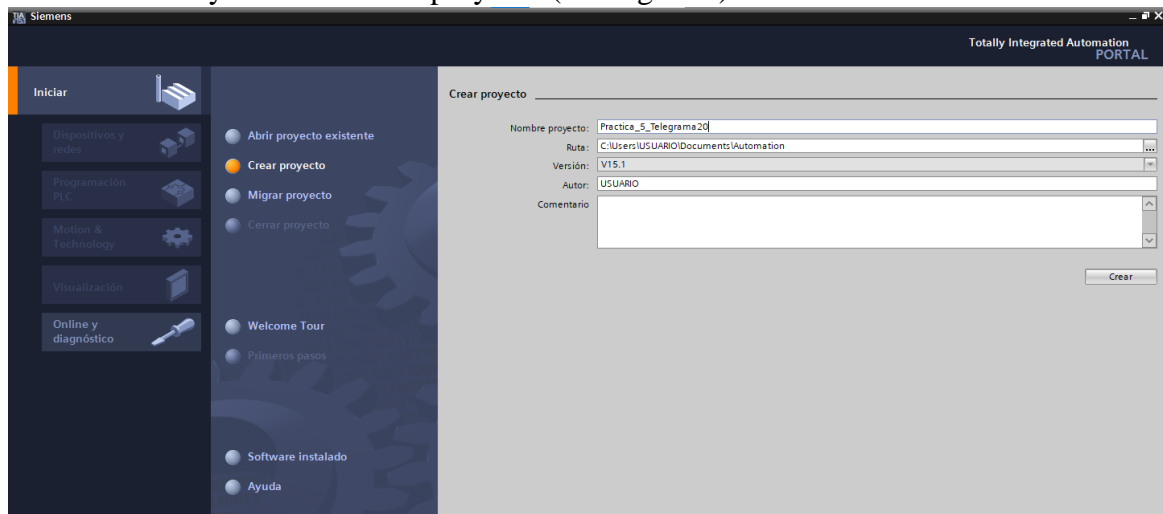


Figura 9. Creación de proyecto.

- (2) En la ventana de “Dispositivos y redes”, agregamos el PLC S7-1500 para ello seguimos los siguientes pasos:

- Dar clic en “Agregar dispositivos” y dar clic en “Controladores” / “SIMATIC S7-1500” / “CPU” / “CPU 1516-3 PN/DP” / “6ES7 516-3AN01-0AB0”, dentro de la opción “Versión” seleccionar “V2.6” (ver Figura 10) y dar clic en “Agregar”.

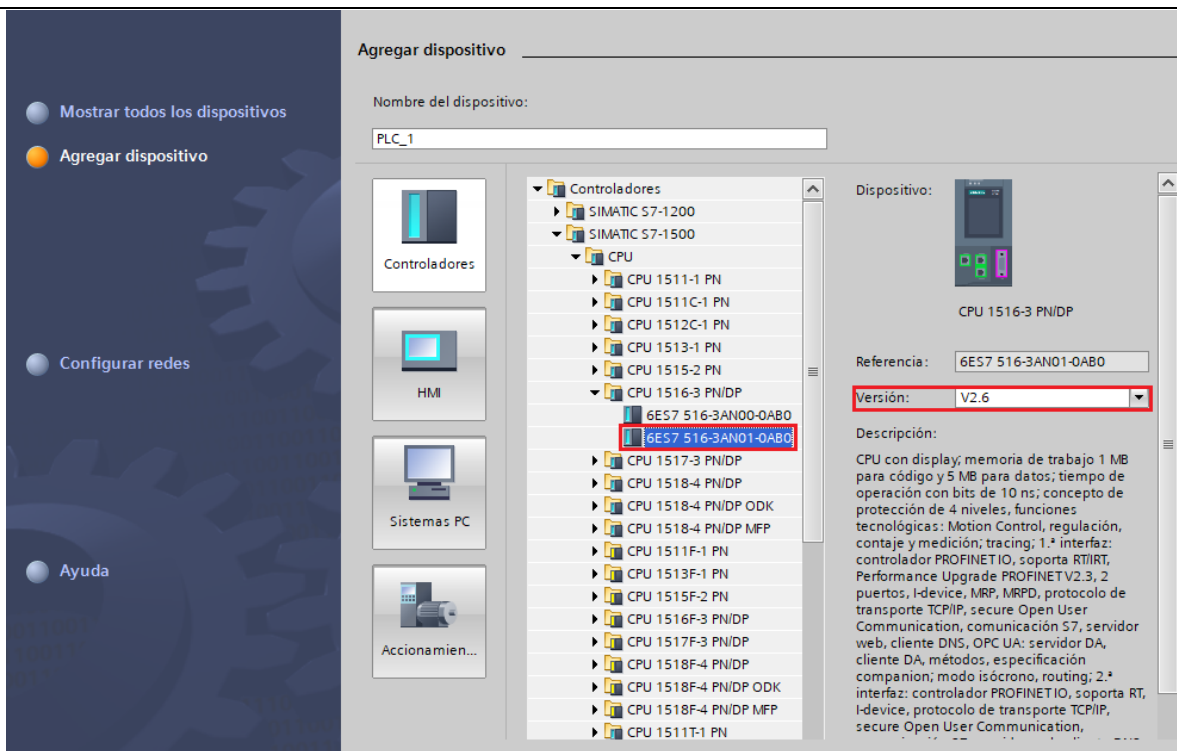


Figura 10. Selección del dispositivo que se va a utilizar.

(3) Después de agregar el dispositivo, el mismo aparece en la ventana “Dispositivos y Redes”, para que el controlador funcione de manera correcta se debe agregar los módulos que componen al controlador. Se procede a agregar los módulos siguiendo los siguientes pasos:

- Ubicarse en la ventana de **“Catálogo de Hardware”** en la parte derecha de la pantalla.
- Para agregar el “Módulo de potencia” hacer clic en **“PM” / “PM 190W 120/230VAC” / “6EP1333-4BA00”**.
- Para agregar el “Modulo entrada analógica” hacer clic en **“AI” / “8xU/I/RTD/TC ST” / “6ES7 531-7KF00-0AB0”**, seleccionar la versión **“V2.2”**
- Para agregar el “Módulo de salida analógica” hacer clic en **“AQ” / “AQ 4xU/I ST” / “6ES7 532-5HD00-0AB0”**, seleccionar la versión **“V2.2”**
- Para agregar el “Módulo de entradas digitales” hacer clic sobre en **“DI” / “DI 32x24VDC HF” / “6ES7 521-1BL00-0AB0”**, seleccionar la versión **“V2.1”**
- Para agregar el “Módulo de salidas digitales” hacer clic en **“DQ” / “DQ 32x24VDC/0.5A HF” / “6ES7 522-1BL01-0AB0”**, seleccionar la versión **“V1.1”** (ver Figura 11).

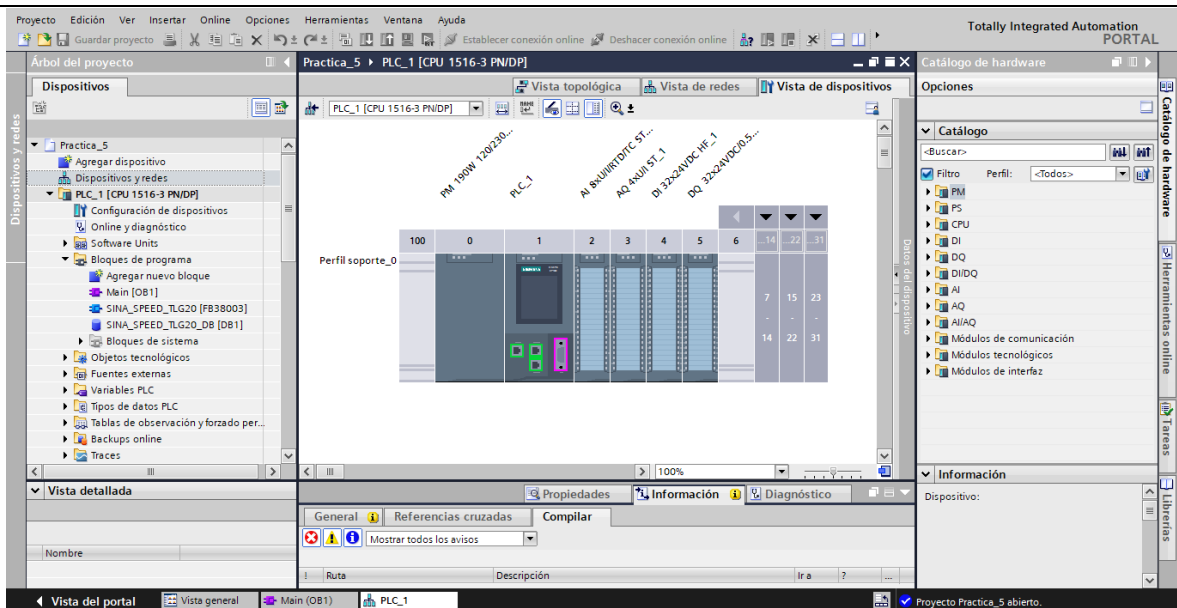


Figura 11. Módulos del controlador.

5. Configuración de la dirección IP del variador de frecuencia G120.

- (1) Para realizar la configuración de la dirección IP del variador de frecuencia, se debe ubicar en el “Árbol de proyecto” y luego hacer clic en “Accesos online”, luego hacer doble clic en la tarjeta ethernet de la cual se dispone, en este caso será “Intel(R) Ethernet Connection (11) I219-V”, luego dar clic en “Actualizar dispositivos accesibles” (ver Figura 12).

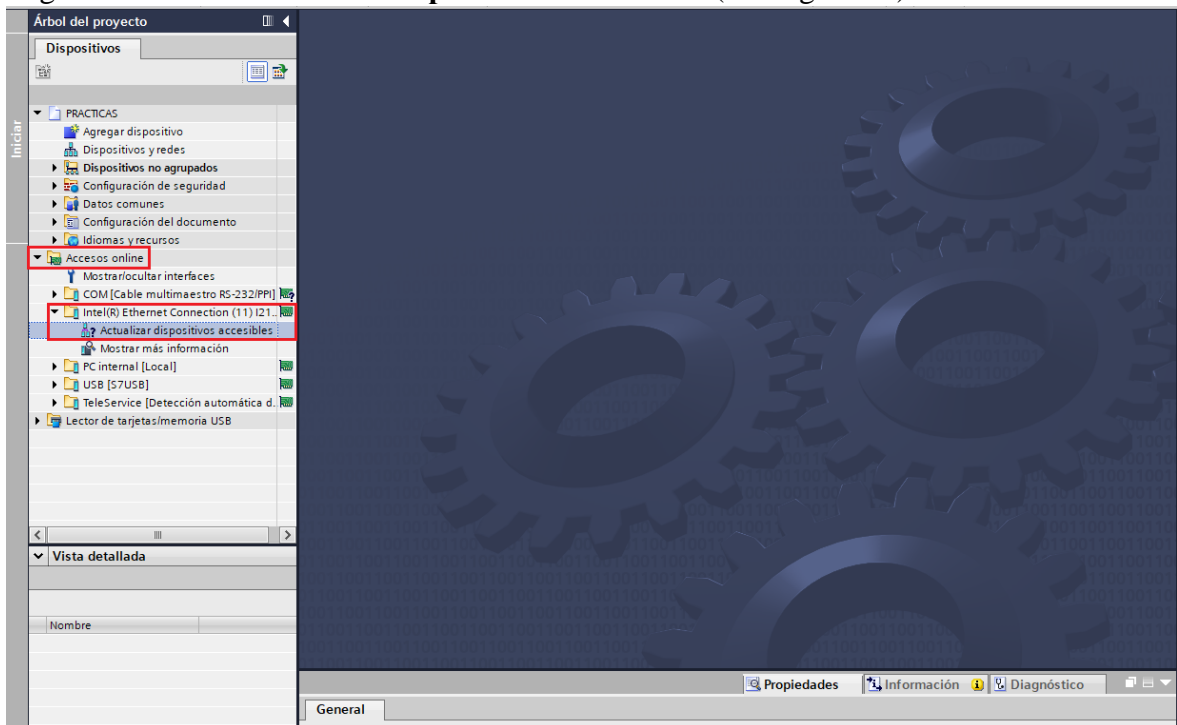


Figura 12. Accesos online.

Nota: Para realizar la configuración de la IP del variador, el mismo debe estar conectado a la red Profinet (ver Figura 6).

- (2) Luego de “Actualizar dispositivos accesibles”, se debe seleccionar el dispositivo Variador G120 que está conectado, luego hacer clic en accesos “Online y diagnóstico”
 - Luego se debe hacer clic en “Funciones” / “Asignar dirección IP”, y luego configurar la dirección IP: 192.162.0.3, y la máscara de subred: 255.255.255.0 (ver Figura 13).

- Por ultimo hacer clic en **“Asignar dirección IP”**.

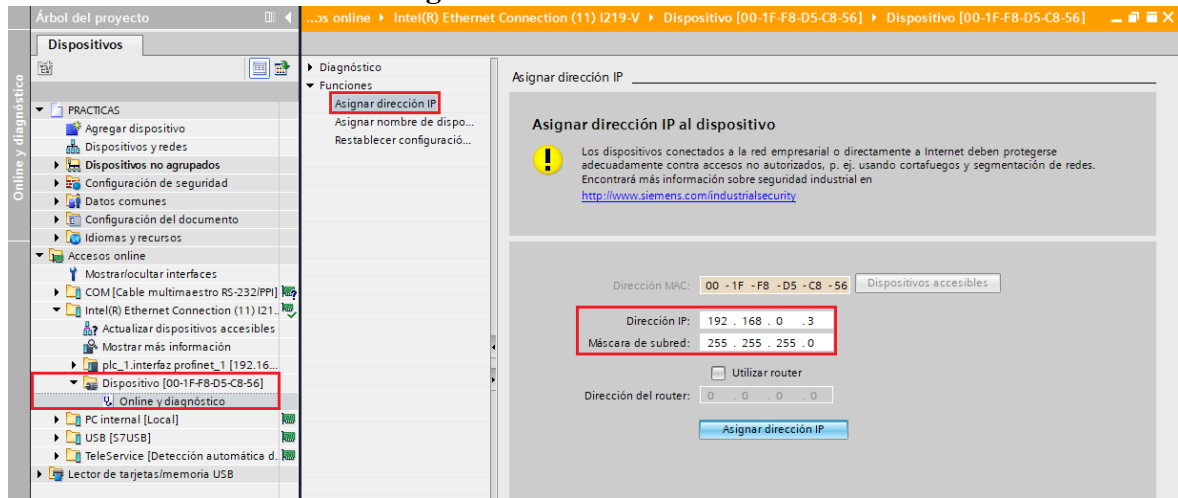


Figura 13. Configuración dirección IP.

6. Agregar el Variador de frecuencia SINAMICS G120

(1) Para agregar el variador de frecuencia se debe ubicar en **“Dispositivos y redes”** y luego se debe seguir los siguientes pasos:

- Hacer clic sobre **“Vista de redes”**.
- Ubicarse sobre la ventana **“Catálogo de hardware”**.
- Para agregar el variador se debe hacer clic sobre **“Otros dispositivos de campo” / “PROFINET IO” / “Drives” / “SIEMENS AG” / “SINAMICS” / “SINAMICS G120 CU250S-2 PN VECTOR V4.7”** (ver Figura 14).
- Luego damos doble clic para agregar el dispositivo.

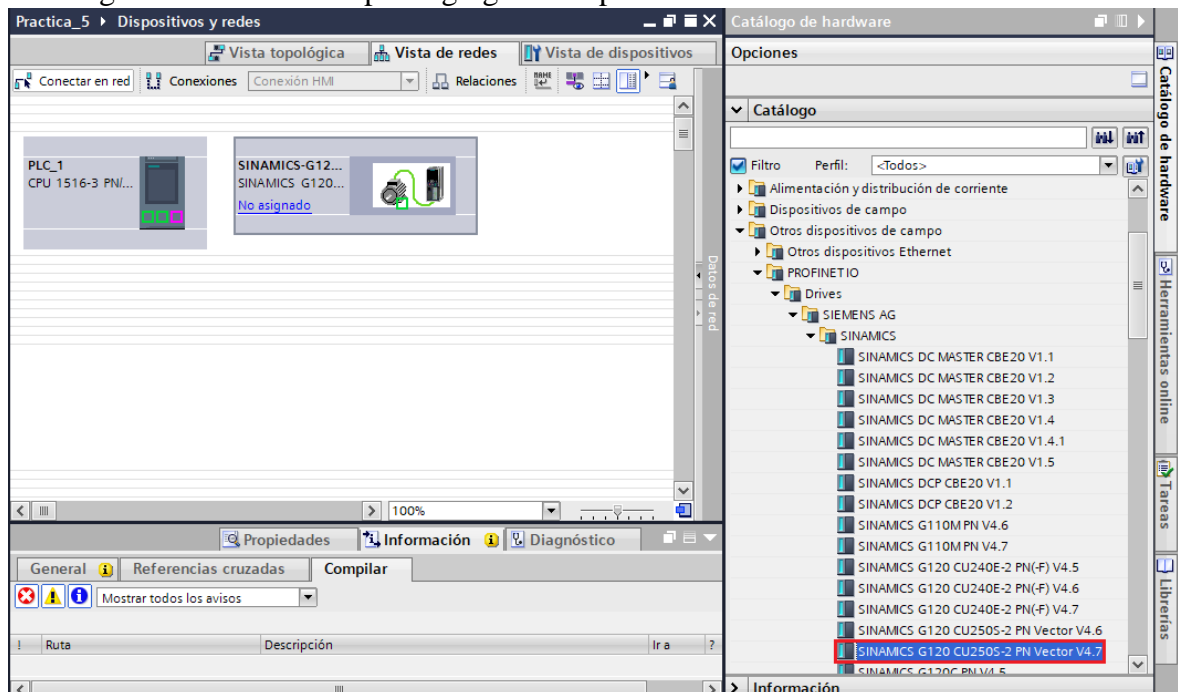


Figura 14. Agregar el variador de frecuencia G120.

(2) Luego de agregar el variador de frecuencia, se asigna el telegrama de comunicación (Telegrama 20), para lo cual se debe dar doble clic sobre el Variador de frecuencia y posteriormente ubicarse en **“Catálogo de Hardware”**.

- Luego dar clic sobre **“Submódulos” / “Telegrama estándar 20, PZD-2/6”** (ver Figura 15).
- Luego dar doble clic para que se agregue automáticamente el telegrama.

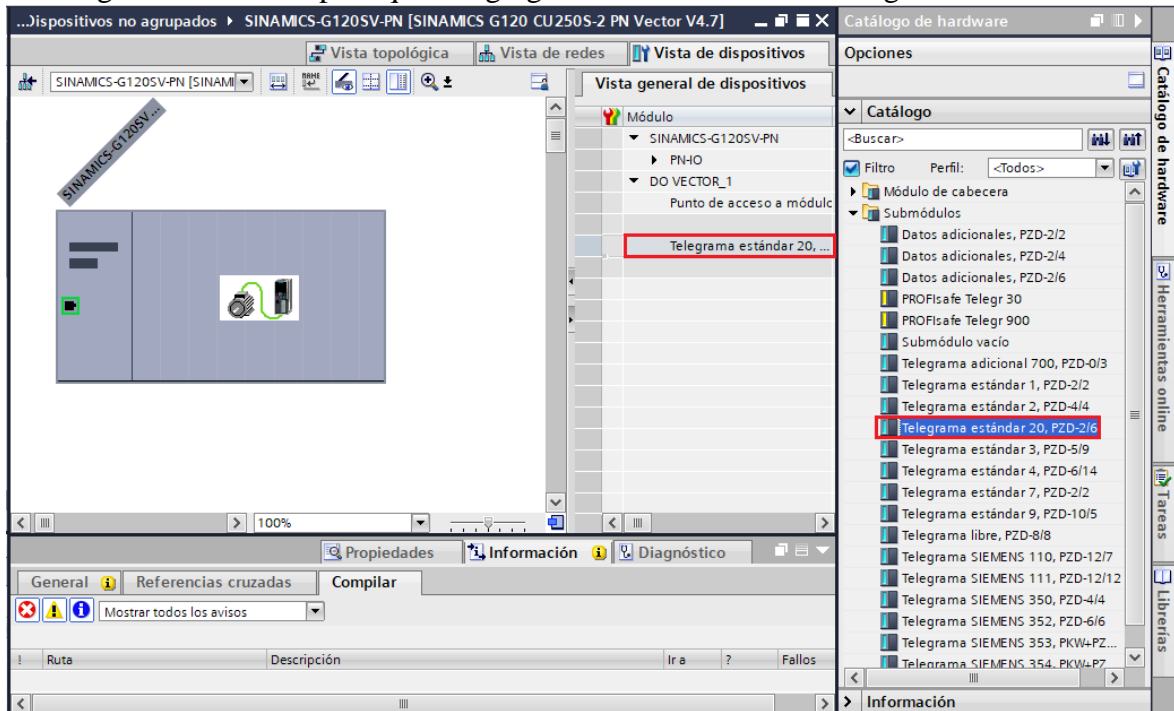


Figura 15. Asignar el telegrama estándar 20.

7. Agregar el HMI

(1) Para agregar el HMI seguir los siguientes pasos:

- Ubicarse en el **“Árbol de proyecto”** y hacer clic en **“Agregar dispositivo”**
- Luego hacer clic sobre **“HMI” / “SIMATIC Basic Panel” / “7” Display” / “KTP700 Basic” / “6AV2 123-2GB03-0AX0”** (ver Figura 16). Luego seleccionar aceptar.

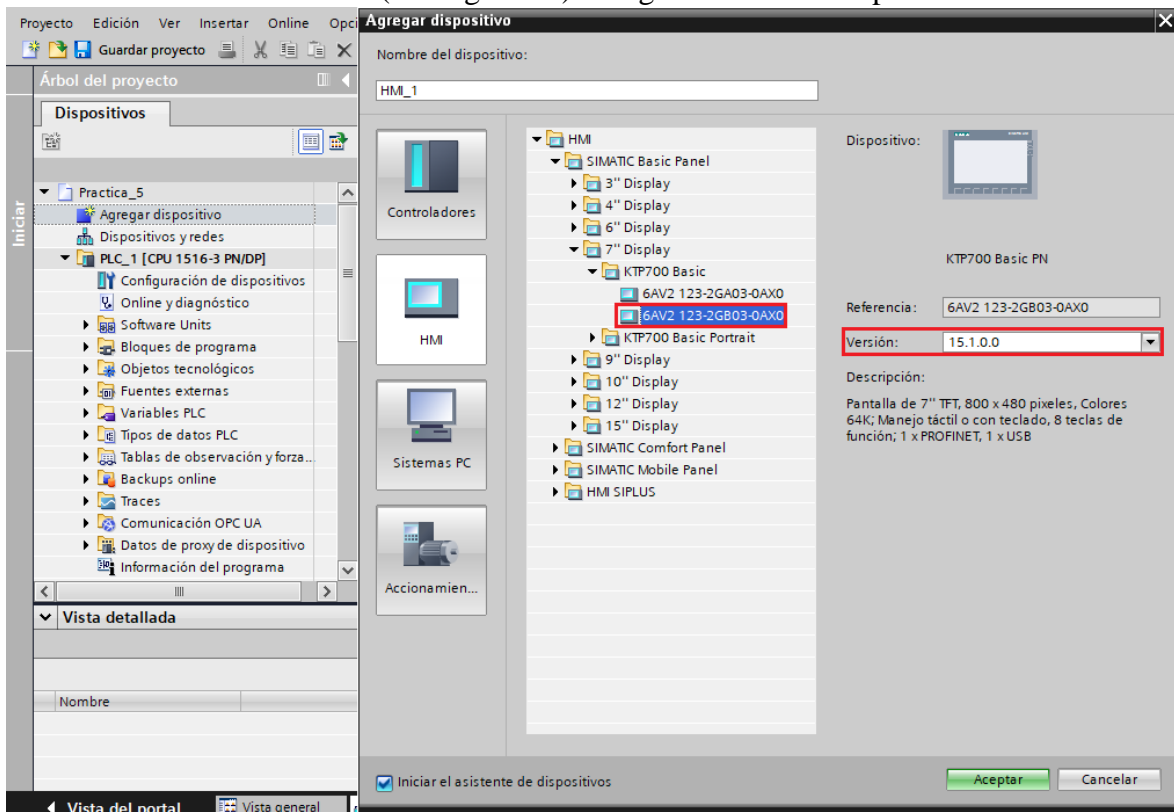


Figura 16. Seleccionar el HMI a utilizar.

- (2) Luego se debe configurar el HMI, mediante el “Asistente de panel de operador”, en la ventana “Conexiones PLC” se debe seleccionar el PLC al que se conectara el HMI mediante Profinet, para ello hacer clic en “Examinar” y luego seleccionar “PLC_1” (ver Figura 17). Luego presionar el botón “Finalizar”.

Nota: En el “Asistente de panel de operador”, en la ventana “Avisos” desactivar todos los avisos.

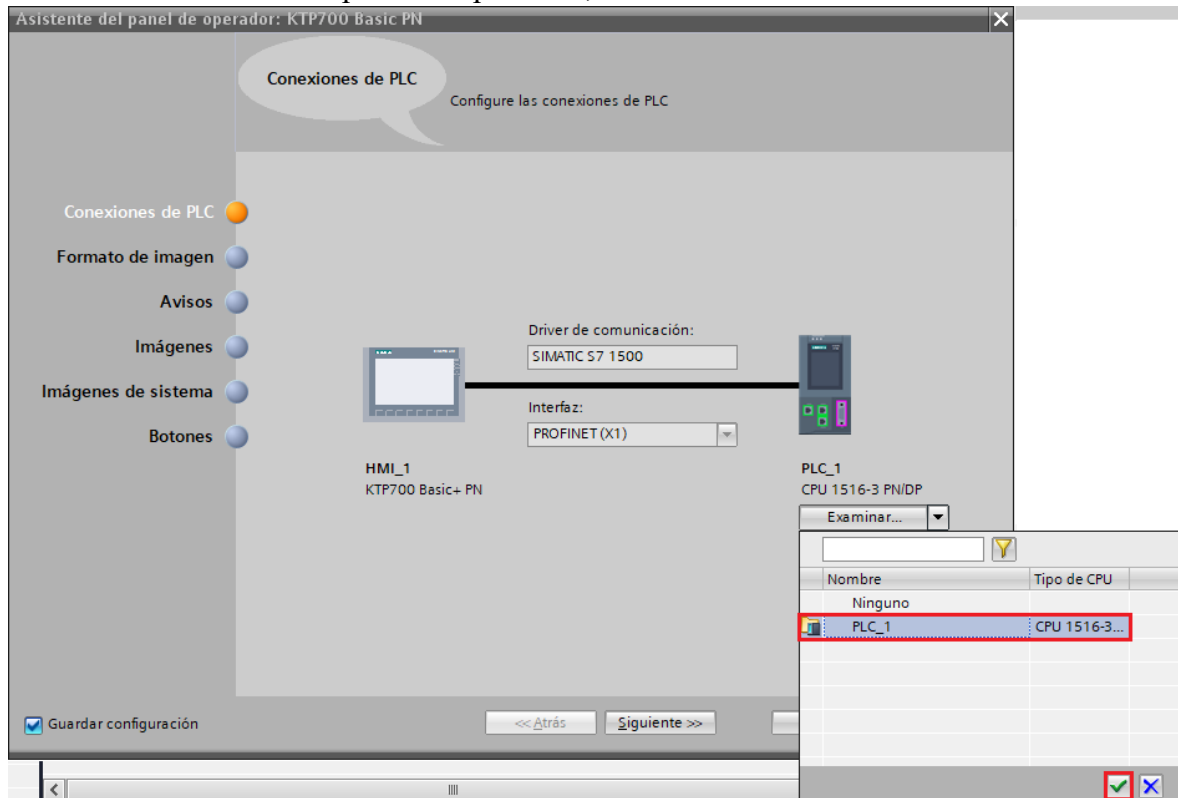


Figura 17. Asistente de panel de operador.

8. Una vez agregado el HMI, se debe realizar la configuración de la dirección IP de cada dispositivo.
- Para asignar la dirección IP a cada dispositivo se debe hacer clic sobre “**Mostar direcciones**” (ver Figura 18).
 - Para el PLC S7-1500 configurar la dirección IP: **192.168.0.1**
 - Para el HMI configurar la dirección IP: **192.168.0.2**
 - Para el variador SINAMICS G120 configurar la dirección IP: **192.168.0.3**

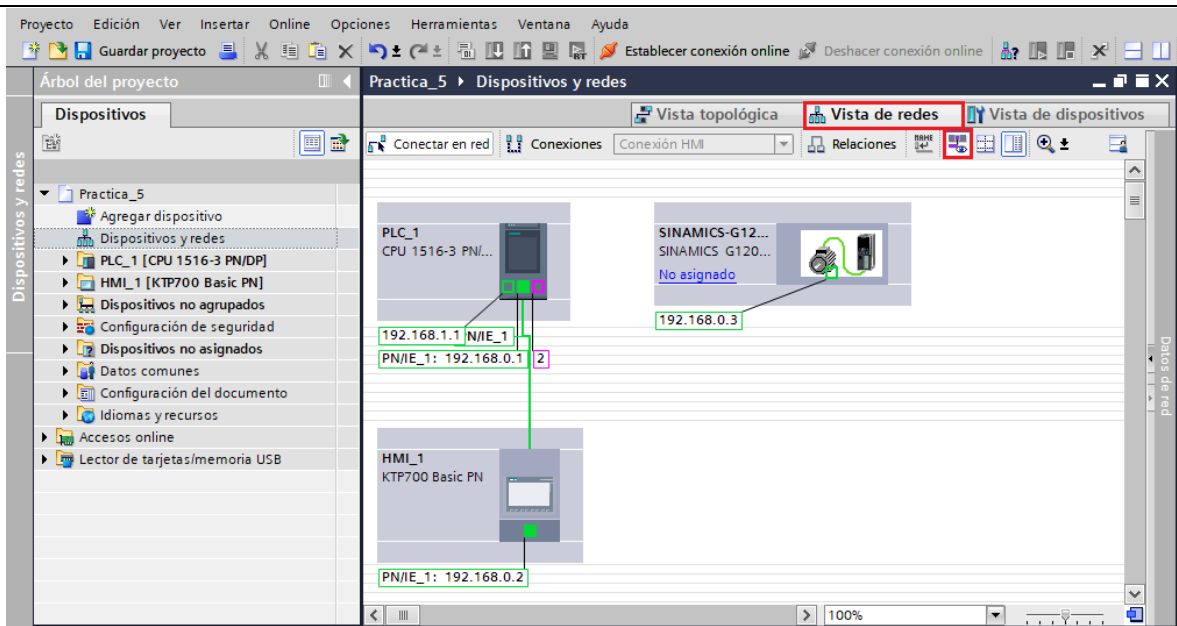


Figura 18. Asignación de direcciones IP.

9. Luego se procede a configurar la red Profinet para ello se debe dar clic sobre el puerto Profinet del Variador G120 y arrástralo hacia el puerto Profinet del PLC S7-1500 (ver Figura 19).

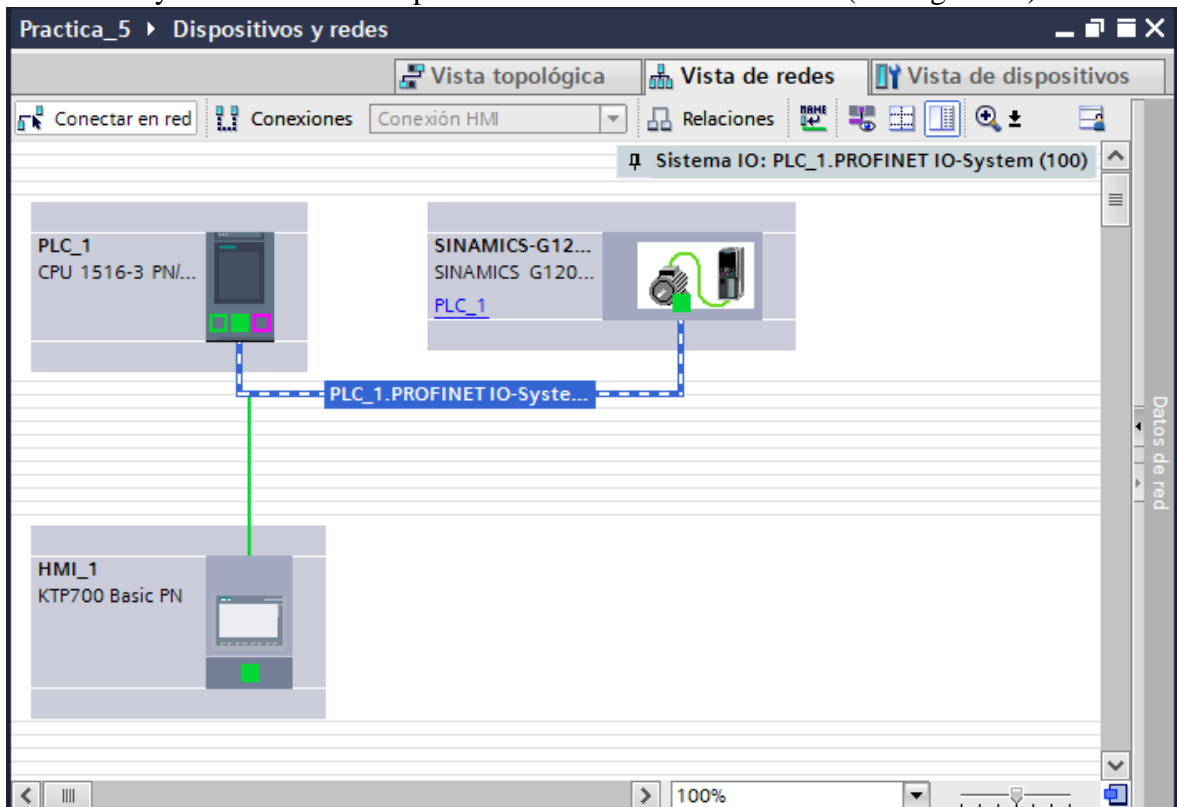


Figura 19. Configuración de la red Profinet

10. Luego se debe realizar la identificación del Variador de frecuencia y asignarle un nombre, para ello seguir los siguientes pasos:
 - Dar clic derecho sobre la red Profinet y elegir la opción **“Agregar nombre de dispositivo”** (ver Figura 20).

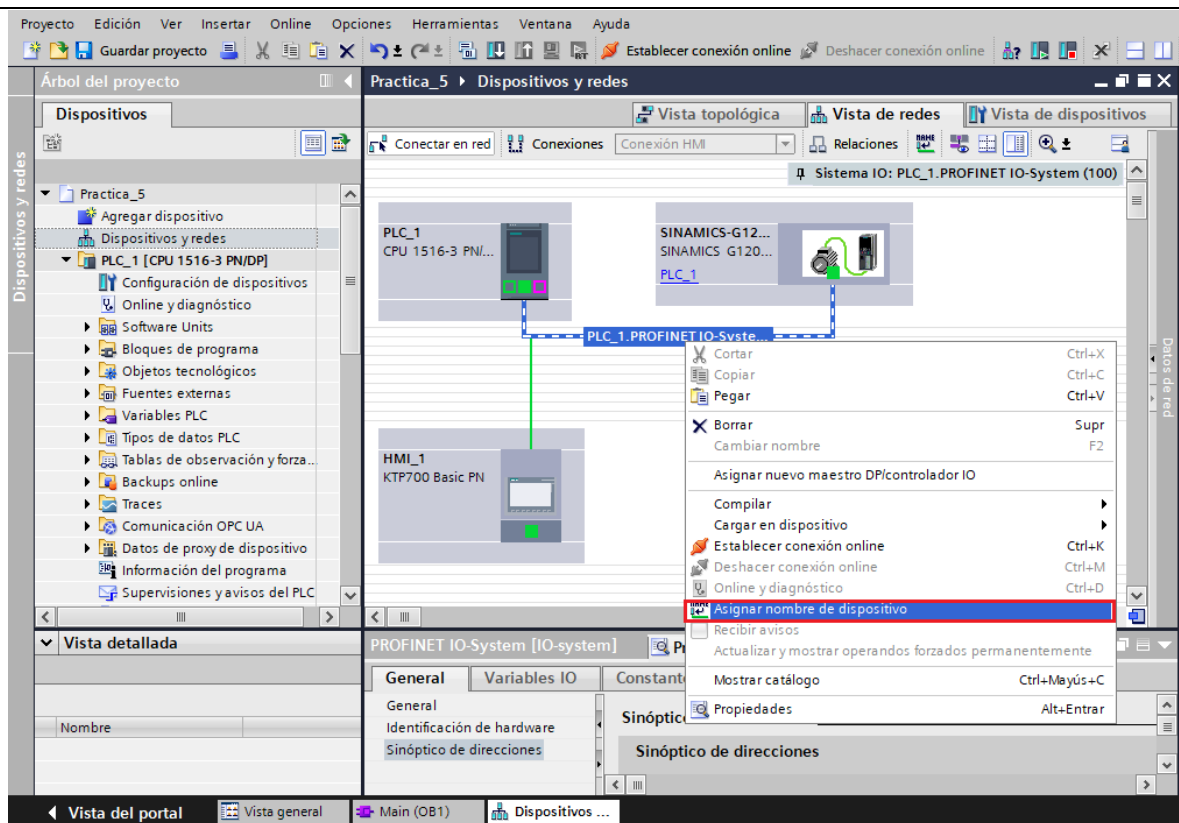


Figura 20. Identificación del variador de frecuencia.

- En la ventana “**Asignar nombre de dispositivo**”, seleccionar las siguientes opciones:
- En el campo “Nombre de dispositivo Profinet” seleccionar “**sinamics-g120-sv-pn**”.
- En el campo “Filtros de dispositivos” seleccionar “**Mostar solo dispositivos del mismo tipo**”
- Luego hacer clic en “**Actualizar lista**” y seleccionar el dispositivo encontrado con la dirección “**IP: 192.168.0.3**” y hacer clic en “**Asignar nombre**” (ver Figura 21).

Nota: El variador de frecuencia online y el variador de frecuencia físico deben tener asignado el mismo nombre, de lo contrario al momento de cargar el programa no se reconocerá el variador y por lo tanto el mismo no funcionará.

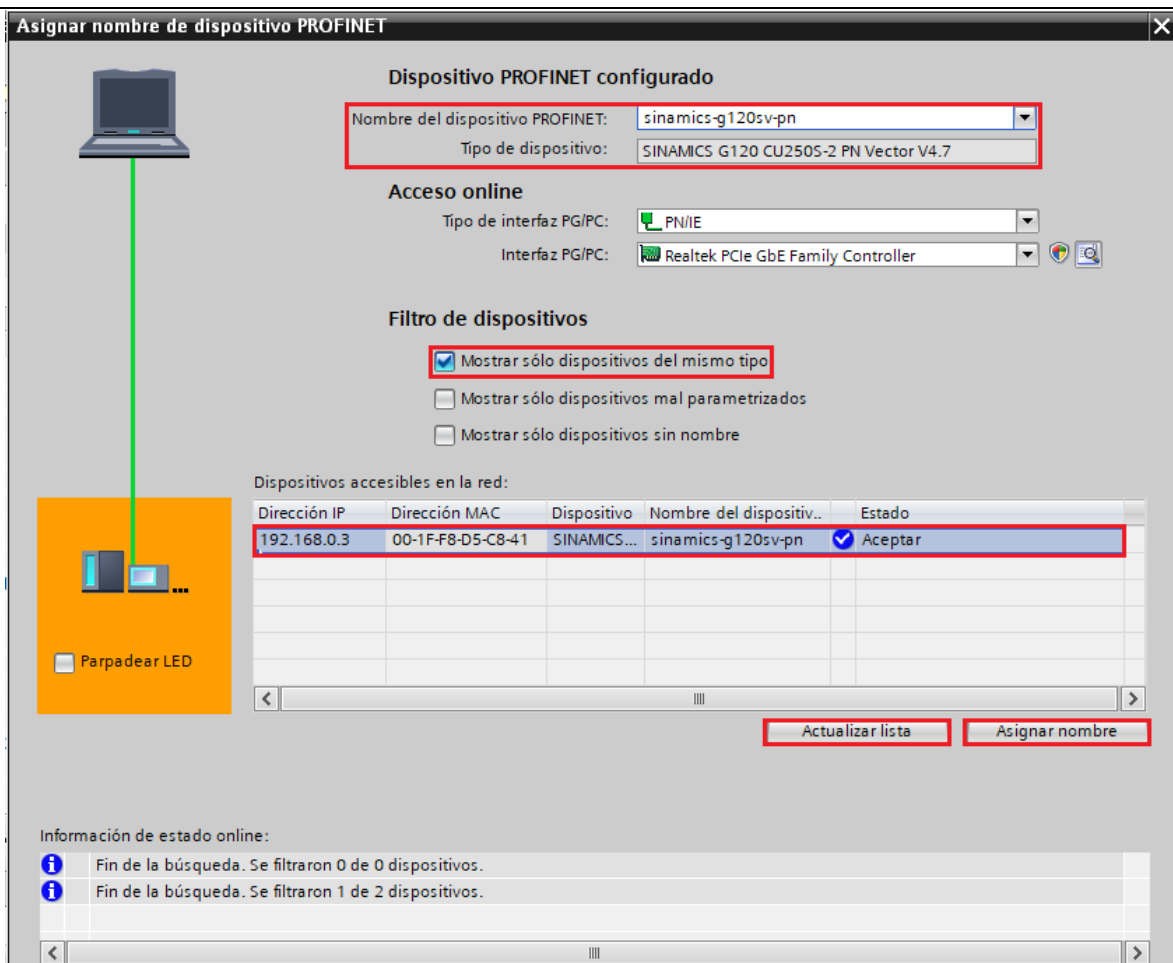


Figura 21: Asignar nombre del Variador SINAMICS G120.

11. Configuración del Telegrama estándar 20.

- (1) Para iniciar la configuración del Telegrama estándar 20, se debe asignar el nombre a las variables que se usarán en el proyecto, para ello ubicarse en el “Árbol del proyecto” y hacer clic en “**PLC_1 [CPU 1516-3 PN/DP]**” / “**Variables PLC**” / “**Tabla de variables estándar**”, y agregar las variables a usar en el proyecto (ver Figura 22).

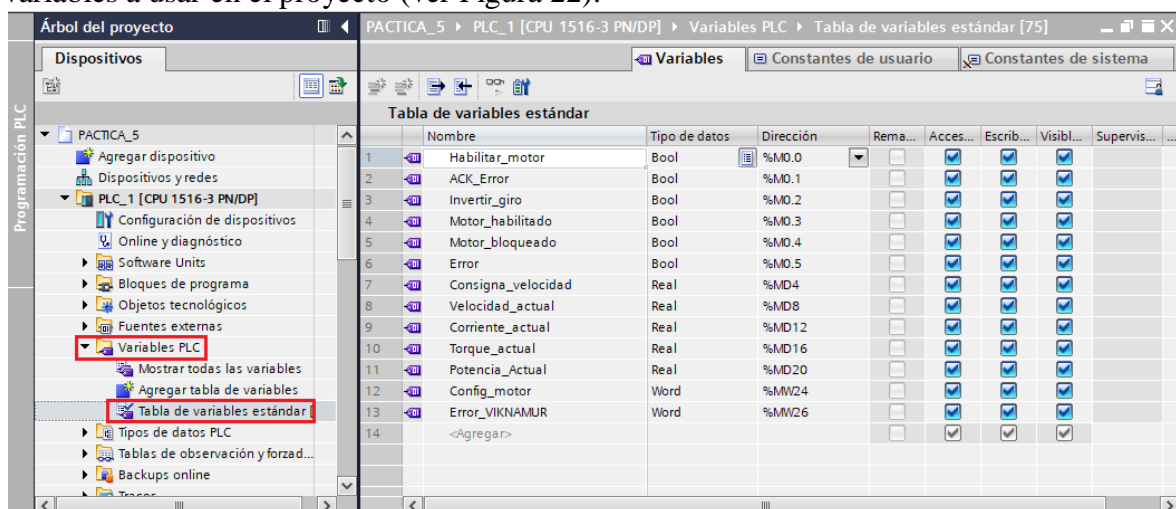


Figura 22. Tabla de variables

(2) Luego configurar el telegrama 20 para ello hacer clic en “PLC_1 [CPU 1516-3 PN/DP]” / “Bloques de programa” / “MAIN [OB1]”

- En el primer segmento se realizará la configuración del motor para fijar el sentido de giro del motor, para ello se debe agregar un bloque “Move” (ver Figura 23).

Nota: El sentido de giro se activa según la palabra de mando, la palabra “16#003F” activará el giro en sentido directo, mientras que la palabra “16#007F” invertirá el sentido de giro.

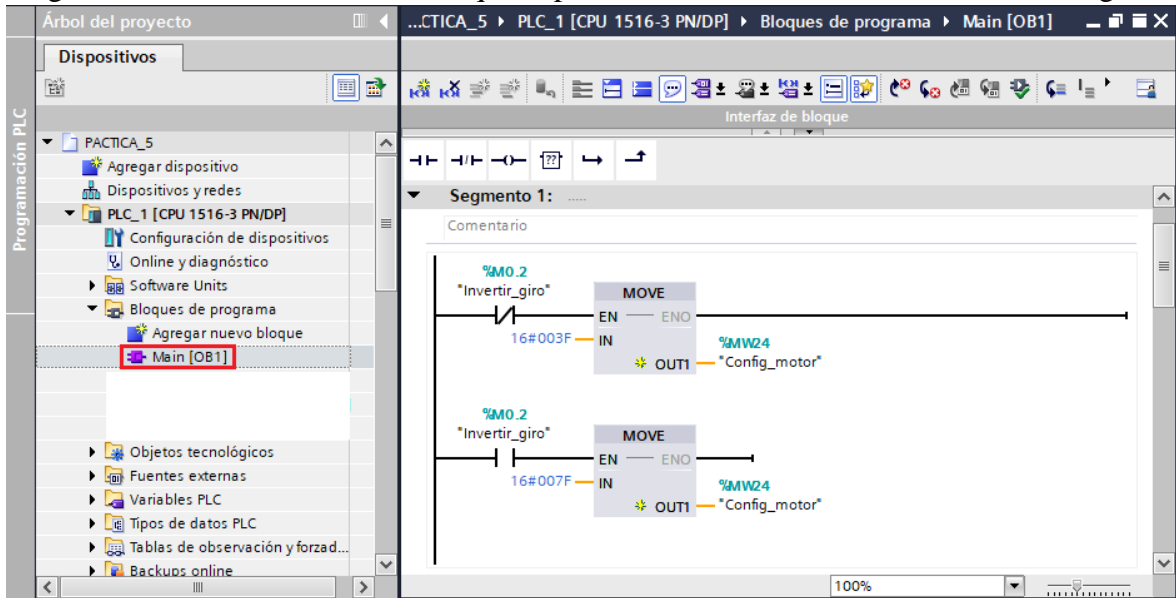


Figura 23: Configuración del motor

- En el segundo segmento se debe agregar el telegrama de comunicación 20, para ello se debe ubicar en “Librerías” en la parte derecha de la pantalla y luego hacer clic en “Librerías Globales” hacer clic en “Abrir librería global” (ver Figura 24).

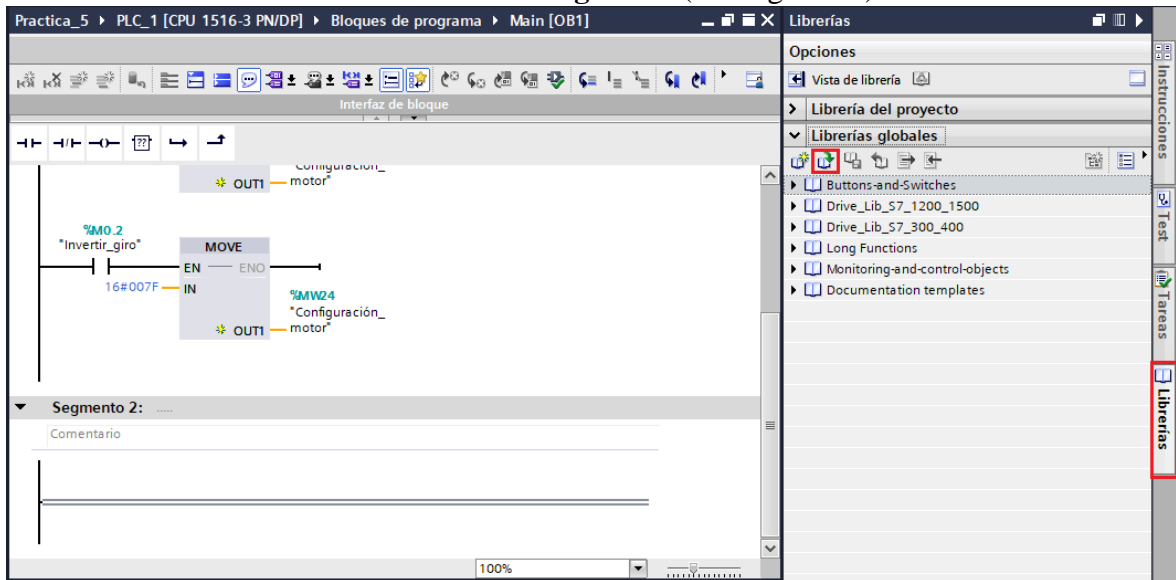


Figura 24. Agregar librería SinaSpeed extendida

- Luego se abrirá una carpeta en la que se encuentra la librería “LSINAExt”, en esta carpeta debemos seleccionar “LSINAExt_V15.1” (ver Figura 25).

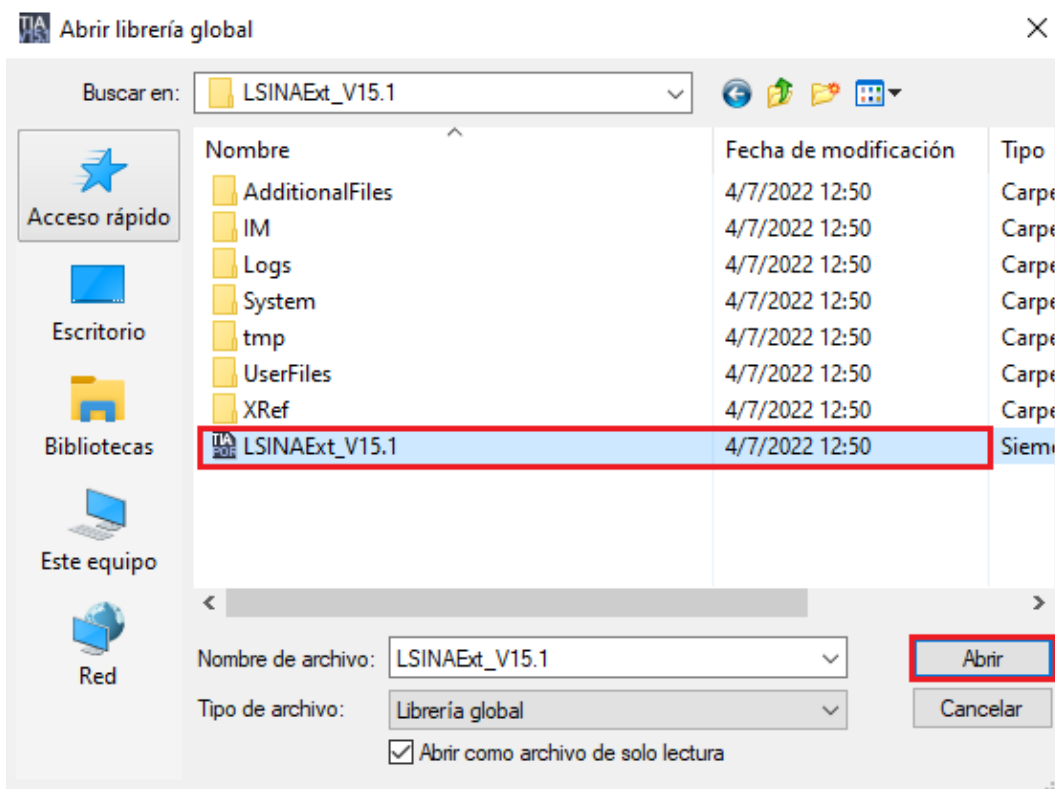


Figura 25. Carpeta LSINAEExt.

Nota: Para agregar esta librería, debe descargar previamente la librería desde la página de SIEMENS.

- Después de añadir la librería, se debe agregar la misma al segundo segmento, para ello ubicarse en “**Librerías globales**” / “**LSINAEExt_v15.1**” / “**Plantillas maestras**” / “**SINA_SPEED_TLG20**” (ver Figura 26), y se debe agregar en el segmento 2.

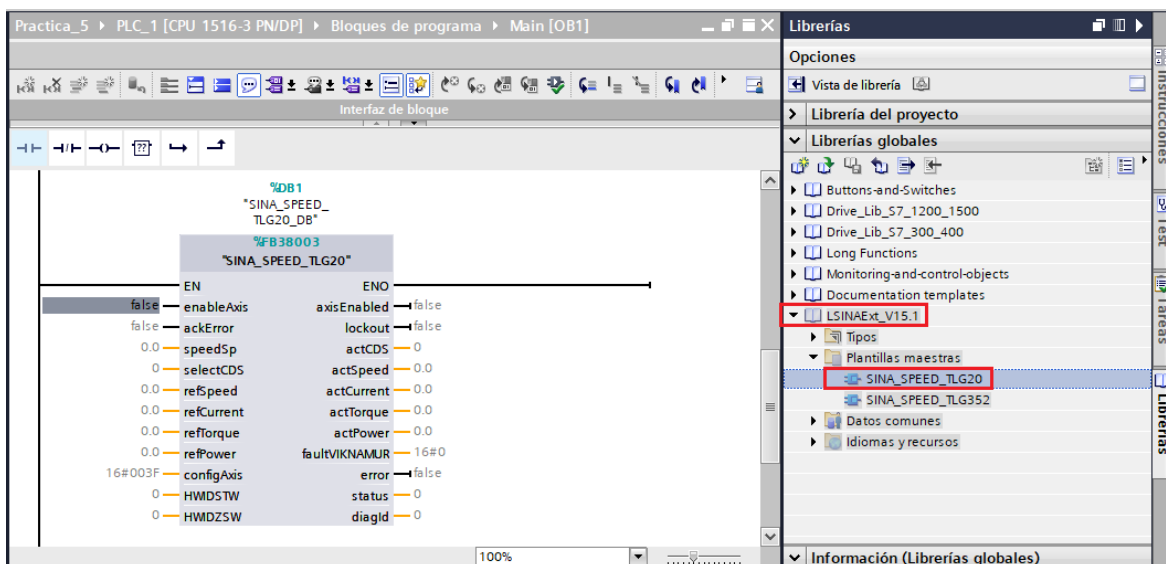


Figura 26: Agregar Telegrama 20

Nota: Una vez agregado el Telegrama 20, se debe realizar una corrección en el código, para evitar que el parámetro “error” inicie activado, esto debido a la versión de Firmware del variador G120.

- Para realizar la corrección, hacer doble clic en el bloque de función “**SINA_SPEED_TLG20**”

y corregir la línea de código “196” (ver Figura 27).

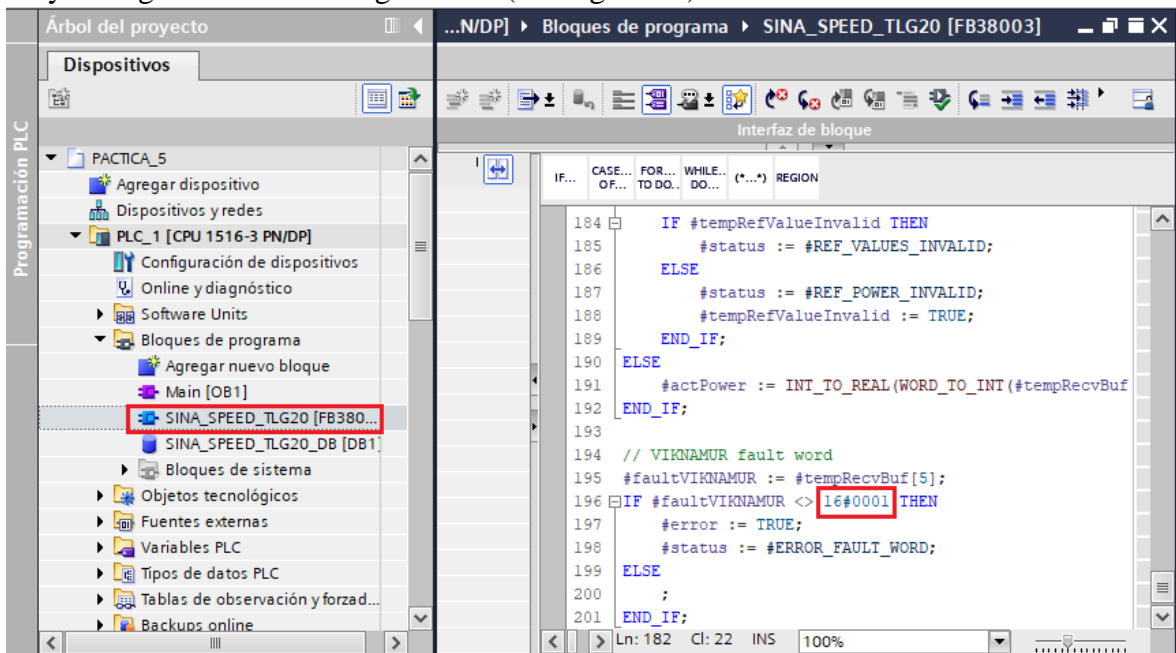


Figura 27. Código SINA_SPEED_TLG20.

- Luego se debe llenar los parámetros del telegrama 20 de la siguiente manera (ver Figura 28).

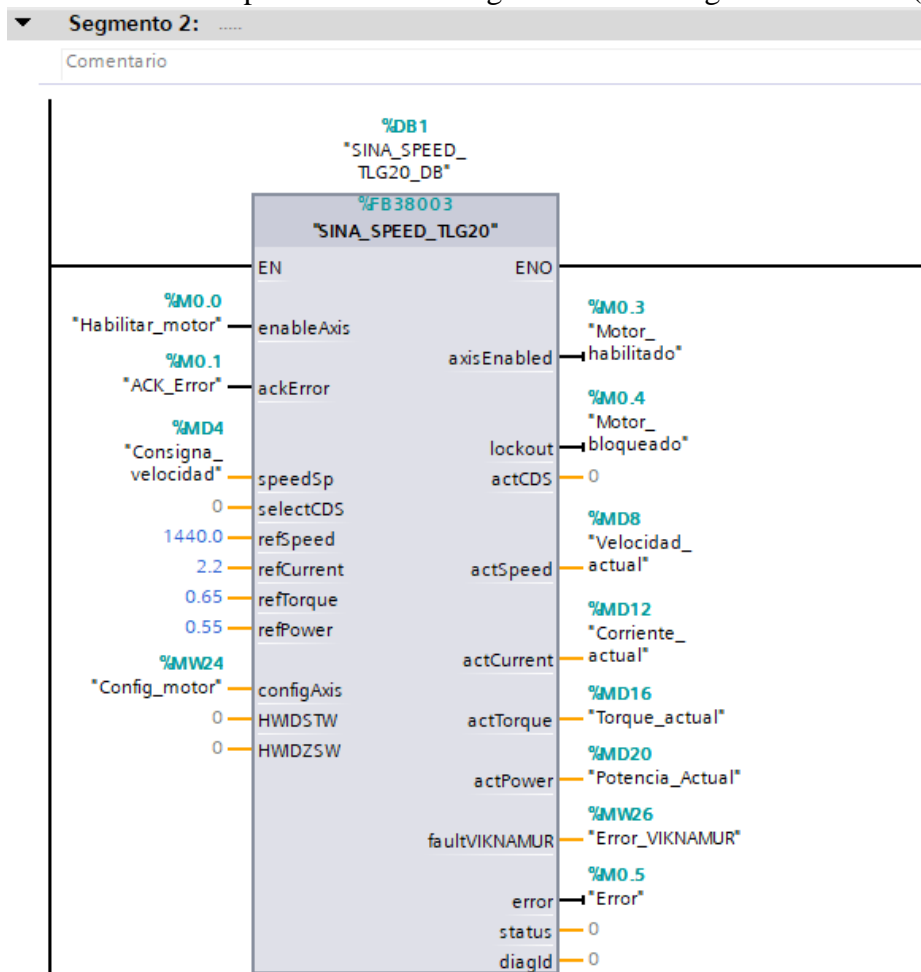


Figura 28. Parámetros del telegrama 20

- Luego se debe agregar la palabra de envío “**HWIDSTW**” y la palabra de recepción “**HWIDZSW**” de la siguiente manera (ver Figura 29).

Nota: Las entradas **HWIDSTW** y **HWIDZSW** son palabras de mando y estado correspondientemente que permiten la comunicación entre el controlador (PLC) y el variador de frecuencia.

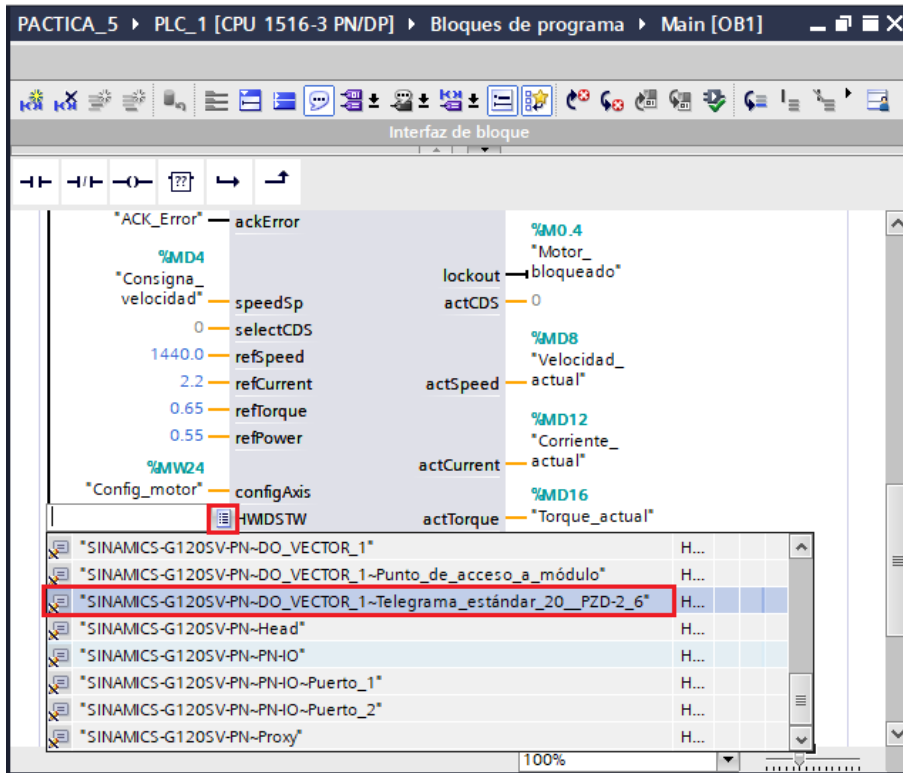


Figura 29: Configuración de la palabra de envío y recepción

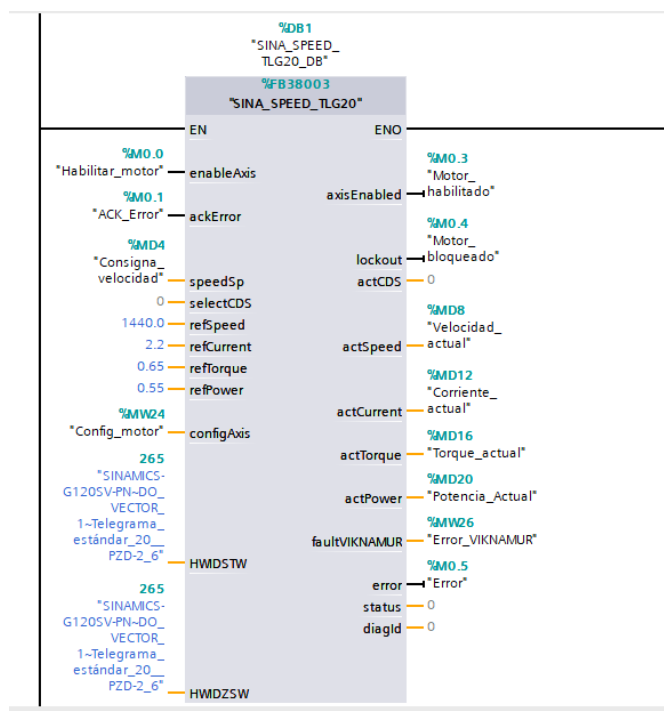


Figura 30: Telegrama de comunicación 20.

12. Configuración HMI (WINCC) para el control del variador de frecuencia G120.

- (1) Para iniciar con la configuración se debe agregar una imagen, para ello primero se debe dirigir a “HMI_1 [KTP700 Basic PN]” / “Imágenes”.
 - Por defecto aparecerá una imagen principal denominada “Imagen raíz”.
 - Para agregar una nueva imagen presionar “Agregar Imagen”, a esta nueva imagen se la denominará como “Avisos” (ver Figura 31).

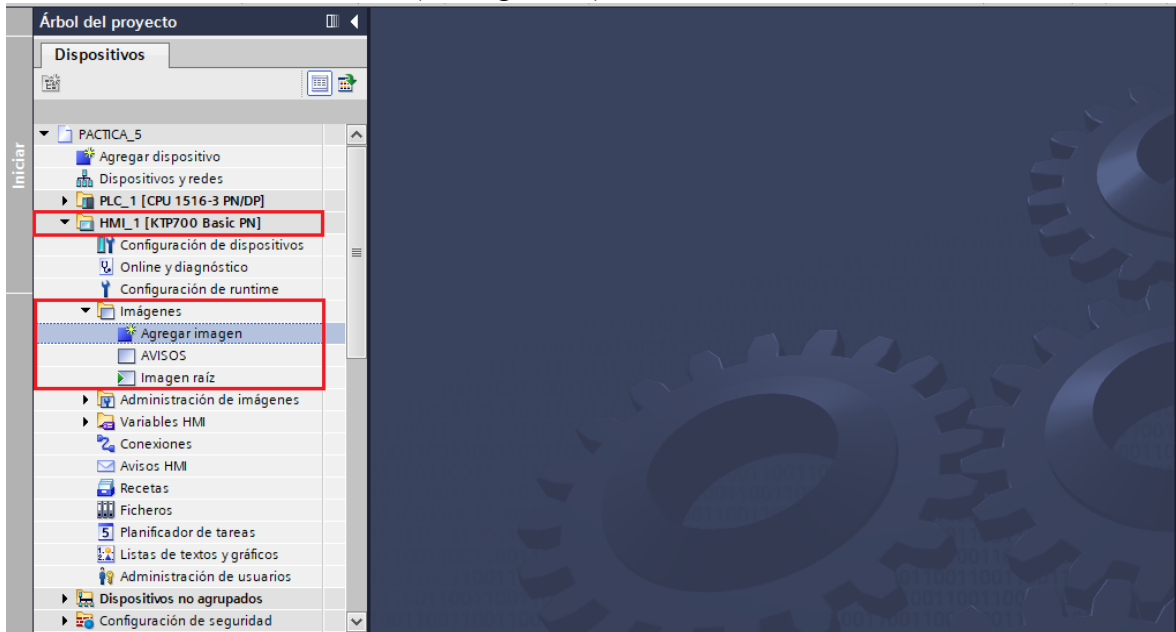


Figura 31. Agregar imagen de avisos.

- (2) Configuración de la “Imagen raíz”.
 - En la imagen raíz se configurarán tres campos: Control, Estado motor y Valores actuales.
 - En el campo **Control** se debe agregar tres “botones” para: Inicio, Paro, Inversión de giro, y un “Campo E/S” para ingresar la consigna de velocidad.
 - En el campo de **Estado Motor** se debe agregar tres “rectángulos” para visualizar el estado del motor: Moto habilitado, Motor bloqueado, Error.
 - En el campo **Valores actuales** se debe agregar cuatro “Campos E/S” para visualizar los valores de: Velocidad, Corriente, Torque y Potencia.
 - A continuación, se muestra la disposición de (1) **Textos**, (2) **Rectángulo**, (3) **Botón**, (4) **Campos E/S** en la “Imagen raíz”, para el control del motor (ver Figura 32).

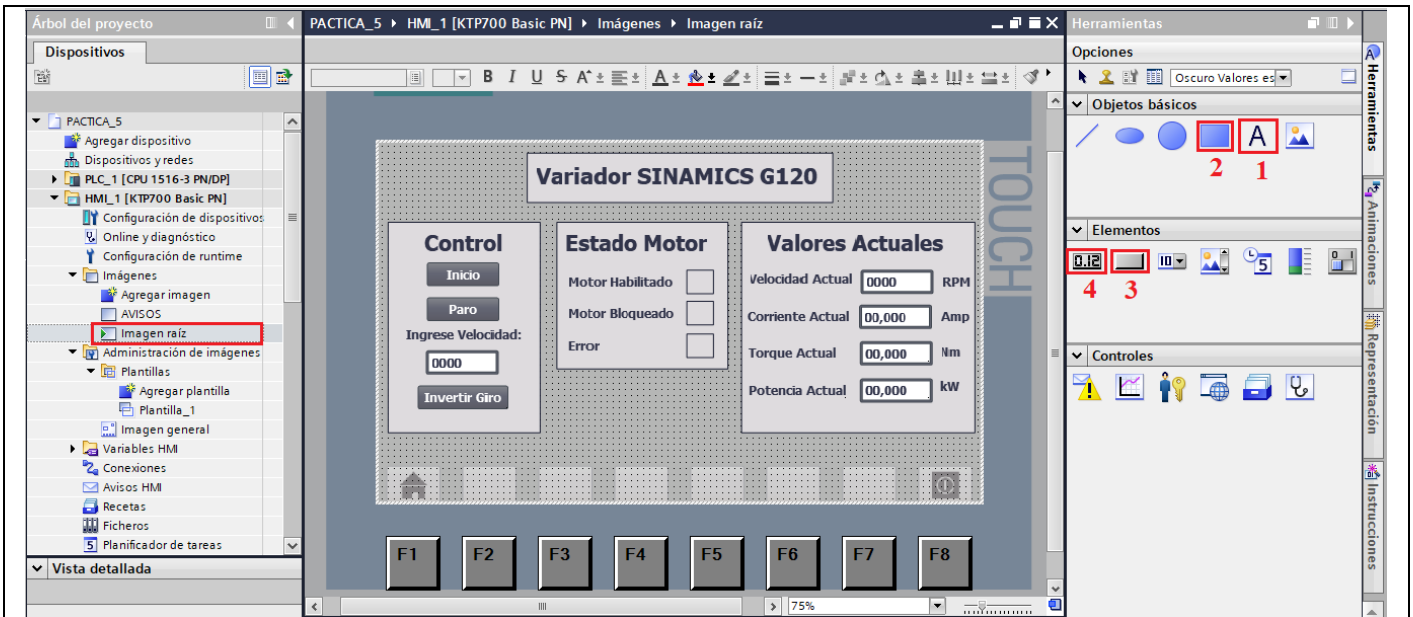


Figura 32. Configuración Imagen raíz.

(3) Configuración del campo **Control**.

- **Botón Inicio:** seleccionar el botón Inicio, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “Activar bit”.
- En “Variable (Entrada/Salida)” escoger la variable del PLC_1 “Habilitar_motor” (ver Figura 33).

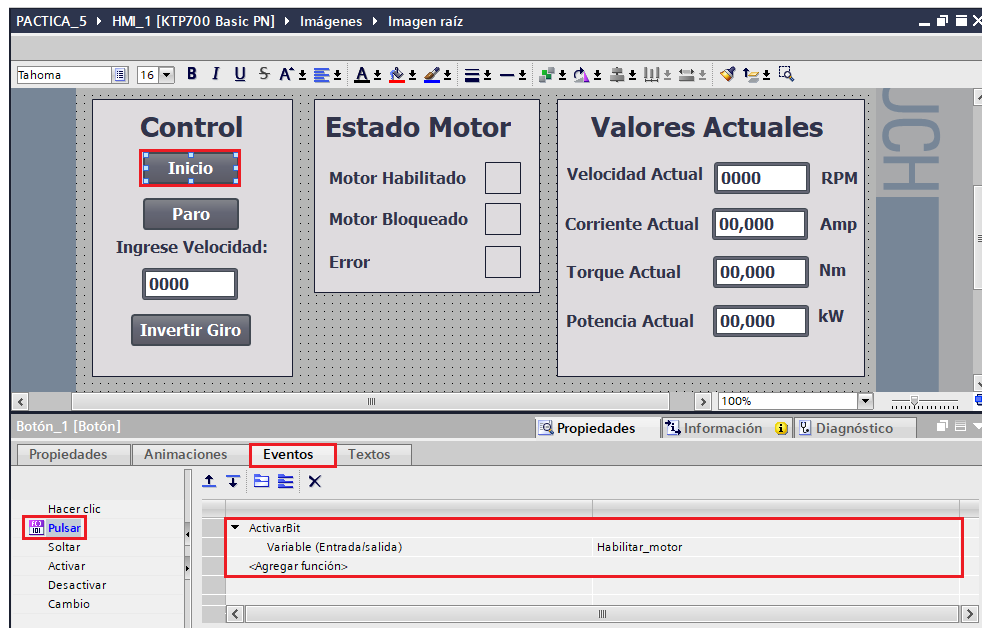


Figura 33: Configuración botón Inicio.

- **Botón Paro:** seleccionar el botón Paro, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “Desactivar bit”.
- En “Variable (Entrada/Salida)” escoger la variable del PLC_1 “Habilitar_motor” (ver Figura 34).

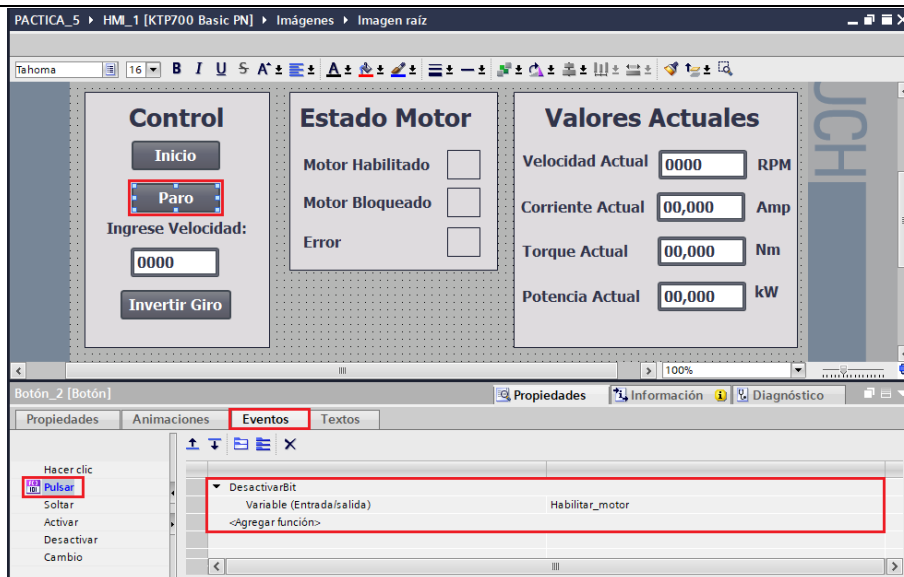


Figura 34: Configuración botón Paro.

- **Botón Invertir Giro:** seleccionar el botón Invertir Giro, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “Invertir bit”.
- En “Variable (Entrada/Salida)” escoger la variable del PLC_1 “Invertir Giro” (ver Figura 35).

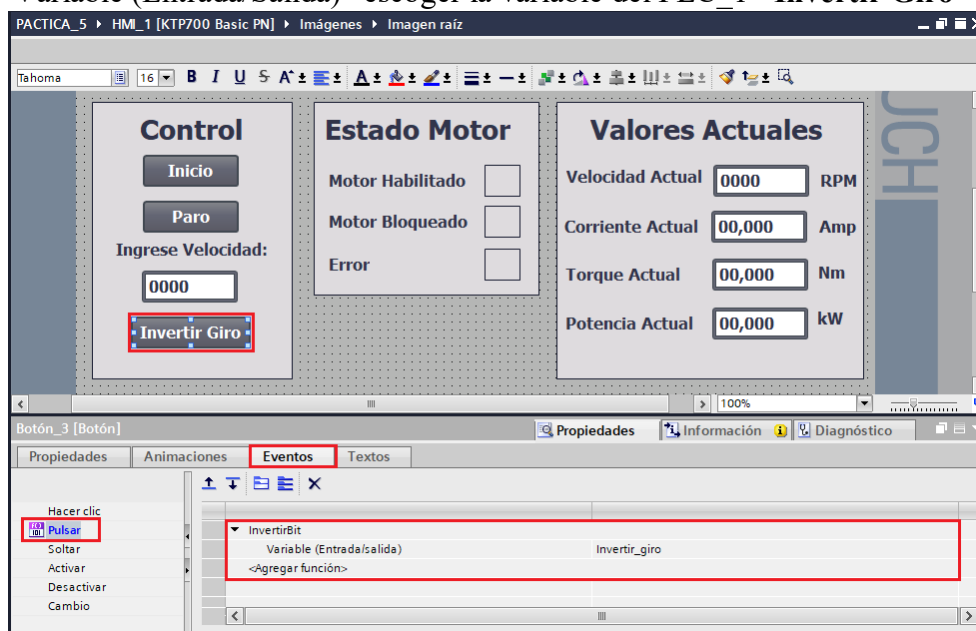


Figura 35: Configuración botón Invertir Giro.

- **Campo E/S: Ingreso Velocidad:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “Consigna_velocidad”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Entrada/Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “9999” (ver Figura 36).

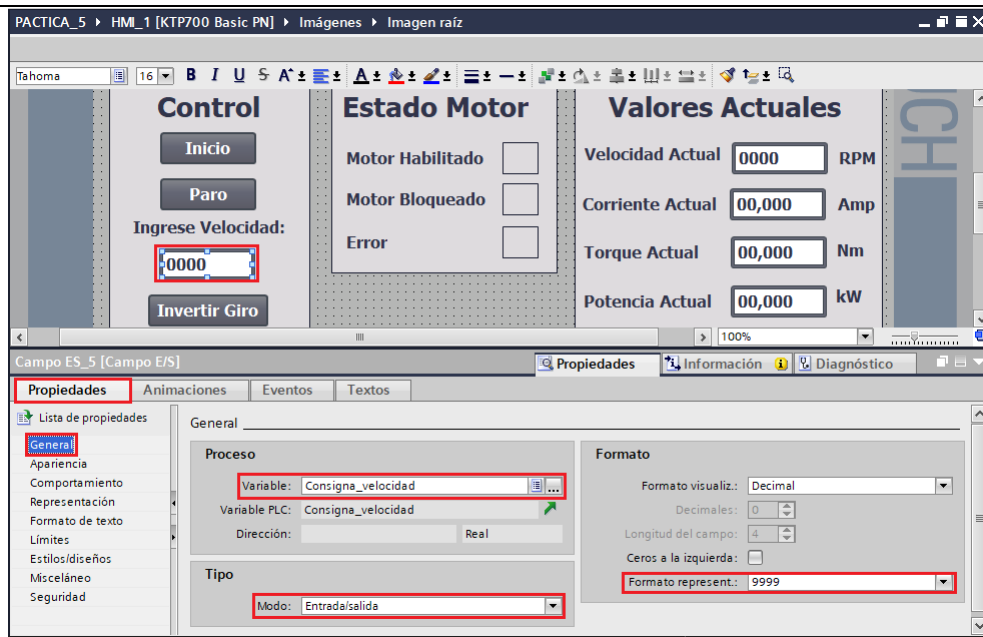


Figura 36. Configuración consigna de velocidad.

(4) Configuración del campo **Estado Motor**.

- **Rectángulo Motor Habilitado:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Motor_habilitado**”.
- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” (ver Figura 37).

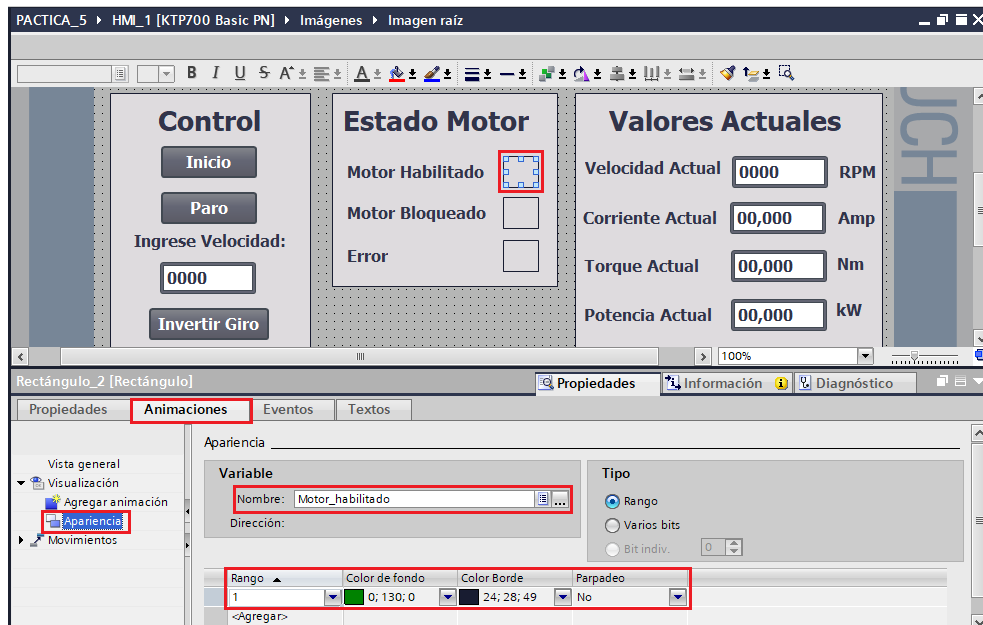


Figura 37. Configuración Motor Habilitado

- **Rectángulo Motor Bloqueado:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Motor_bloqueado**”.

- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Rojo” (ver Figura 38).

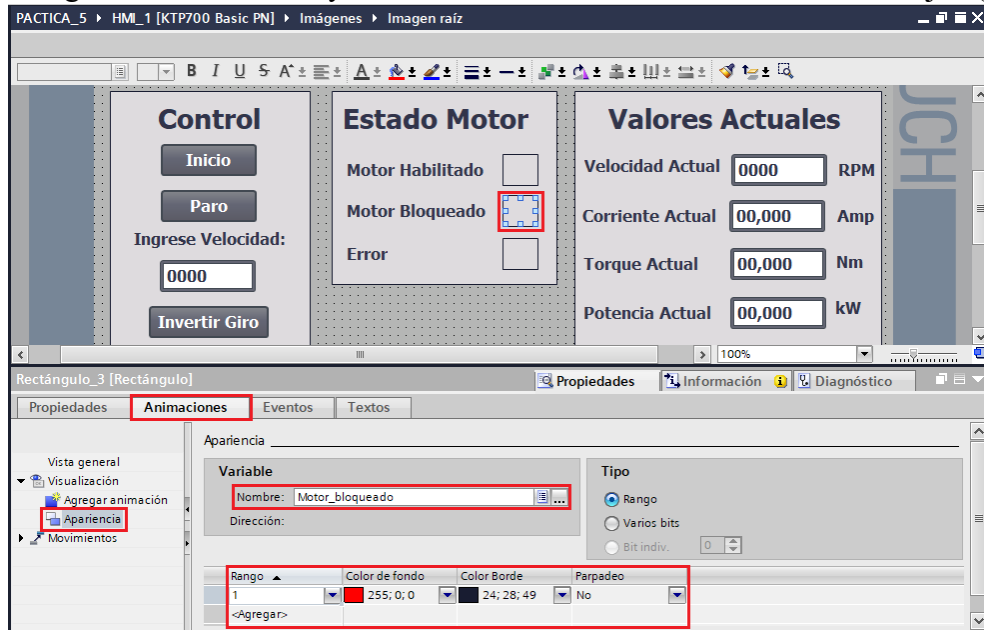


Figura 38. Configuración Motor Bloqueado

- **Rectángulo Error:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “Error”.
- En “Rango” seleccionar “1”, en “Color de fondo” seleccionar el color “Rojo” y en “Parpadeo” seleccionar “Si” (ver Figura 39).

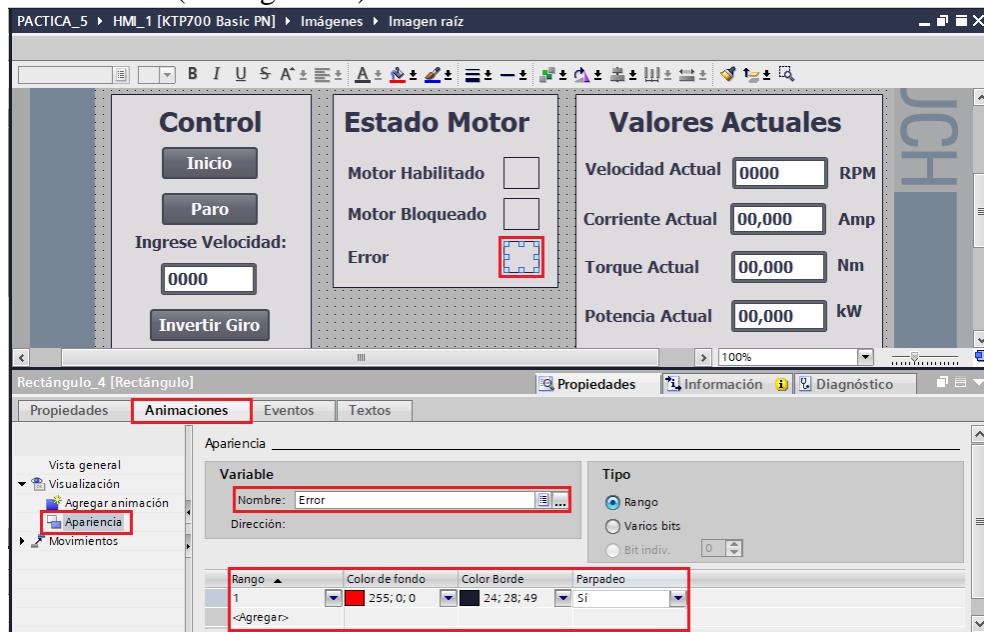


Figura 39. Configuración Error.

(5) Configuración campo **Valores Actuales**.

- **Campo E/S: Velocidad Actual:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “Velocidad_actual”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.

- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99999” (ver Figura 40).

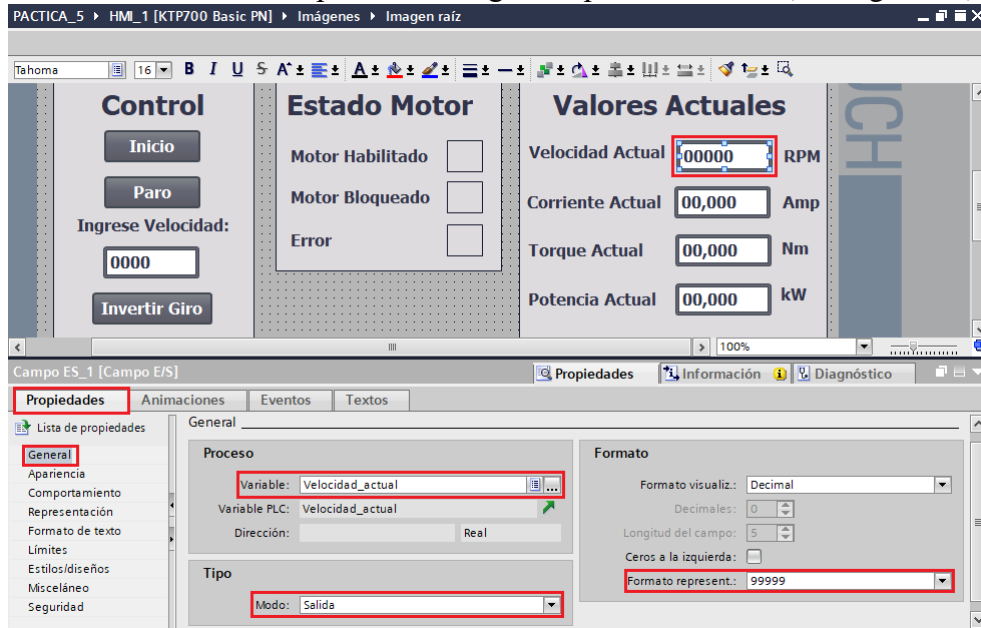


Figura 40. Configuración Velocidad actual.

- **Campo E/S: Corriente Actual:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “Corriente_actual”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99,999” (ver Figura 41).

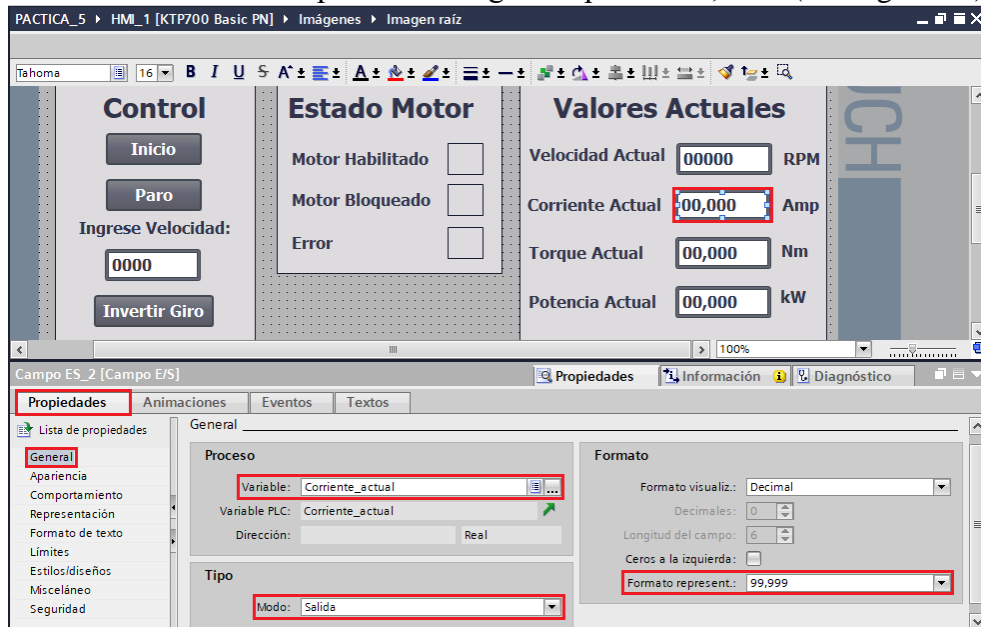


Figura 41. Configuración Corriente actual

- **Campo E/S: Torque Actual:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “Torque_actual”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99,999” (ver Figura 42).

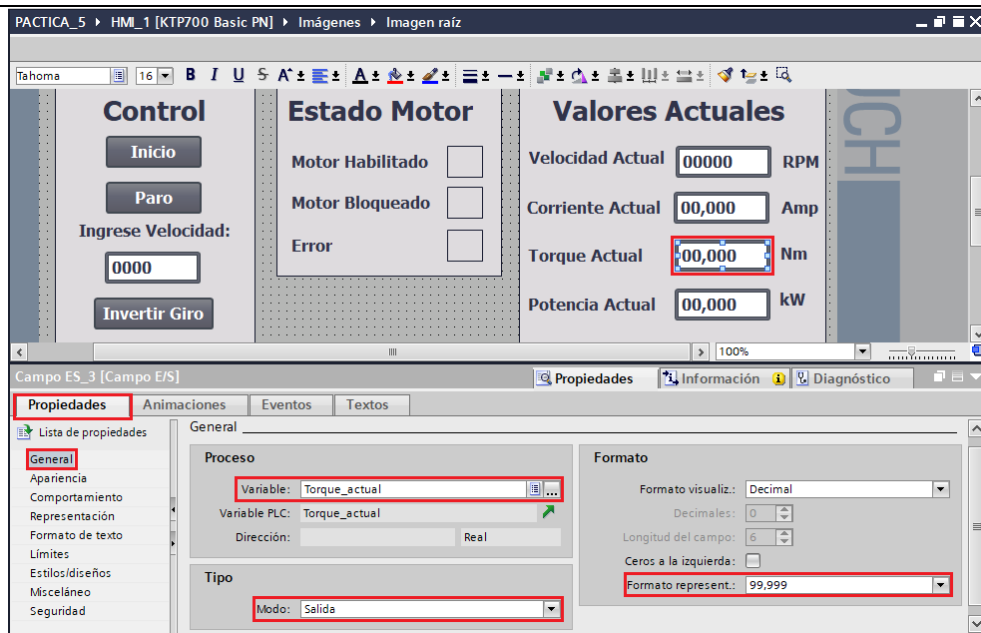


Figura 42. Configuración Torque actual

- **Campo E/S: Potencia Actual:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “Potencia_actual”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99,999” (ver Figura 43).

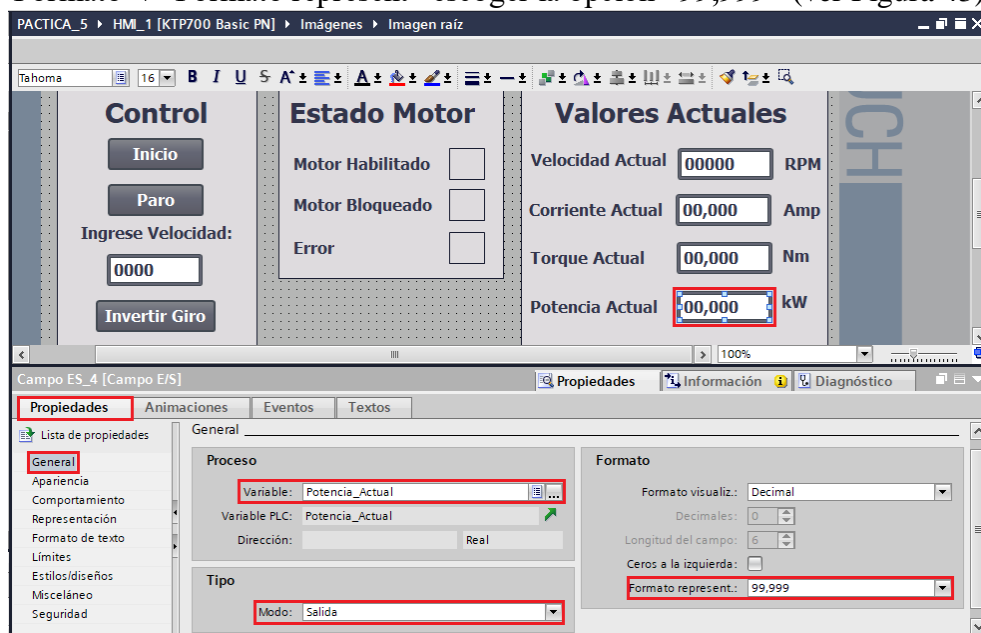


Figura 43. Configuración Potencia actual.

(6) Configuración de la Imagen “AVISOS”.

- En la imagen “Avisos”, se debe configurar un “Visor de avisos”, el cual permitirá observar que tipo de fallo ha sufrido el variador SINAMICS G120 según la definición VIKNAMUR cuando se notifique un error.
- Se debe configurar tres botones, un botón “AVISOS” para acceder a la ventana de avisos, el segundo botón “Volver” para regresar a la ventana principal, y un tercer botón “Acusar Fallo”

para realizar el acuse de fallo, en caso de haber algún error.

- A continuación, se presenta la disposición de las herramientas (1) **Botón**, (2) **Visor de Avisos** para la configuración de la ventana de “Avisos” (ver Figura 44).



Figura 44. Ventana Avisos.

- **Configuración Visor de Avisos:** Seleccionar el Visor de avisos, luego hacer clic en “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Visualización” seleccionar “Avisos pendientes”
- En “Categoría de aviso” seleccionar “Errors” (ver Figura 45).

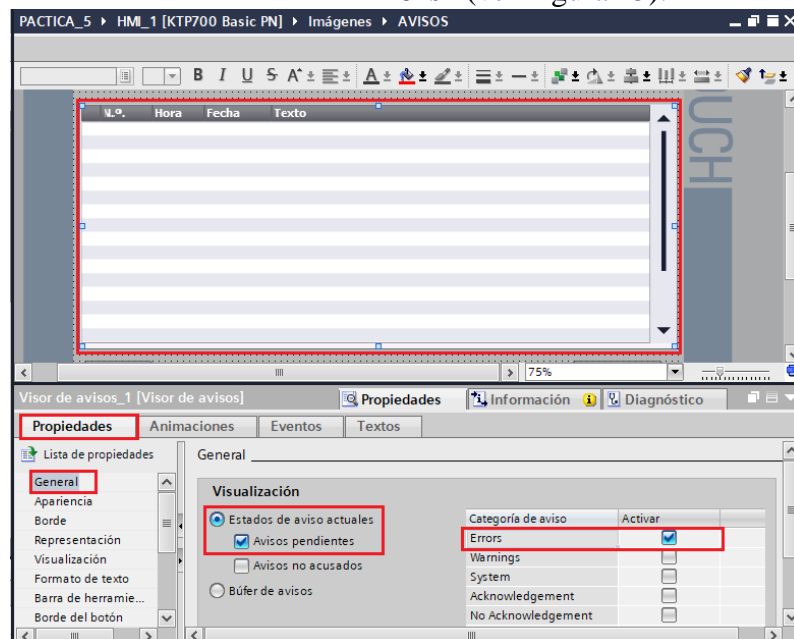


Figura 45. Configuración Visos de Avisos

- **Configuración de botones:**
- **Botón Volver:** seleccionar el botón Volver, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarImagen”.
- En “Nombre de imagen” seleccionar “Imagen raíz” (ver Figura 46).

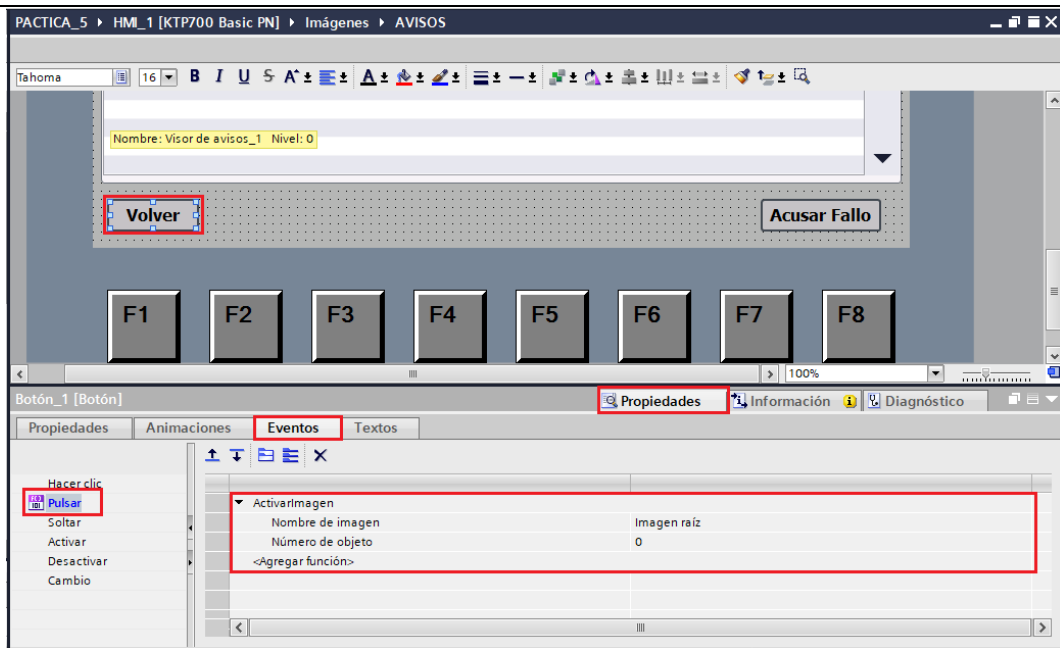


Figura 46. Configuración botón Volver.

- **Botón Acusar fallo:** seleccionar el botón Acusar fallo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarBitMientrasTeclaPulsada”.
- En “Variable (Entrada/Salida)” seleccionar “ACK_Error” (ver Figura 47).

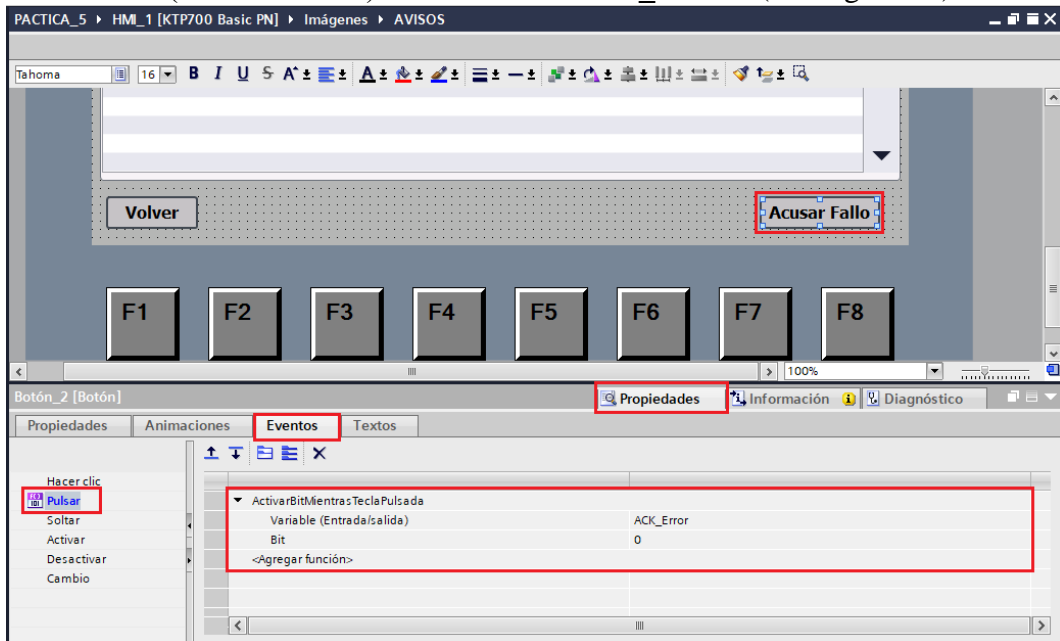


Figura 47. Configuración botón Acusar fallo.

- Configuración botón “**AVISOS**”
- Para configurar el botón “AVISOS”, se debe dirigirse a “Administración de imágenes” / “Plantillas” / “Plantilla_1”.
- Seleccionar uno de los botones que se encuentran en la plantilla y asignarle el nombre “AVISOS”.
- Seleccionar el botón, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarImagen”.
- En “Nombre de imagen” seleccionar “AVISOS” (ver Figura 48).

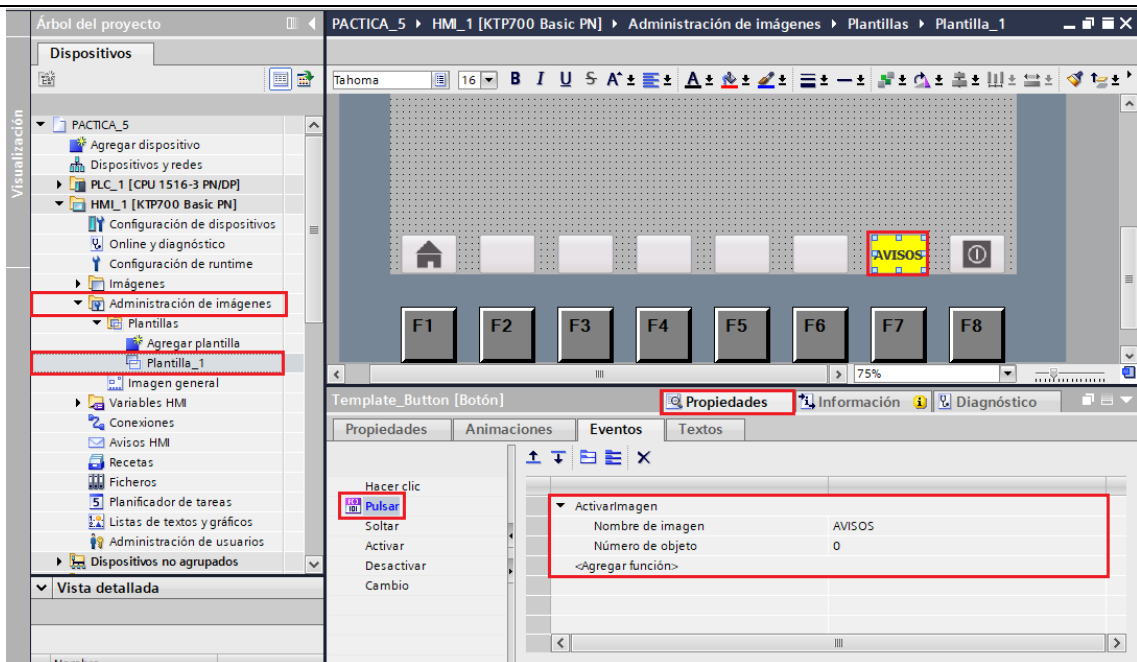


Figura 48. Configuración botón AVISOS

(7) Agregar los avisos correspondientes a la definición VIKNAMUR

- Para agregar los avisos se debe dirigir a “Avisos HMI” / “Avisos de bit” (ver Figura 49).

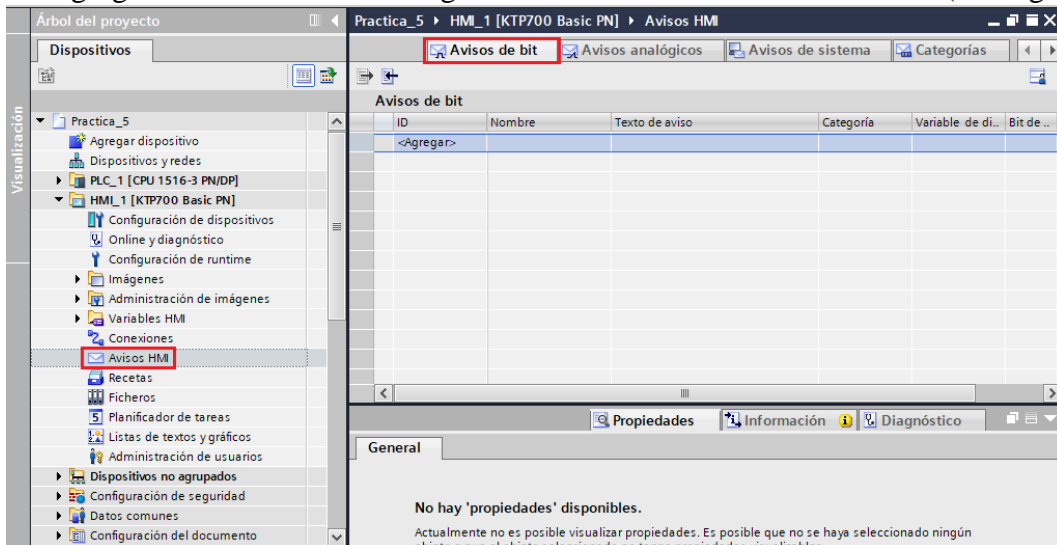


Figura 49. Avisos HMI.

- Para agregar los avisos se presiona en “Agregar”.
- En “Categoría” seleccionar “**Errors**”.
- En “Variable de disparo” seleccionar la variable del PLC_1 “**Error_VIKNAMUR**” (ver Figura 50).
- En “**Texto de aviso**” se debe escribir todos los avisos correspondientes a la definición VIKNAMUR (ver Figura 51)

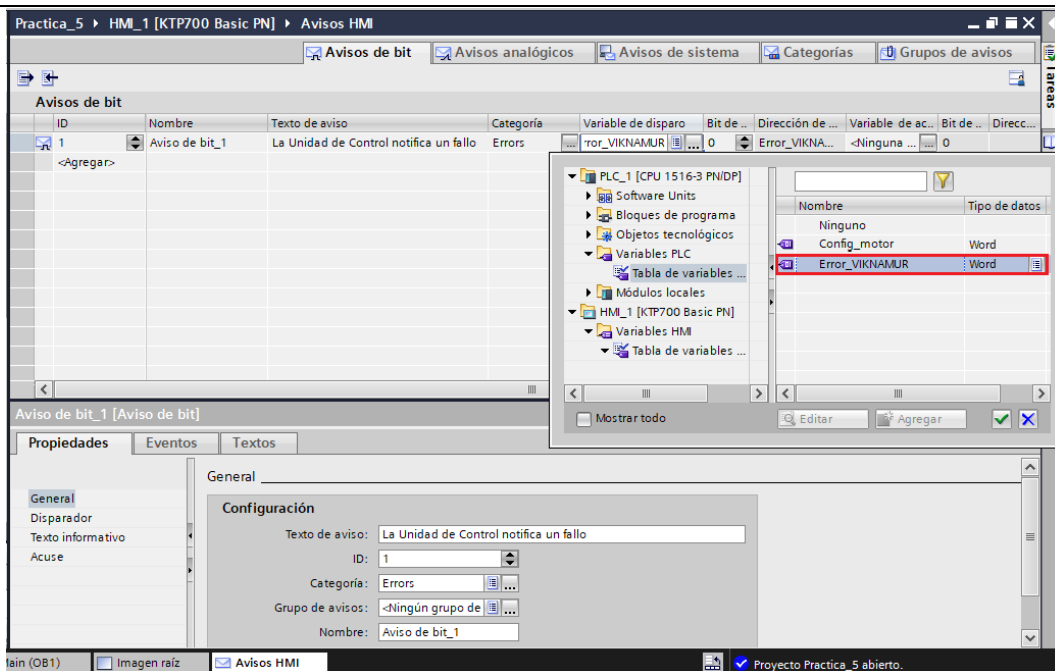


Figura 50. Configuración de avisos.

Bit	Significado
0	1 = La Control Unit notifica un fallo
1	1 = Fallo de red: pérdida de fase o tensión inadmisible
2	1 = Sobretensión en circuito intermedio
3	1 = Fallo del Power Module, p. ej., sobreintensidad o exceso de temperatura
4	1 = Exceso de temperatura del convertidor
5	1 = Defecto a tierra/entre fases en el cable del motor o en el motor
6	1 = Sobrecarga del motor
7	1 = Comunicación con controlador superior averiada
8	1 = Fallo en un canal de vigilancia seguro
10	1 = Fallo en la comunicación interna del convertidor
11	1 = Fallo de red
15	1 = Otro fallo

Figura 51. Avisos de fallo según VIK-NAMUR

The screenshot shows the 'Avisos de bit' configuration window with a complete table of VIKNAMUR warnings:

ID	Nombre	Texto de aviso	Categoría	Variable de disparo	Bit de disp...	Dirección de disparo	Variable de acuse HMI	Bit de acuse...	Dirección de ...
1	Aviso de bit_1	La unidad de control notifica un fallo	Errors	Error_VIKNAMUR	0	Error_VIKNAMUR.x0	<Ninguna variable>	0	
2	Aviso de bit_2	Fallo de red: pérdida de fase o tensi	Errors	Error_VIKNAMUR	1	Error_VIKNAMUR.x1	<Ninguna variable>	0	
3	Aviso de bit_3	Sobretensión en circuito intermedio	Errors	Error_VIKNAMUR	2	Error_VIKNAMUR.x2	<Ninguna variable>	0	
4	Aviso de bit_4	Fallo del Módulo de poder, p. ej., so	Errors	Error_VIKNAMUR	3	Error_VIKNAMUR.x3	<Ninguna variable>	0	
5	Aviso de bit_5	Exceso de temperatura del converti	Errors	Error_VIKNAMUR	4	Error_VIKNAMUR.x4	<Ninguna variable>	0	
6	Aviso de bit_6	Defecto a tierra/entre fases en el ca	Errors	Error_VIKNAMUR	5	Error_VIKNAMUR.x5	<Ninguna variable>	0	
7	Aviso de bit_7	Sobrecarga del motor.	Errors	Error_VIKNAMUR	6	Error_VIKNAMUR.x6	<Ninguna variable>	0	
8	Aviso de bit_8	Comunicación con controlador supe	Errors	Error_VIKNAMUR	7	Error_VIKNAMUR.x7	<Ninguna variable>	0	
9	Aviso de bit_9	Fallo en un canal de vigilancia segu	Errors	Error_VIKNAMUR	8	Error_VIKNAMUR.x8	<Ninguna variable>	0	
10	Aviso de bit_10	Fallo en la comunicación interna de	Errors	Error_VIKNAMUR	10	Error_VIKNAMUR.x10	<Ninguna variable>	0	
11	Aviso de bit_11	Fallo de red.	Errors	Error_VIKNAMUR	11	Error_VIKNAMUR.x11	<Ninguna variable>	0	
12	Aviso de bit_12	Otro fallo.	Errors	Error_VIKNAMUR	15	Error_VIKNAMUR.x15	<Ninguna variable>	0	

Figura 52. Avisos VIKNAMUR

13. Finalmente se debe cargar el programa en el PLC.

14. Verificar el funcionamiento respectivo de la práctica

Campo Control:

- Con el botón Inicio, el motor se activa.
- Con el botón Paro, el motor se desactiva.
- Con el botón Invertir Giro, el sentido de giro del motor cambiará.
- En la sección ingrese velocidad, se determina la consigna de velocidad para que funcione el motor.

Campo Estado Motor:

- En la sección Motor Habilitado, indica si el motor está funcionando.
- En la sección Motor bloqueado, indica que el motor no puede iniciar su funcionamiento.
- En la sección Error, notifica que el variador de frecuencia sufrió algún fallo

Campo Valores Actuales:

- Notifica los valores de funcionamiento del motor dependiendo de la consigna de velocidad a la que está funcionando.
- Con el botón Reset, reiniciamos el funcionamiento del motor en caso de sufrir algún error.

Campo Avisos

- En la ventana de avisos se notificará si el variador de frecuencia ha sufrido algún daño.
- Si el fallo notificado ha sido corregido, se debe presionar el botón “Acusar fallo”, para confirmar que el fallo ha sido corregido.
- Después de acusar el fallo se debe presionar el botón “Paro” para iniciar nuevamente con el funcionamiento normal.

Nota: Por defecto el error “La Unidad de control notifica un fallo”, siempre permanece activo.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

REFERENCIAS:

- [1] Siemens. 2012. *SIMATIC PROFINET System Description*. [online] Available at: <<https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/19292127?c=36666905483&lc=en-EG>> [Accessed 14 July 2022].
- [2] newsiemens. 2022. SIMATIC S7-1500. [online] Disponible en: <<https://new.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/sistemas/simatic/controladores-simatic/simatic-s7-1500.html>>
- [3] Siemens AG, “Convertidores con las Control Units CU250S-2,” Tech. Rep., 2020. [Online]. Available at: <https://new.siemens.com/global/en/products/drives.html>
- [4] SIEMENS. 2022. Biblioteca LSINAEExt . [en línea] Disponible en: <https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/109747655/109747655_LSINAEExt_DOC_v101_en.pdf>
- [5] AUTYCOM. 2022. *¿Qué es un sistema HMI y para qué sirve?* | AUTYCOM. [online] Available at: <<https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-hmi/>> [Accessed 21 July 2022].

ANEXO 6



**FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO /
TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN –
PARA DOCENTES**

CARRERA: ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES

NRO. PRÁCTICA:

6

TÍTULO PRÁCTICA: CONTROL Y CONEXIÓN ENTRE PLC S7-1500, DOS VARIADORES DE FRECUENCIA SINAMICS G120 Y HMI (WINCC) A TRAVÉS DE PROFINET Y EL TELEGRAMA 20.

OBJETIVO: Realizar el control y la conexión entre plc S7-1500, dos variadores de frecuencia SINAMICS G120 y HMI (WinCC) a través de Profinet y el telegrama 20.

Objetivos específicos:

- Realizar las conexiones de hardware de la red de comunicación Profinet entre el PLC, S7-1500, HMI (WinCC) y dos Variadores G120 para el respectivo control y comunicación de los dispositivos.
- Configurar los respectivos parámetros de cada uno de los motores y seleccionar el telegrama de comunicación 20 para la respectiva comunicación entre los variadores y el plc.
- Configurar en Tia Portal el software de la red Profinet, y asignar respectivamente las direcciones IP a cada dispositivo, para la comunicación Profinet.
- Seleccionar y configurar el telegrama de comunicación “Telegrama 20” para cada variador para la emisión y recepción de los parámetros para el control del motor.
- Configurar el HMI para poner en marcha cada uno de los motores trifásico, para visualizar las curvas de los parámetros de salida y supervisión de errores en cada uno de los Variadores G120.

INSTRUCCIONES

(Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):

1. Requisitos y conocimientos previos

- a) Configuración red Profinet.
- b) Configuración de parámetros del motor IOP-2.
- c) Telegramas de comunicación.
- d) Manejo y configuración HMI (WinCC).

2. Equipos, instrumentos y software

Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie
Software TIA PORTAL	1	-	V15.1
PLC S7-1500	1	SIEMENS	S7-1500
Unidad de Control CU250S-2	2	SIEMENS	CU250S-2
Módulo de Potencia PM240-2	2	SIEMENS	PM240-2
IOP-2	2	SIEMENS	IOP-2
Motor Trifásico de 6 bornes	2	-	-
Cable Profinet	3	-	-

3. Exposición

Profinet IO

Profinet es el principal estándar de Industria Ethernet para la automatización, acelera e incrementa la productividad en plantas e instalaciones, permite

implementar topologías en estrella, árbol o anillo.

Profinet IO utiliza la transferencia de datos cíclicos, para realizar el intercambio de datos con los controladores programables a través de ethernet, utiliza tres canales de comunicación TCP/IP, RT (real time) e IRT (Isochronous Real Time). [1]

Tiene muchas ventajas en cuanto a la flexibilidad, eficiencia y rendimiento. Profinet sirve para la comunicación con drivers para distintas aplicaciones dentro de la industria principalmente en el control de movimiento mediante drives para el control de motores. [2]

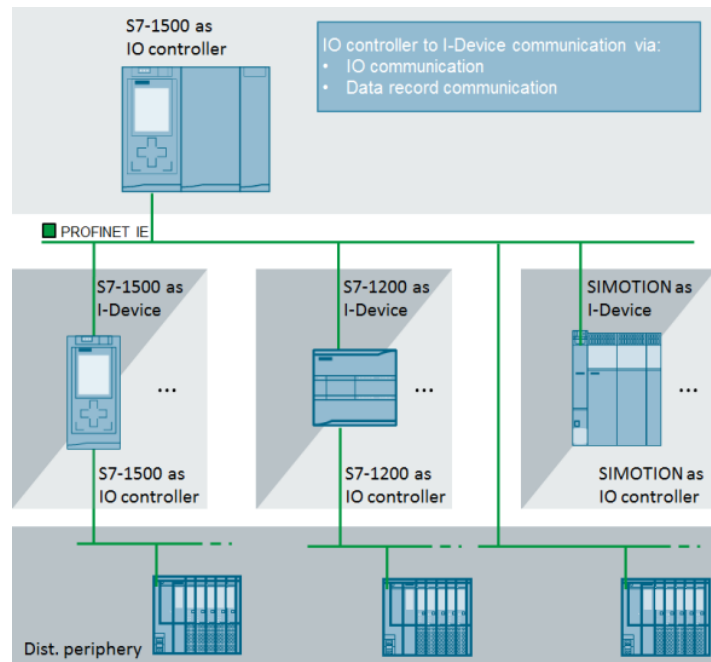


Figura 1. Protocolo Profinet.

PLC SIMATIC S7-1500

El PLC S71500 es uno de los controladores más versátiles dentro de la industria, facilita un gran rendimiento para el uso de máquinas que tienen altos requerimientos de rendimiento, comunicación y sobre todo en funciones tecnológicas.

Su tiempo de procesamiento de bits llega a ser hasta menos de 1ns por lo que incrementa la productividad dentro de la industria, está certificado con grado de protección IP20, pueden integrar módulos analógicos y módulos digitales dependiendo de la aplicación, tiene gran rendimiento en cuanto a la comunicación Profinet. [3]

Por lo general un CPU SIMATIC S7-1500 está conformado de:

- Módulo de potencia.
- Módulos de entradas y salidas digital.
- Módulos de entradas y salidas analógicas
- Dispone de un puerto Profibus.
- Dispone de dos puertos Profinet.



Figura 2. PLC S7-1500.

SINAMICS G120

Los convertidores de frecuencia SINAMICS G120 están creados para la regulación exacta y rentable de la velocidad de motores trifásicos. Por lo general están formadas por dos unidades funcionales la Unidad de control (CU) y el Módulo de Poder (PM) [4].



Figura 3. SINAMICS G120.

Telegrama de comunicación

El telegrama sirve para la comunicación PROFINET entre el PLC y el variador de frecuencia G-120.

El telegrama de comunicación 20 permite el control de la velocidad del motor, y permite recopilar los datos de torque, corriente y potencia, así mismo permite detectar los tipos de fallos en el variador de frecuencia según la definición VIK-NAMUR. [5]

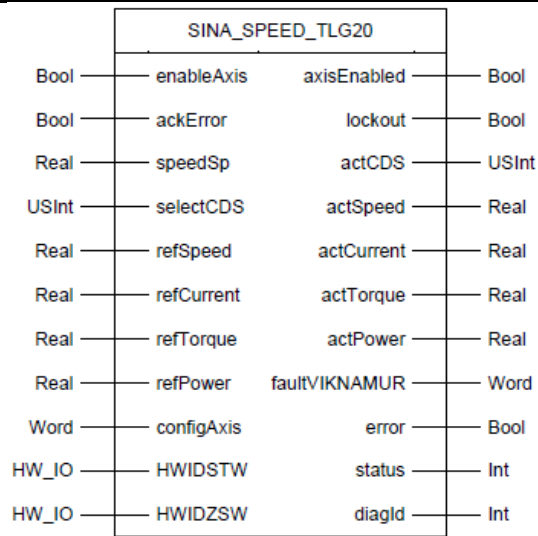


Figura 4. SINASPEED Telegrama 20.

HMI

El HMI es la interfaz en la que se comunica al operador de una fábrica con cualquier proceso de automatización industrial. Esta herramienta permite a supervisores de línea y operarios la coordinación y posterior control de los procesos que se llevan a cabo en la industria, mediante la traducción de variables complejas en información útil y procesable [6].



Figura 5. HMI.

4. Proceso

- 1) Realizar la conexión de hardware de la red de comunicación Profinet entre el PLC S7-1500 y los dos variadores de frecuencia SINAMCIS G120.
- 2) Realizar la conexión de cada uno de los variadores de frecuencia G120 hacia su correspondiente motor trifásico.
- 3) Configurar los parámetros de cada uno de los motores a través del IOP-2, y escoger el telegrama de comunicación en cada variador que se usara (Telegrama 20).
- 4) En Tia Portal crear un nuevo proyecto, y agregar los dispositivos que se usaran: PLC S7-1500 y dos variadores Sinamics G120 PN y el HMI (WinCC).
- 5) Configurar las direcciones IP del PLC s7.1500 y los Variadores Sinamics G120 y HMI (WINCC)
- 6) Agregar y configurar el Telegrama de comunicación (Telegrama 20)

- para cada uno de los variadores Sinamics G120.
- 7) Configurar el HMI para el control de los dos variadores Sinamics G120.
 - 8) En HMI realizar las gráficas de los parámetros de salida: velocidad, corriente, torque y potencia.
 - 9) En HMI, activar los avisos según la definición VIK-NAMUR para detectar fallos ocurridos en cada uno de los variadores.
 - 10) Verificar el control y funcionamiento de los variadores de frecuencia a través del HMI en WinCC.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

Para cumplir con el desarrollo de la presente práctica se debe seguir el siguiente procedimiento.

1. Realizar la conexión de hardware de la red de comunicación Profinet entre el PLC S7-1500 y los dos Variadores de Frecuencia G120 (CU250S-2-PN) (ver Figura 6a).

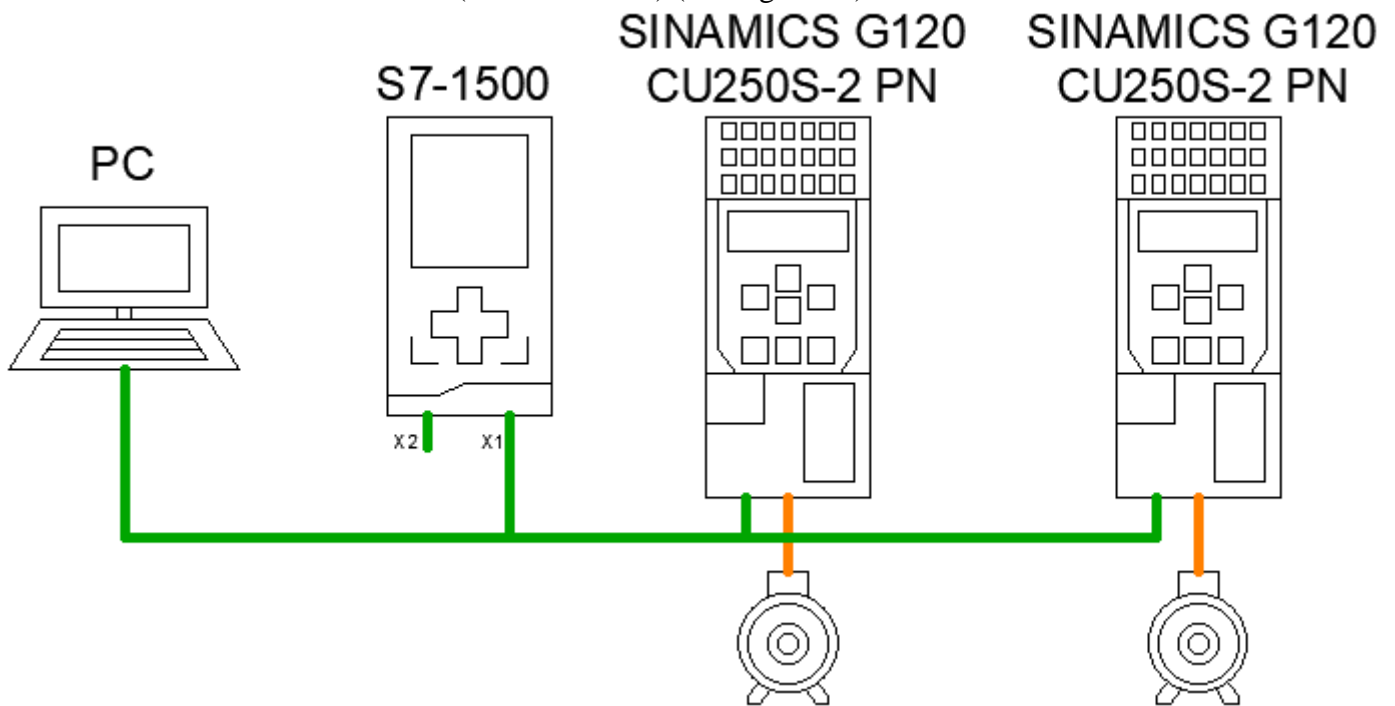


Figura 6a. Conexión de hardware.

2. Realizar la conexión correspondientemente entre el Variador de frecuencia G120 y el motor trifásico, la configuración del motor será triángulo (ver Figura 6b)



Figura 6b. Conexión motor.

3. Configurar los parámetros del motor a través del IOP-2.

- (1) Configurar los parámetros del motor a través del IOP-2 en cada uno de los variadores Sinamics G120 (CU250S-2-NP) de la misma manera que se ha visto en las prácticas anteriores.
- (2) Seleccionar el telegrama de comunicación **“Telegrama 20”** (ver Figura 7)



Figura 7. IOP-2 Telegrama de comunicación 20.

- (3) Realizar la “Identificación del Motor”

Nota: Verificar que el variador se encuentre en modo **“Auto”**.

4. Crear un nuevo proyecto en Tia Portal.

- (1) Abrir Tia Portal y crear un nuevo proyecto (ver Figura 8).

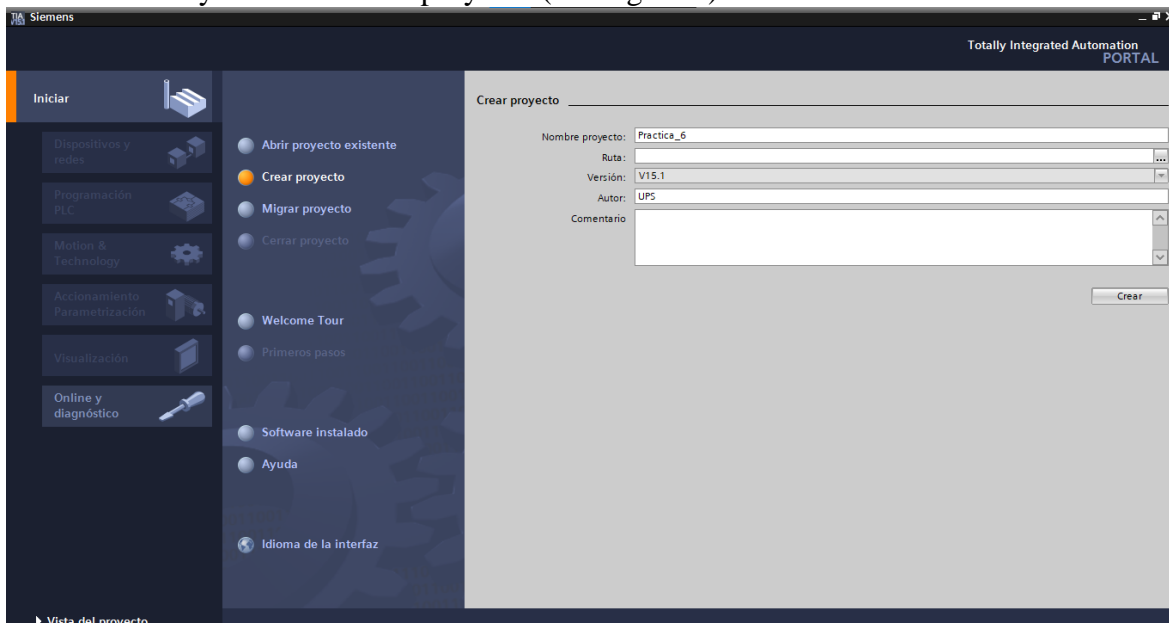


Figura 8. Crear nuevo proyecto.

(2) En la ventana de “Dispositivos y redes”, agregar el PLC S7-1500 para ello seguir los siguientes pasos:

- Dar clic en “Agregar dispositivos” y dar clic en “Controladores” / “SIMATIC S7-1500” / “CPU” / “CPU 1516-3 PN/DP” / “6ES7 516-3AN01-0AB0”, dentro de la opción “Versión” seleccionar “V2.6” (ver Figura 9) y dar clic en “Agregar”.

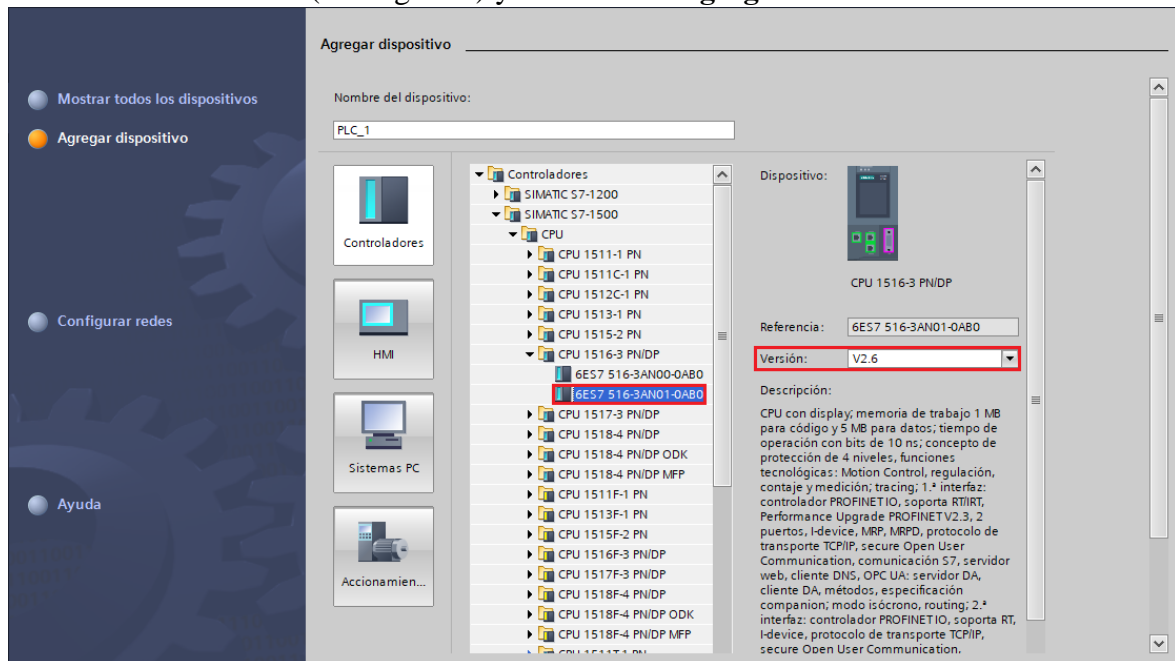


Figura 9. Agregar PLC.

(3) Después de agregar el dispositivo, el mismo aparecerá en la ventana “Dispositivos y Redes”, para que el controlador funciones de manera correcta se debe agregar los módulos que componen al controlador. Entonces se debe agregar los módulos siguiendo los siguientes pasos:

- Ubicarse en la ventana de “Catálogo de Hardware” en la parte derecha de la pantalla.
- Para agregar el “Módulo de potencia” hacer clic en **PM** / “PM 190W 120/230VAC” / “6EP1333-4BA00”.
- Para agregar el “Módulo entrada analógica” hacer clic en **AI** / “8xU/I/RTD/TC ST” / “6ES7 531-7KF00-0AB0”, seleccionar la versión “V2.2”.
- Para agregar el “Módulo de salida analógica” hacer clic en **AQ** / “AQ 4xU/I ST” / “6ES7 532-5HD00-0AB0”, seleccionar la versión “V2.2”.
- Para agregar el “Módulo de entradas digitales” hacer clic sobre en **DI** / “DI 32x24VDC HF” / “6ES7 521-1BL00-0AB0”, seleccionar la versión “V2.1”.
- Para agregar el “Módulo de salidas digitales” hacer clic en **DQ** / “DQ 32x24VDC/0.5A HF” / “6ES7 522-1BL01-0AB0”, seleccionar la versión “V1.1” (ver Figura 10).

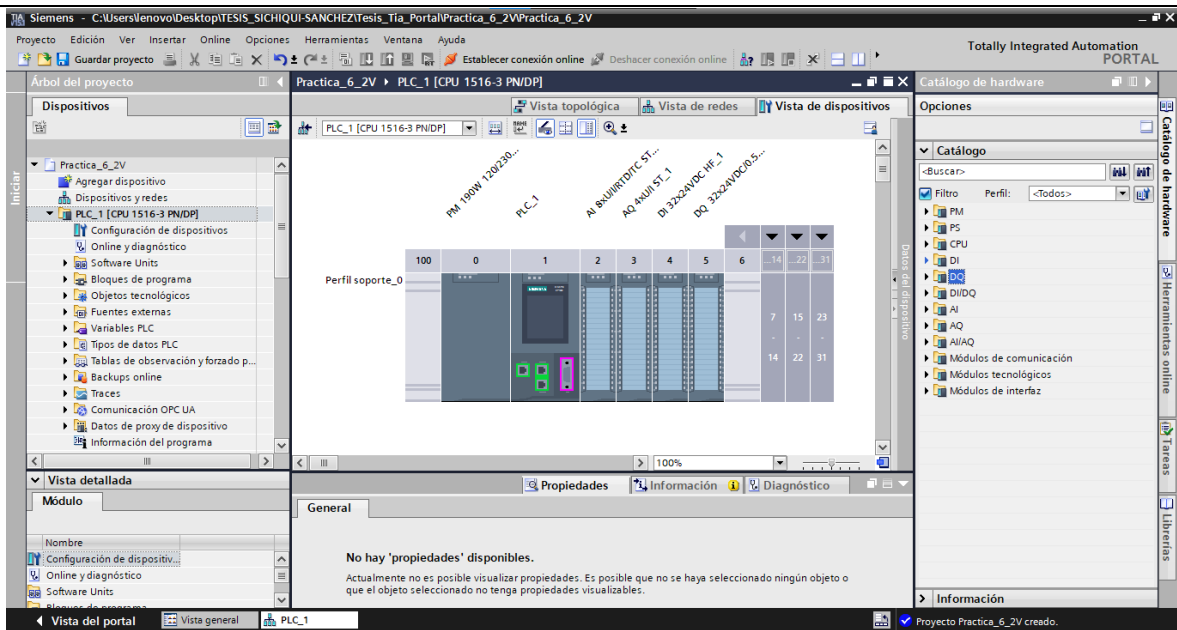


Figura 10. Módulos PLC S7-1500.

5. Configurar la dirección IP de cada uno de los variadores G120.

- (1) Para realizar la configuración se debe ubicar en “Árbol del proyecto” / “Accesos online”, luego seleccionar la tarjeta ethernet de la cual dispone, en este se dispone de “Intel(R) Ethernet Connection (11) I219-V”, luego dar clic en “Actualizar dispositivos accesibles” (ver Figura 11).



Figura 11. Accesos Online.

- (2) Luego de “Actualizar dispositivos accesibles”, aparecerán dos dispositivos Variadores G120 que están conectados, luego seleccionar uno de los dispositivos y hacer clic en accesos “**Online y diagnóstico**”
 - Luego se debe hacer clic en “Funciones” / “Asignar dirección IP”, y luego configurar la dirección IP: **192.162.0.3**, y la máscara de subred: **255.255.255.0** (ver Figura 12).
 - Por último hacer clic en “Asignar dirección IP”.

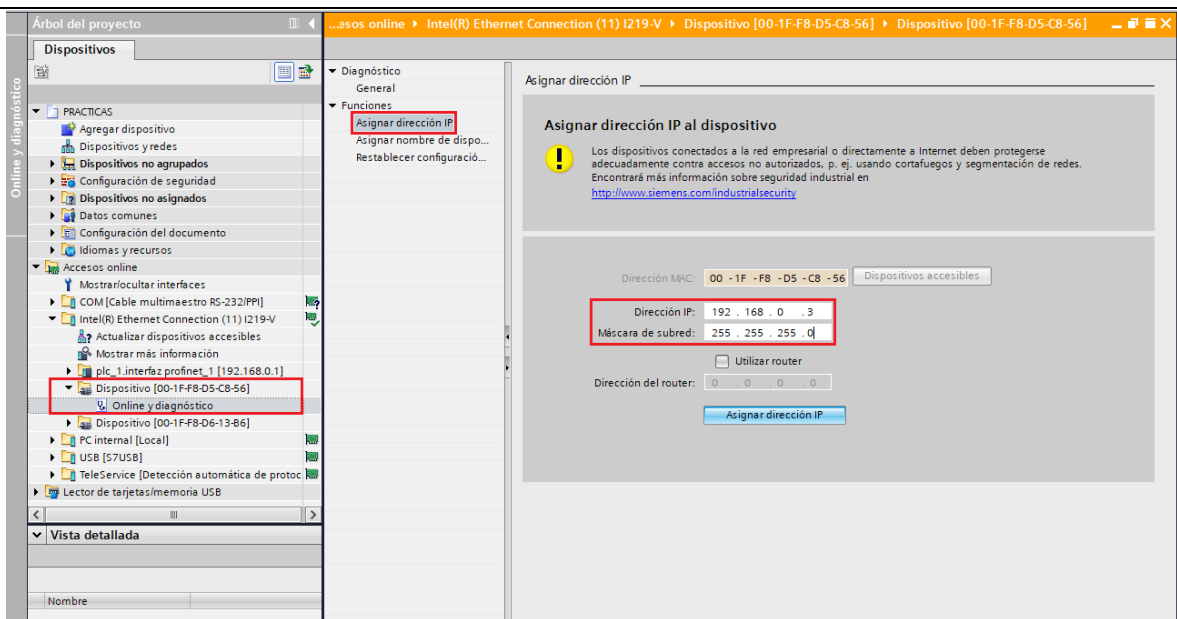


Figura 12. Configuración IP de dispositivo 1

- (3) Luego seleccionar el otro dispositivo y configurar la dirección IP: **192.168.0.4** y la máscara de subred: **255.255.255.0** (ver Figura 13).
- Por ultimo hacer clic en “Asignar dirección IP”.

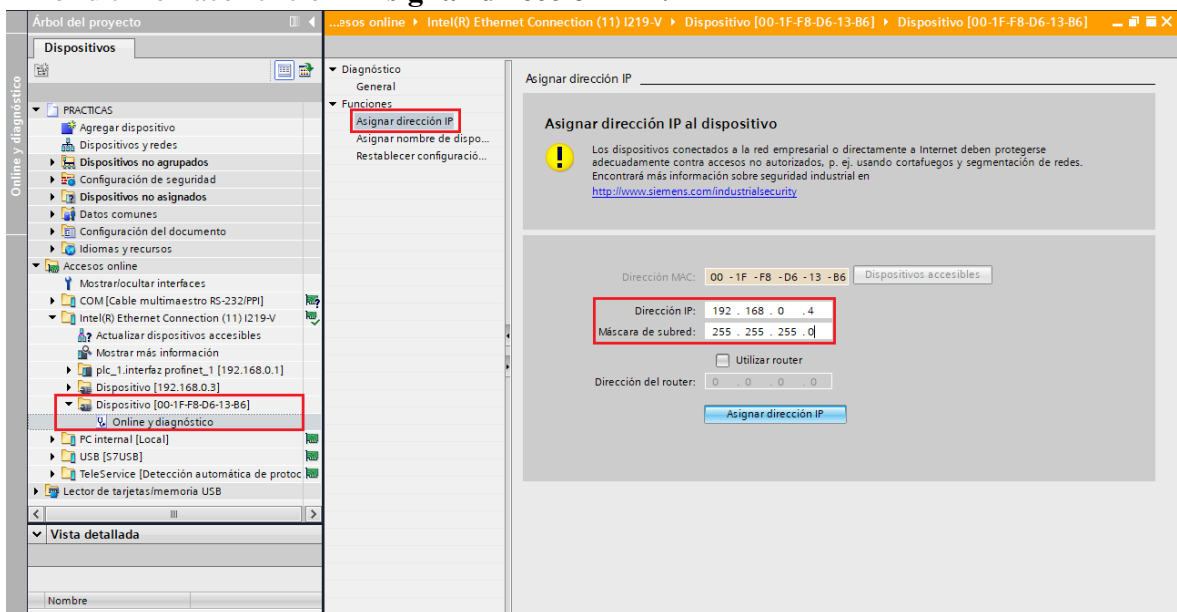


Figura 13. Configuración IP de dispositivo 2

6. Agregar el Variador de frecuencia SINAMICS G120

- (1) Para agregar el variador de frecuencia se debe ubicar en “Dispositivos y Redes” y seguir los siguientes pasos:

- Hacer clic sobre “**Vista de redes**”.
- Ubicare sobre la ventana “**Catalogo de hardware**”.
- Para agregar el variador, hacer clic sobre “**Otros dispositivos de campo**” / “**PROFINET IO**” / “**Drives**” / “**SIEMENS AG**” / “**SINAMICS**” / “**SINAMICS G120 CU250S-2 PN VECTOR V4.7**” (ver Figura 14). Luego dar doble clic para agregar el dispositivo.

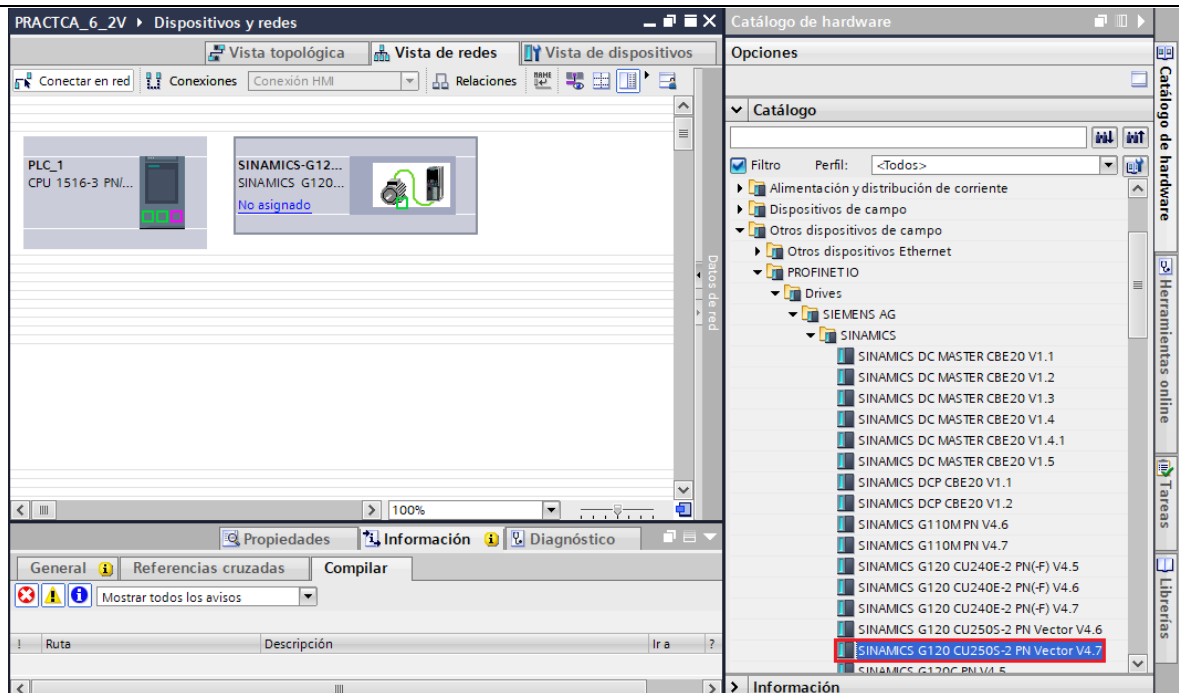


Figura 14. Agregar dispositivo SINAMICS G120 PN.

(2) Luego de agregar el variador de frecuencia, se debe asignar el telegrama de comunicación (Telegrama 20), para lo cual se debe dar doble clic sobre el Variador de frecuencia y luego ubicarse en “Catálogo de Hardware”.

- Luego dar clic sobre “Submódulos” / “Telegrama estándar 20, PZD-2/6” (ver Figura 15).
- Luego dar doble clic para que se agregue automáticamente el telegrama.

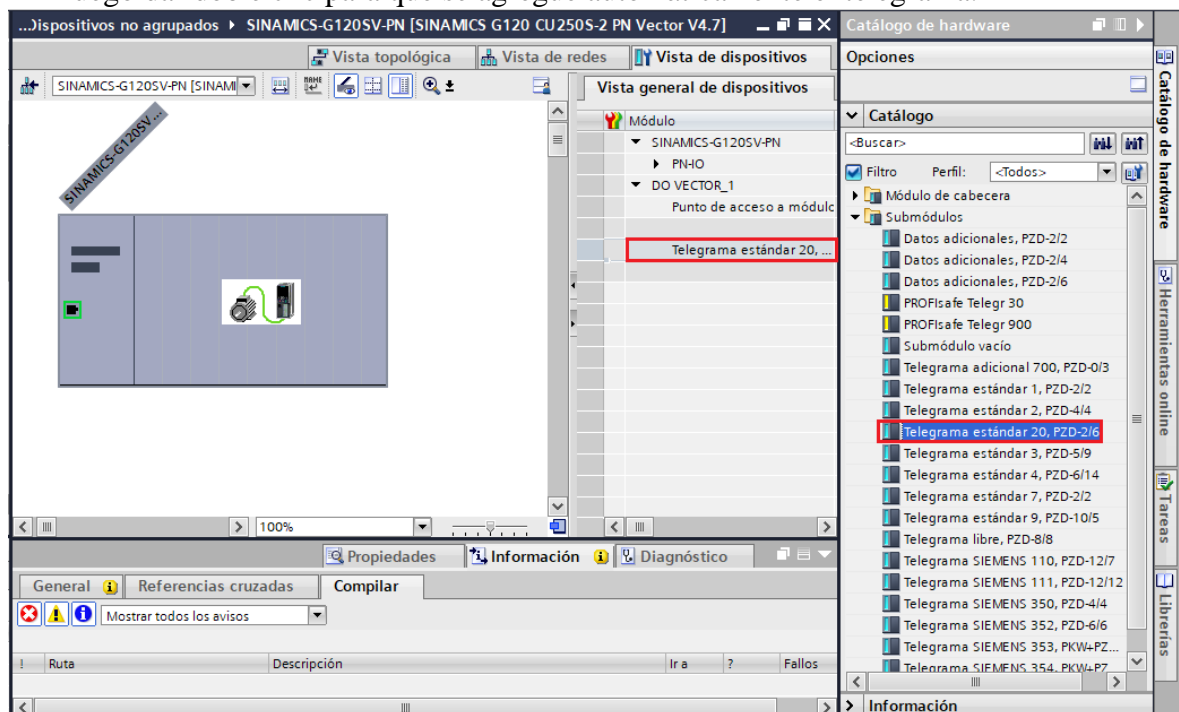


Figura 15. Agregar telegrama estándar 20 PZD 2/6.

7. Agregar el segundo Variador SINAMICS G120,

- Para ello se debe replicar el paso anterior y de igual manera asignar el telegrama de comunicación “Telegrama 20”.
- Una vez agregado el nuevo Variador en la ventana “Vista de Dispositivos” se deben visualizar

los dos variadores de frecuencia SINAMICS G120 y el PLC_1.

- Luego se procede a asignar a cada dispositivo el nombre Variador_1 y Variador_2 correspondientemente (ver Figura 16).

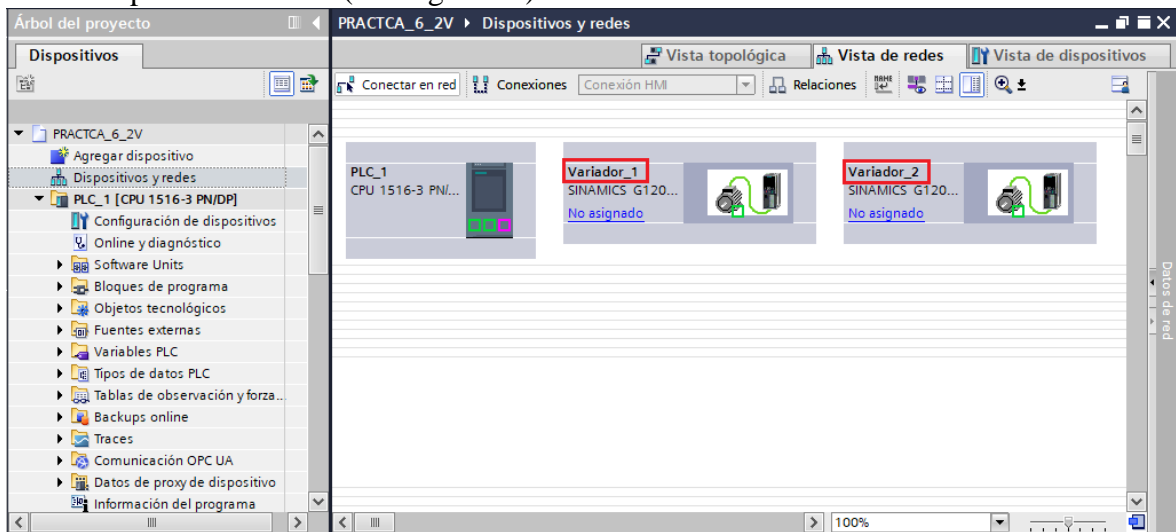


Figura 16. Asignar el nombre a cada dispositivo.

8. Agregar el HMI

(1) Para agregar el HMI se debe seguir los siguientes pasos:

- Ubicarse en el “Árbol de proyecto” y hacer clic en “Agregar dispositivo”
- Luego dar clic sobre “HMI” / “SIMATIC Basic Panel” / “7” Display” / “KTP700 Basic” / “6AV2 123-2GB03-0AX0” (ver Figura 17). Luego dar clic en aceptar.

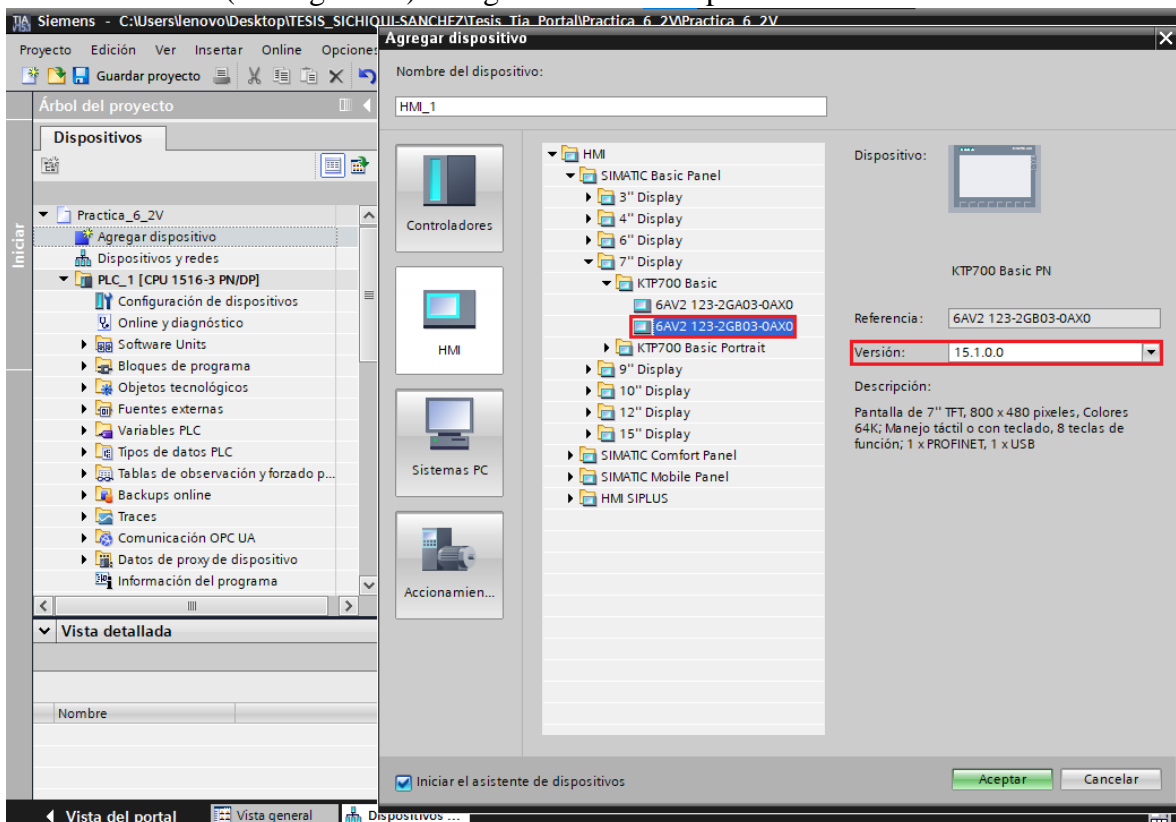


Figura 17. Agregar HMI KTP700.

- (2) Luego se procede a configurar el HMI, mediante el “Asistente de panel de operador” en la ventana “Conexiones PLC”, seleccionar el PLC al que se conectara el HMI mediante Profinet, para ello hacer

clic en “Examinar” y luego seleccionar el “PLC_1” (ver Figura 18). Luego presionar el botón “Finalizar”.

Nota: En el “Asistente de panel de operador”, en la ventana “Avisos”, desactivar todos los avisos.

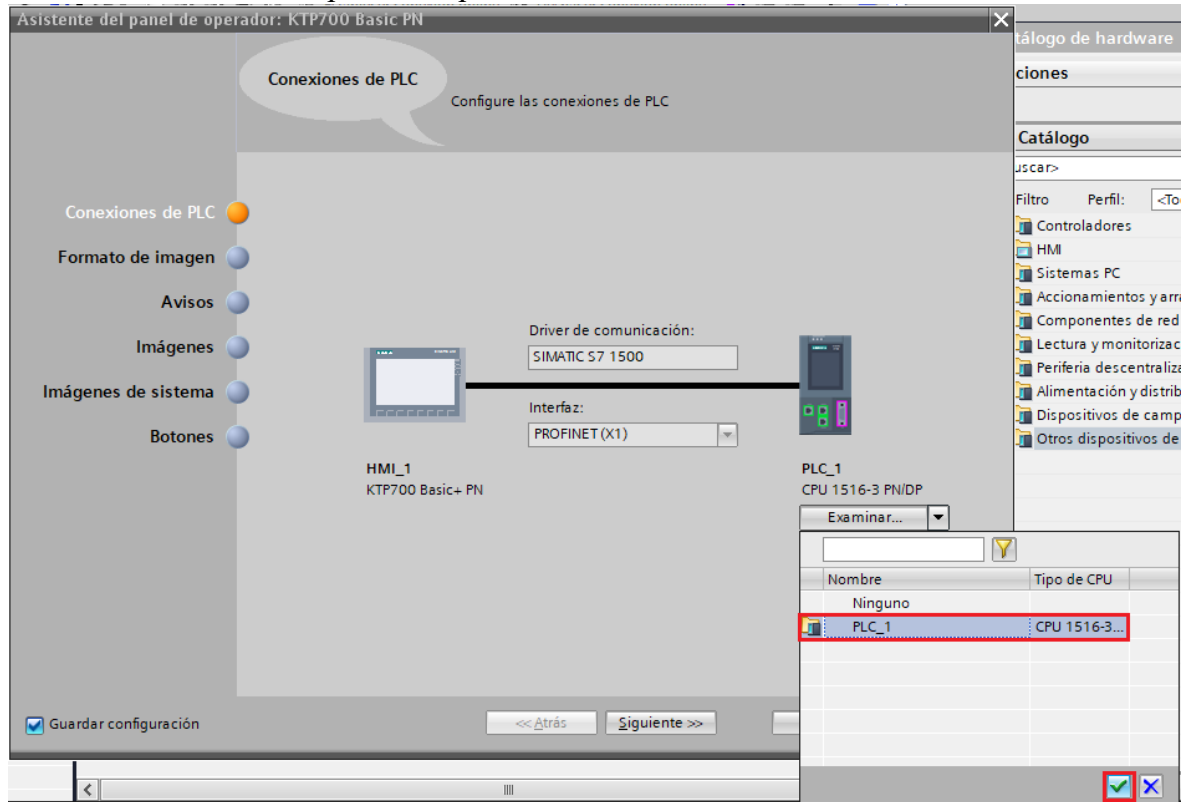


Figura 18. Asignar HMI a PLC_1.

9. Una vez agregado el HMI, configurar la dirección IP de cada dispositivo.

- Para asignar la dirección IP a cada dispositivo se debe hacer clic sobre “**Mostrar direcciones**” (ver Figura 19).
- Para el PLC S7-1500 configurar la dirección IP: **192.168.0.1**
- Para el HMI configurar la dirección IP: **192.168.0.2**
- Para el primer variador SINAMICS G120 configurar la dirección IP: **192.168.0.3**
- Para el segundo variador SINAMICS G120 configurar la dirección IP: **192.168.0.4**

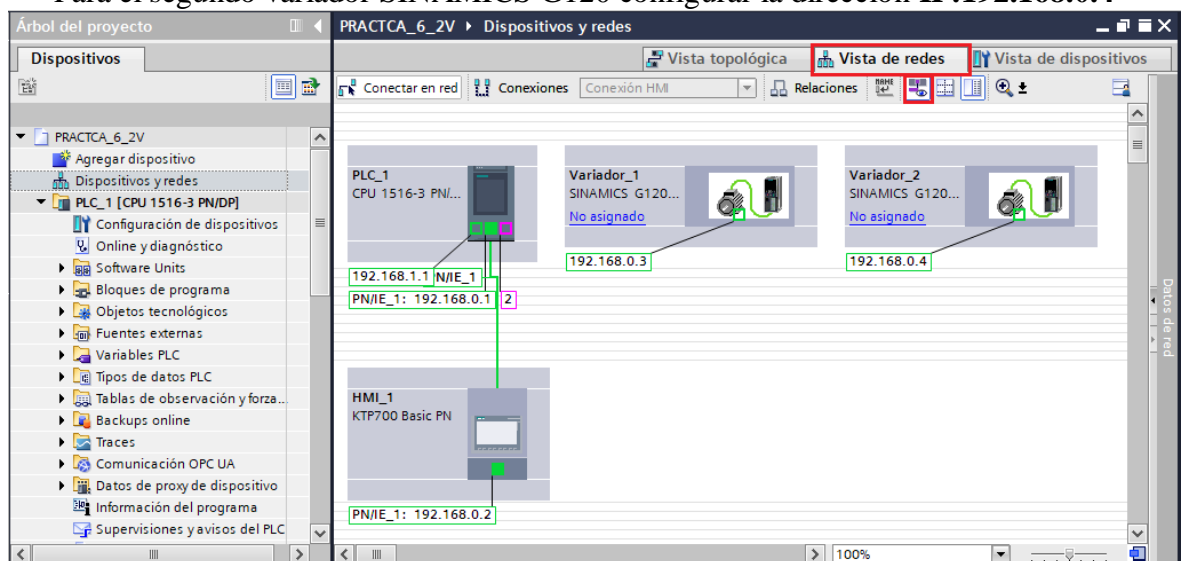


Figura 19. Asignar dirección IP a cada dispositivo.

10. Luego se procede a configurar la red Profinet para ello dar clic sobre el puerto de cada uno de los variadores SINAMICS G120 y arrástralo hacia el puerto Profinet del PLC S7-1500 (ver Figura 20).

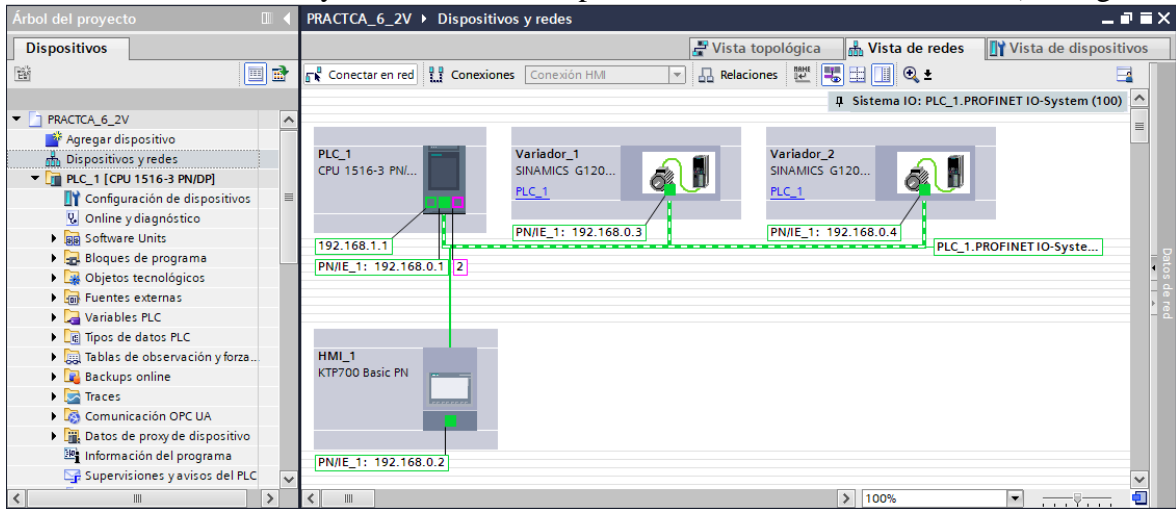


Figura 20. Configuración red Profinet.

11. Luego se procede a realizar la identificación del primer Variador de frecuencia y a asignarle un nombre, para ello seguir los siguientes pasos:

- Dar clic derecho sobre la red Profinet y elegir la opción “**Agregar nombre de dispositivo**” (ver Figura 21).

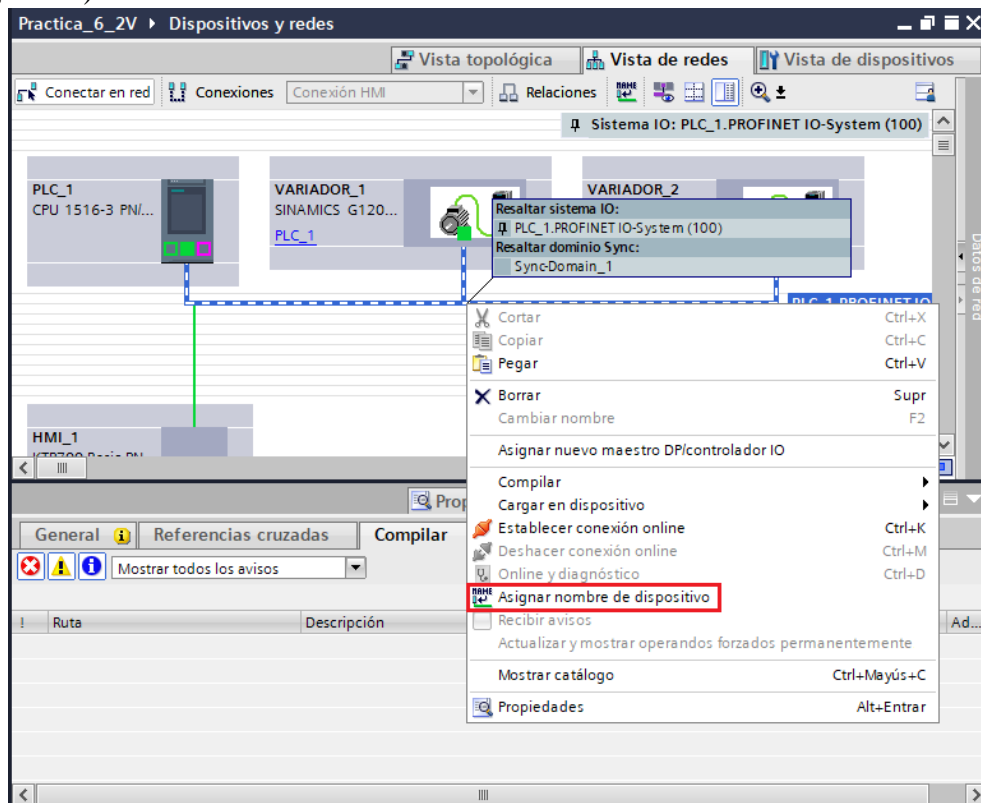


Figura 21. Asignar nombre de dispositivo 1.

- En la ventana “**Asignar nombre de dispositivo Profinet**”, seleccionar las siguientes opciones:
- En el campo “Nombre de dispositivo Profinet” seleccionar “**variador_1**”.
- En el campo “Filtros de dispositivos” seleccionar “**Mostrar solo dispositivos del mismo tipo**”
- Luego hacemos clic en “**Actualizar lista**” y luego seleccionar el dispositivo encontrado que tenga la “**IP: 192.168.0.3**” y hacer clic en “**Asignar nombre**” (ver Figura 22).

Nota: El variador de frecuencia online y el variador de frecuencia offline deben tener asignado el mismo nombre, de lo contrario al momento de cargar el programa no se reconocerá el variador y por lo tanto el mismo no funcionará.

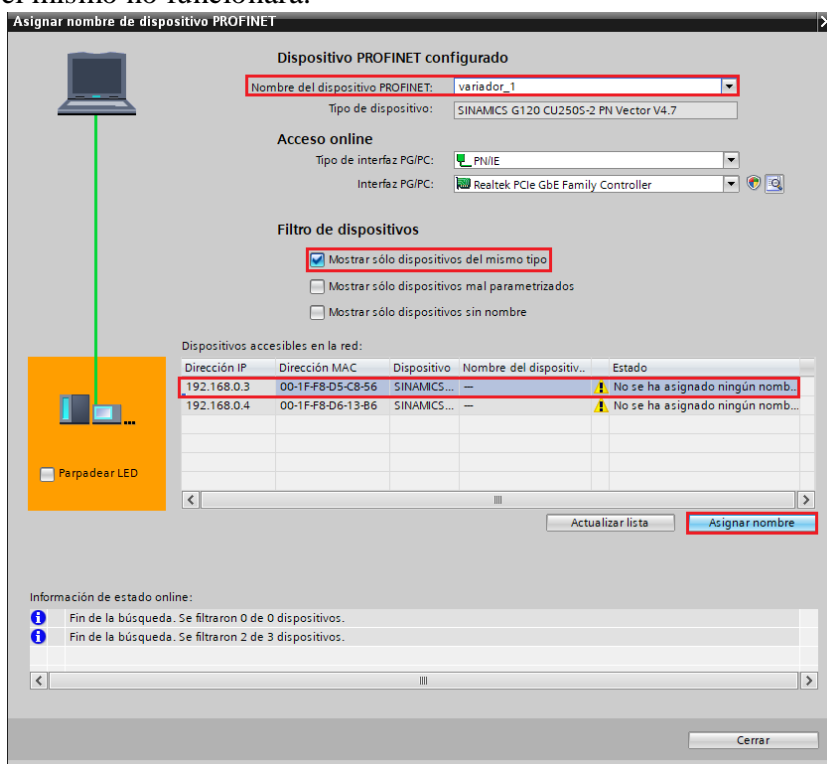


Figura 22. Asignar nombre Variador 1.

12. Para la identificación del segundo variador de frecuencia seleccionar las siguientes opciones:

- En el campo “Nombre de dispositivo Profinet” seleccionar “**variador_2**”.
- En el campo “Filtros de dispositivos” seleccionar “**Mostar solo dispositivos del mismo tipo**”
- Luego hacemos clic en “**Actualizar lista**” y luego seleccionar el dispositivo encontrado que tenga la “**IP: 192.168.0.4**” y hacer clic en “**Asignar nombre**” (ver Figura 23).

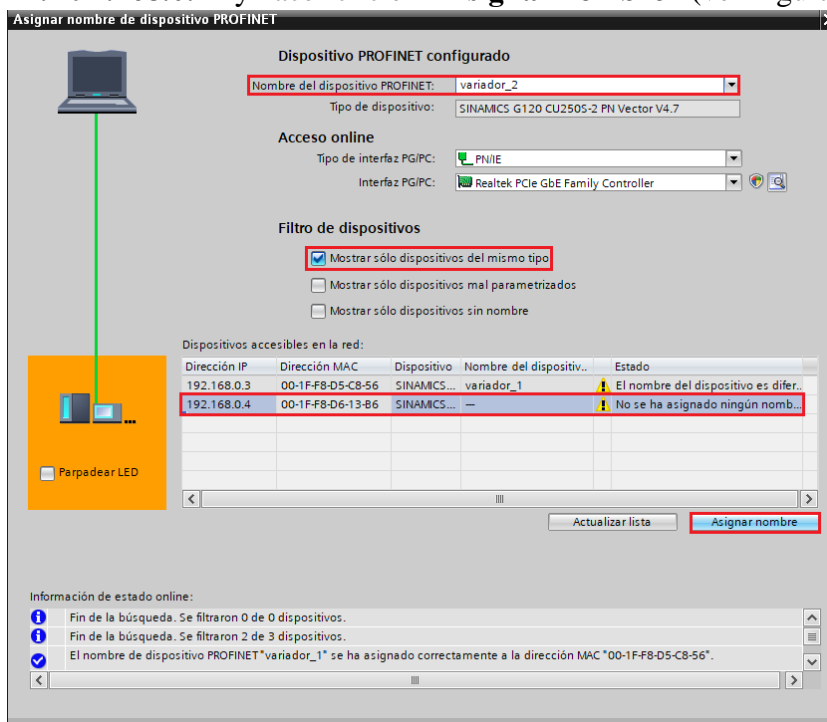


Figura 23. Asignar nombre Variador 2.

13. Configuración del Telegrama estándar 20.

(1) Para iniciar la configuración del Telegrama 20 para cada variador, primero se debe asignar el nombre a las variables que se usaran en el proyecto, para ello ubicarse en el “Árbol del proyecto” y hacer clic en “PLC_1 [CPU 1516-3 PN/DP]” / “Variables PLC” / “Agregar tabla de variables”, se agregara una tabla de variables para el Variador 1 (ver Figura 24) y Variador 2 (ver Figura 25).

Nota: Las iniciales V1 de las variables corresponderán al primer variador y las V2 al segundo variador.

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	V1_Habilitar_motor	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	V1_ACK_Error	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	V1_Invertir_giro	Bool	%M0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	V1_Motor_habilitado	Bool	%M0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	V1_Motor_bloqueado	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	V1_Error	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	V1_Consigna_velocidad	Real	%MD4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	V1_Velocidad_actual	Real	%MD8		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	V1_Corriente_actual	Real	%MD12		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	V1_Torque_actual	Real	%MD16		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	V1_Potencia_actual	Real	%MD20		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	V1_Config_motor	Word	%MW24		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	V1_Error_VIKNAMUR	Word	%MW26		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	<Agrega>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 24. Variables de Variador 1.

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	V2_Habilitar_motor	Bool	%M1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	V2_ACK_Error	Bool	%M1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	V2_Invertir_giro	Bool	%M1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	V2_Motor_habilitado	Bool	%M1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	V2_Motor_bloqueado	Bool	%M1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	V2_Error	Bool	%M1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	V2_Consigna_velocidad	Real	%MD28		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	V2_Velocidad_actual	Real	%MD32		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	V2_Corriente_actual	Real	%MD36		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	V2_Torque_actual	Real	%MD40		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	V2_Potencia_actual	Real	%MD44		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	V2_Config_motor	Word	%MW48		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	V2_Error_VIKNAMUR	Word	%MW50		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	<Agrega>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 25. Variables de Variador 2.

(2) Luego se procesa a configurar el telegrama 20 para el primer variador de frecuencia G120 para ello hacer clic en “PLC_1 [CPU 1516-3 PN/DP]” / “Bloques de programa” / “MAIN [OB1]”

- En el primer segmento se realizará la configuración para determinar el sentido de giro del primer motor (ver Figura 26).

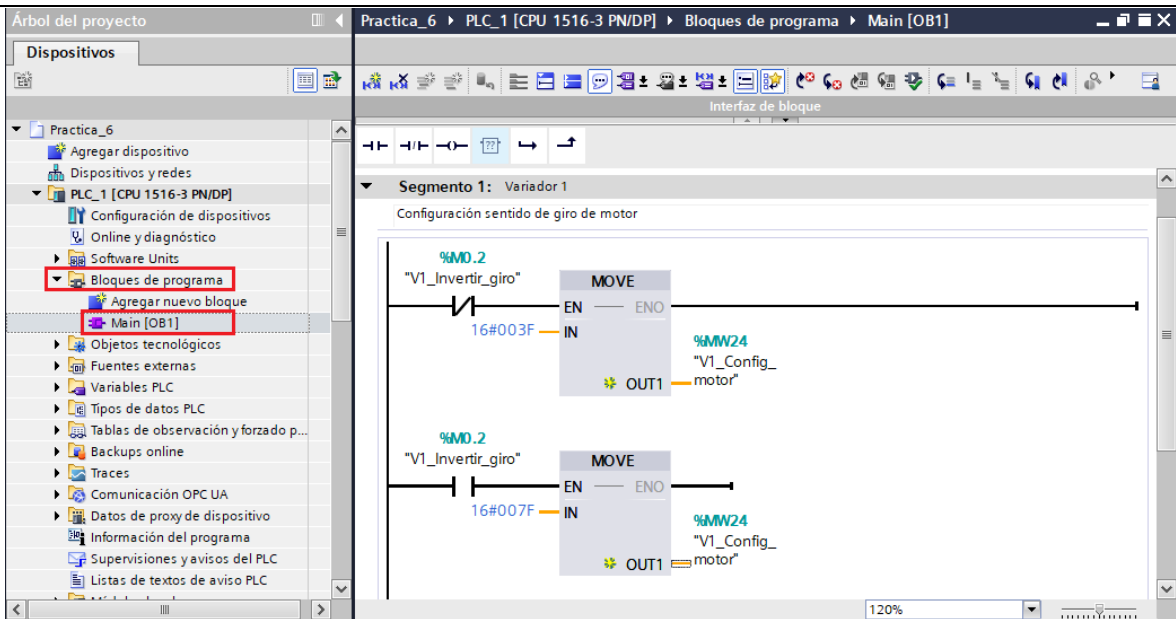


Figura 26. Configuración de sentido de giro del motor 1.

- En el segundo segmento se debe agregar el Telegrama de comunicación 20, para ello debe ubicarse en “**Librerías**” / “**Librerías globales**” / “**LSINAEExt_V15.1**” / “**Plantillas maestras**” (ver Figura 27).

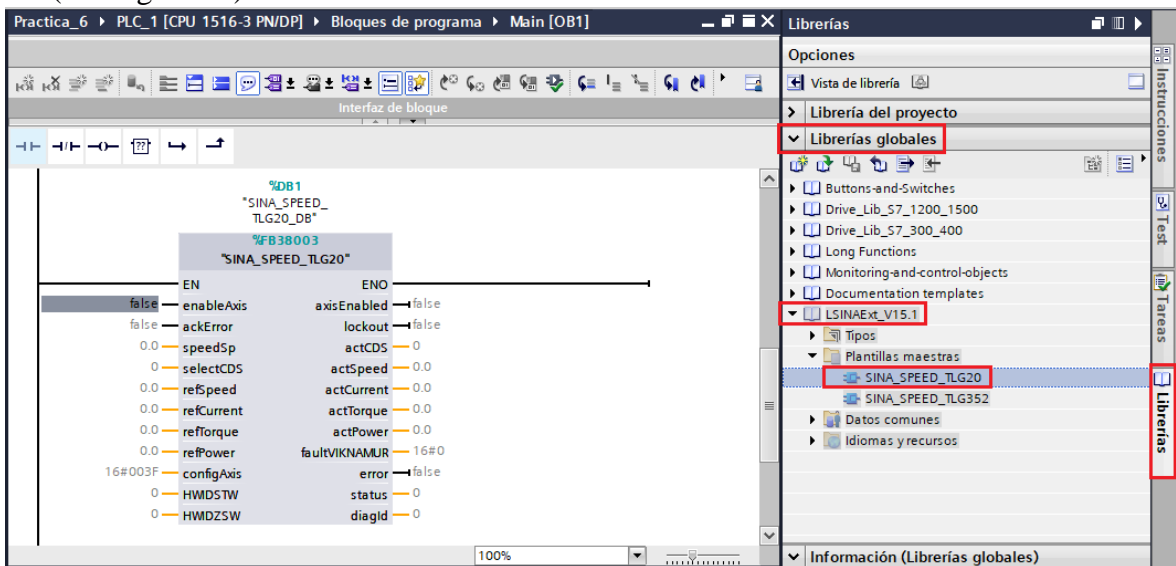


Figura 27. Agregar telegrama SINA_SPEED_TLG20.

- Luego se procede a corregir la línea de código “196” del bloque de función “SINA_SPEED_TLG20” (ver Figura 28).

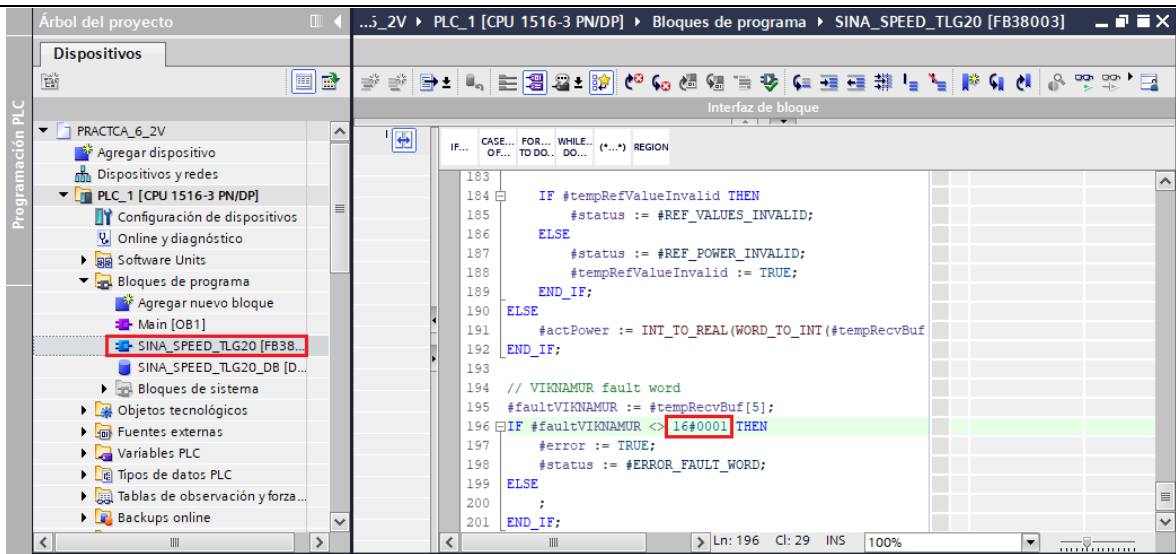


Figura 28. Código SINA_SPEED_TLG20.

- Lugo configurar los respectivos parámetros en el bloque TLG20. (ver Figura 29).

Nota: En el parámetro HWDSTW y HWDZSW, verificar el telegrama de comunicación sea correspondiente a “Variador_1”

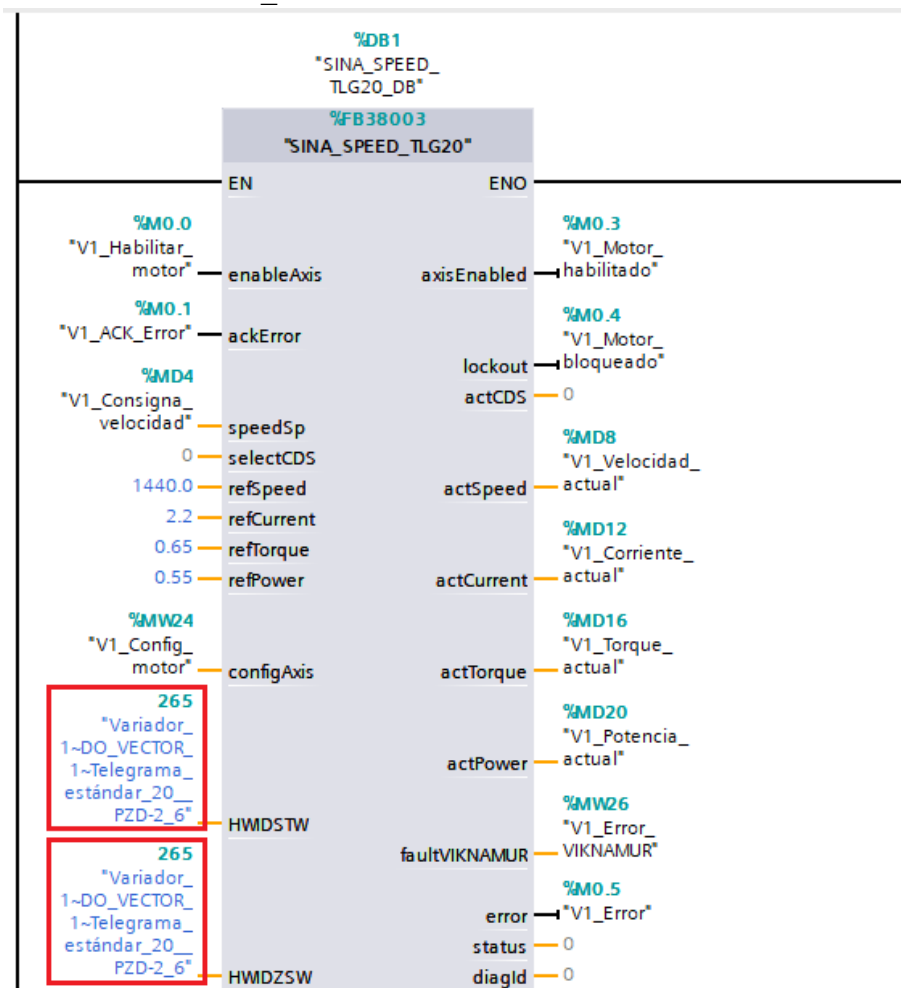


Figura 29. Configuración telegrama estándar 20.

- En el tercer segmento se realizará la configuración para determinar el sentido de giro del

segundo motor (ver Figura 30).

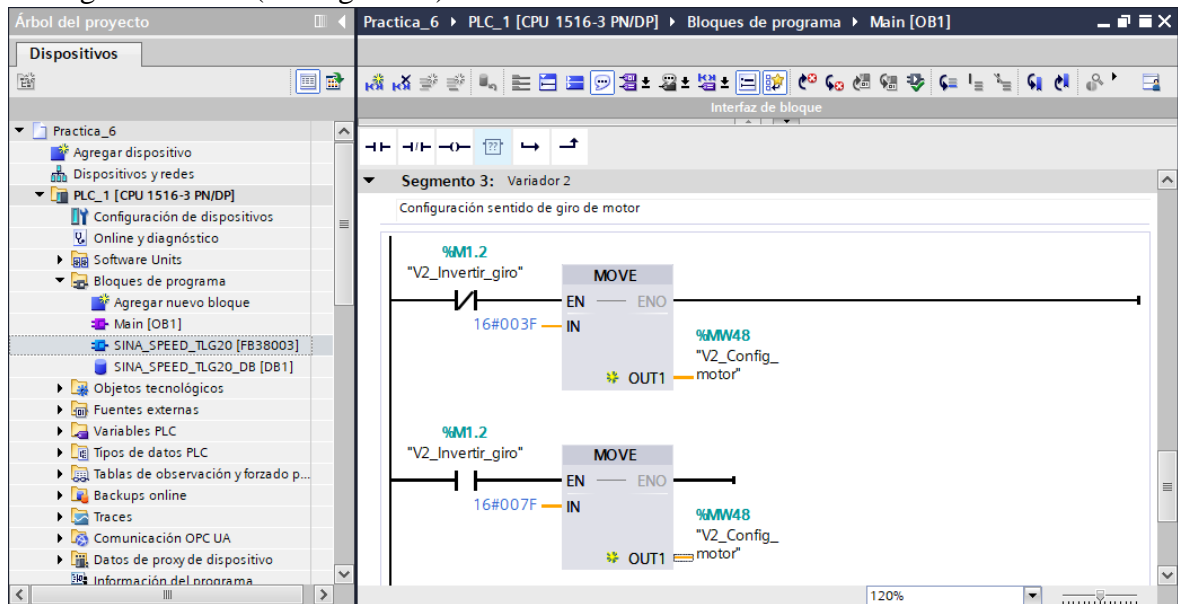


Figura 30. Configuración de sentido de giro del motor 1.

- En el cuarto segmento se debe agregar el Telegrama de comunicación 20 para el segundo variador de frecuencia, para ello se debe ubicar en el “Árbol del proyecto” / “Bloques de programa” y seleccionar el bloque de función del telegrama 20 “SINA_SPEED_TLG20[FB38003]” y arrastrarlo hasta el cuarto segmento (ver Figura 31).

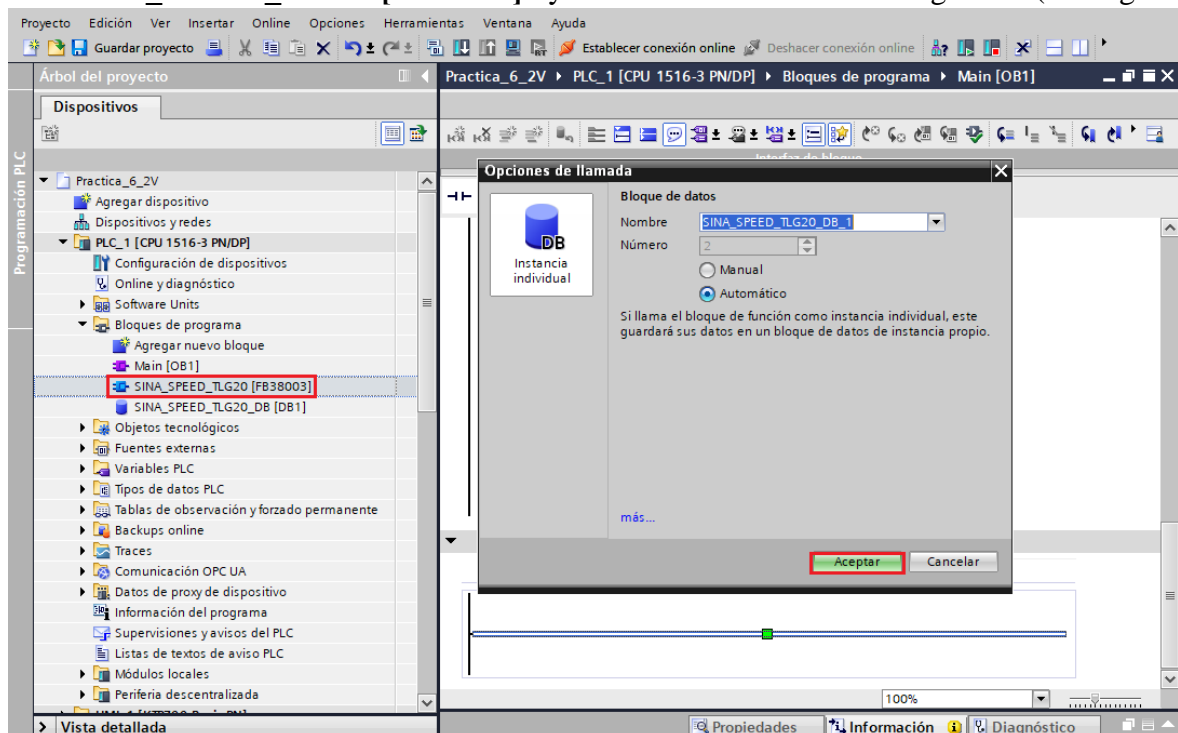


Figura 31. Agregar telegrama 20 para el Variador 2.

- Luego se deben configurar todos los parámetros de la siguiente manera (ver Figura 32).
Nota: En el parámetro HWDSTW y HWDZSW, verificar el telegrama de comunicación sea correspondiente a “Variador_2”.

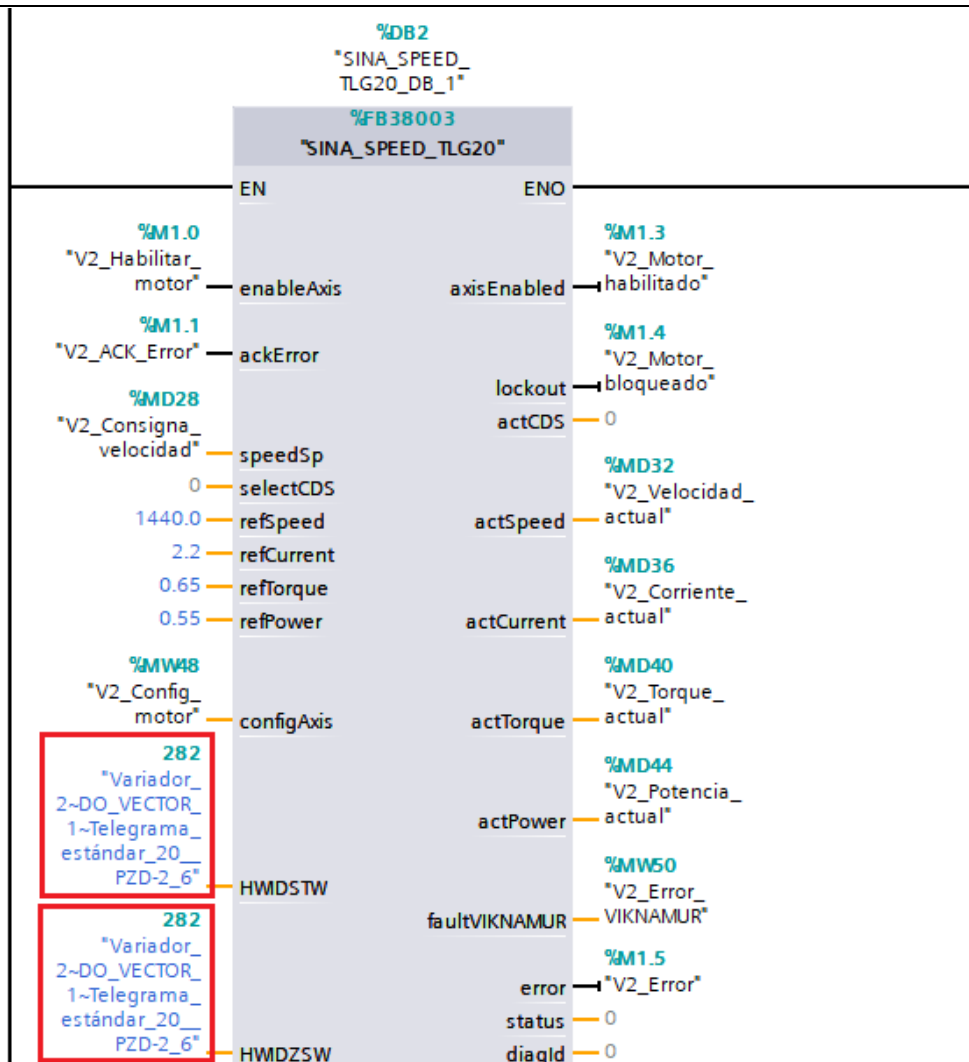


Figura 32. Configuración telegrama estándar 20.

14. Configuración HMI (WINCC) para realizar el control de parámetros de dos variadores de frecuencia G120.

(1) Para iniciar con la configuración, se deben agregar cuatro imágenes, en las cuales se va a configurar el control de los dos variadores de frecuencia, para ello primero se debe dirigir a **“HMI_1 [KTP700 Basic PN]” / “Imágenes”**.

- Por defecto aparece una imagen principal denominada **“Imagen raíz”**.
- Para agregar una nueva imagen, presionar **“Agregar Imagen”**.
- Se debe agregar cinco imágenes que se denominará **“AVISOS”**, **“MOTOR_1”**, **“MOTOR_2”**, **“VISOR_CURVAS_MOTOR_1”**, **“VISOR_CURVAS_MOTOR_2”** (ver Figura 33).

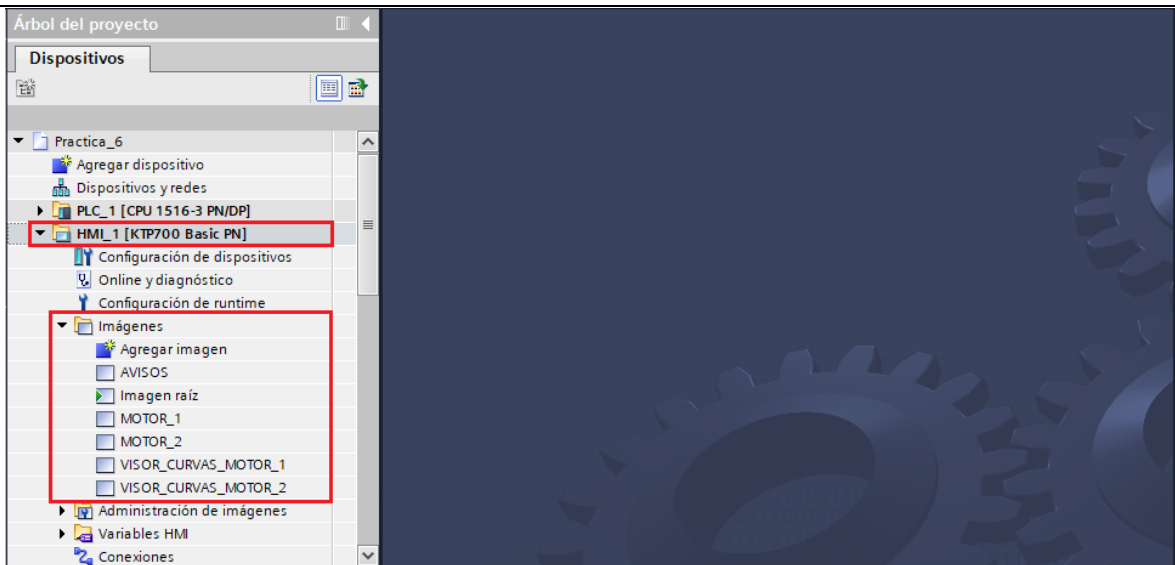


Figura 33. Agregar imágenes para control de los motores.

15. Configuración de un Menú principal para ingresar a las distintas ventanas que se han creado.

(1) Para realizar la configuración de un menú, dirigirse a “Administración de imágenes” / “Plantillas” / “Plantilla_1”.

- En esta ventana se configurarán tres botones denominados, Botón “MOTOR 1”, Botón “AVISOS”, Botón “MOTOR 2”. (ver Figura 34).

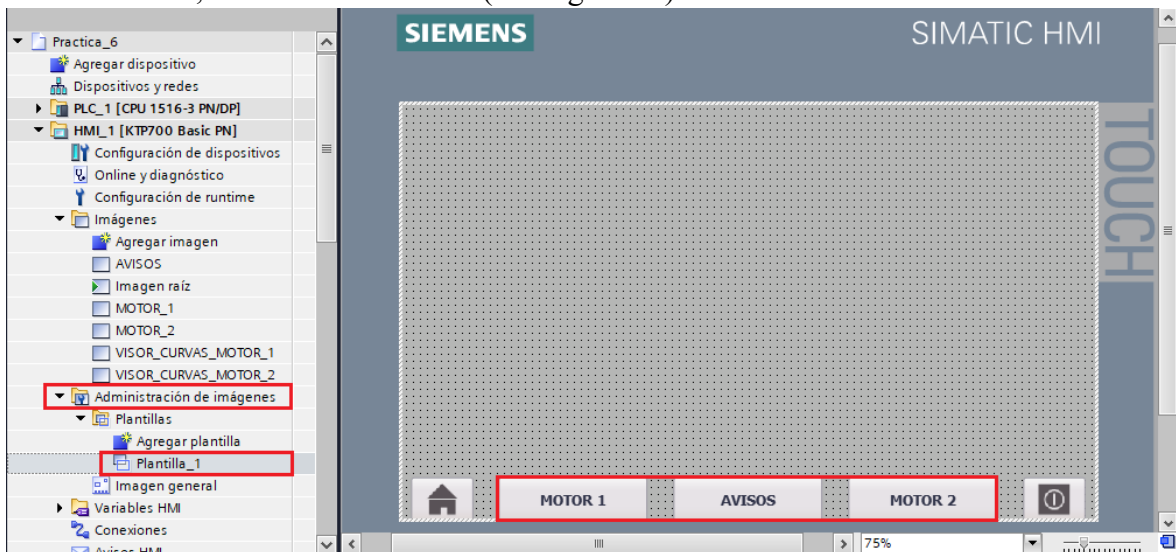


Figura 34. Configuración del menú principal

(2) Configuración del Menú.

- **Botón MOTOR 1:** seleccionar el botón MOTOR 1, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarImagen”.
- En “Nombre de imagen” seleccionar “MOTOR_1” (ver Figura 35).

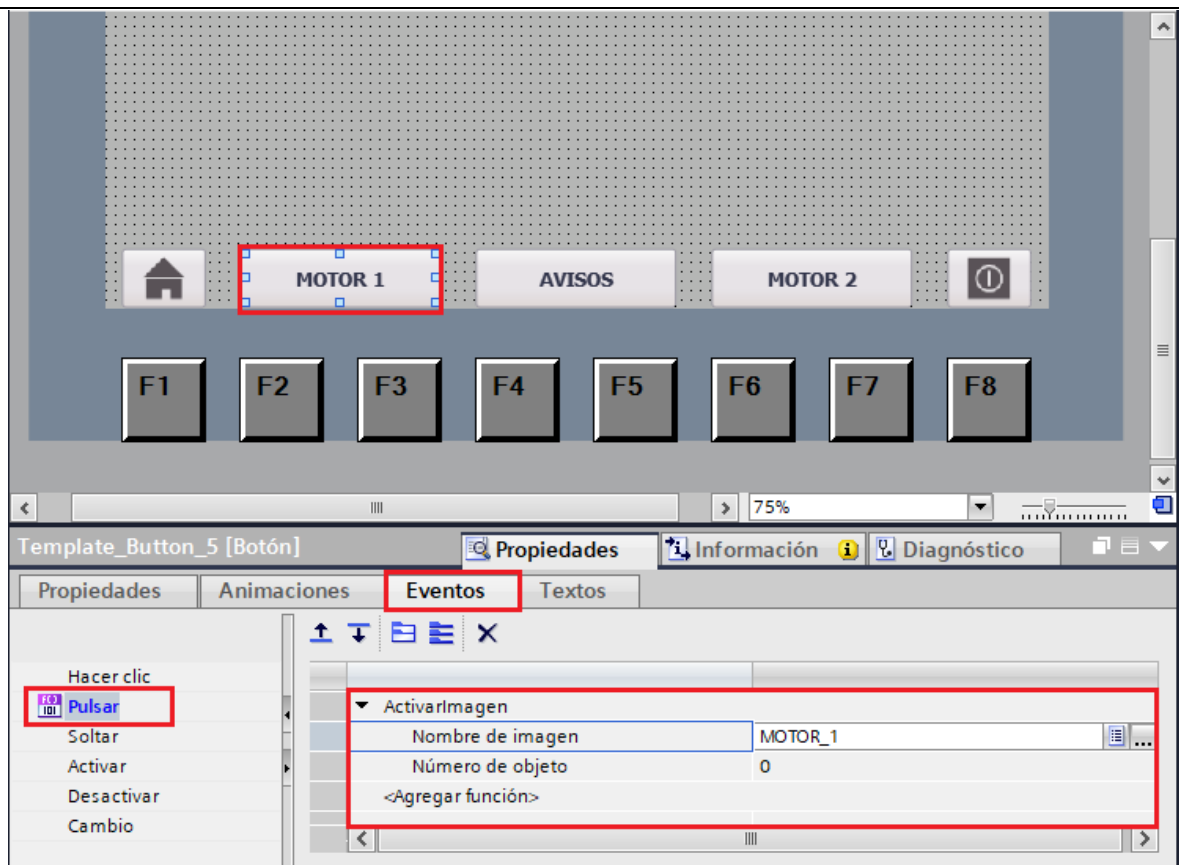


Figura 35. Configuración botón MOTOR_1.

- **Botón AVISO:** seleccionar el botón AVISOS, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarImagen”.
- En “Nombre de imagen” seleccionar “AVISOS” (ver Figura 36).

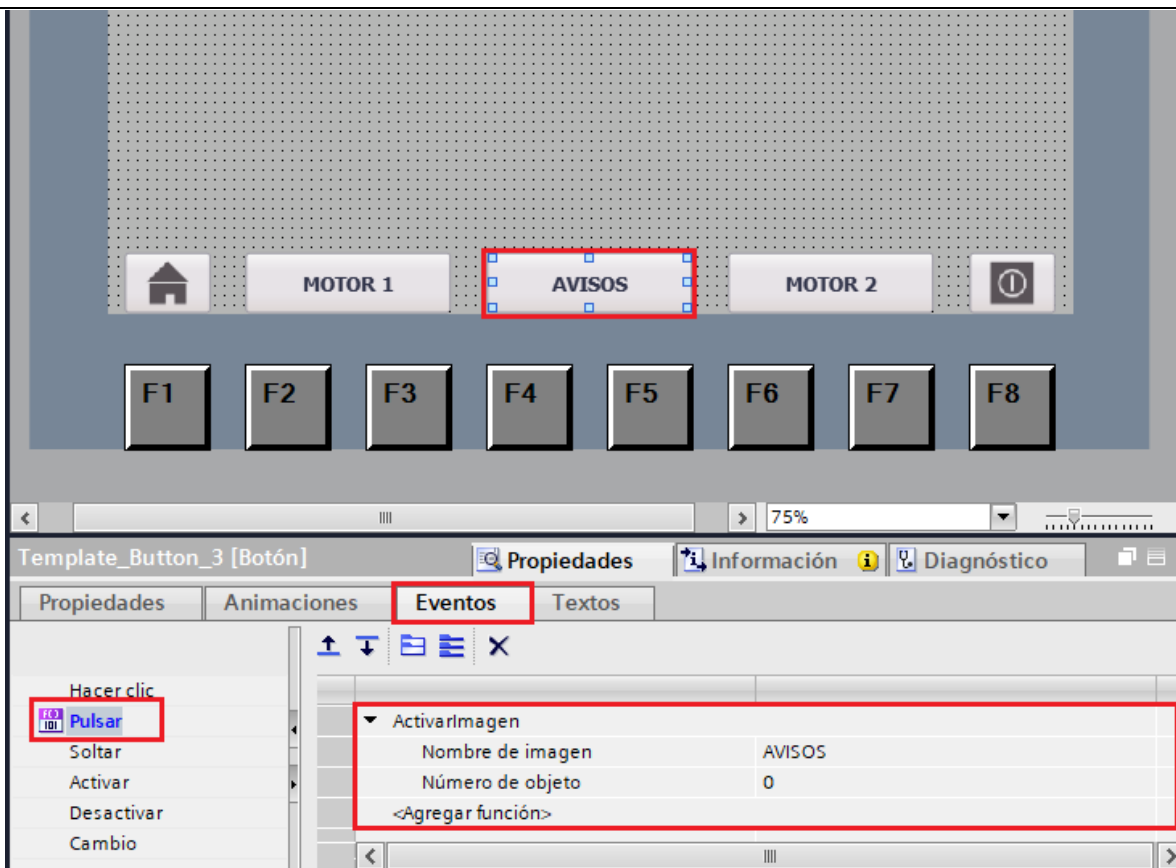


Figura 36. Configuración botón AVISOS.

- **Botón MOTOR 2:** seleccionar el botón MOTOR 1, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarImagen”.
- En “Nombre de imagen” seleccionar “MOTOR_2” (ver Figura 37).

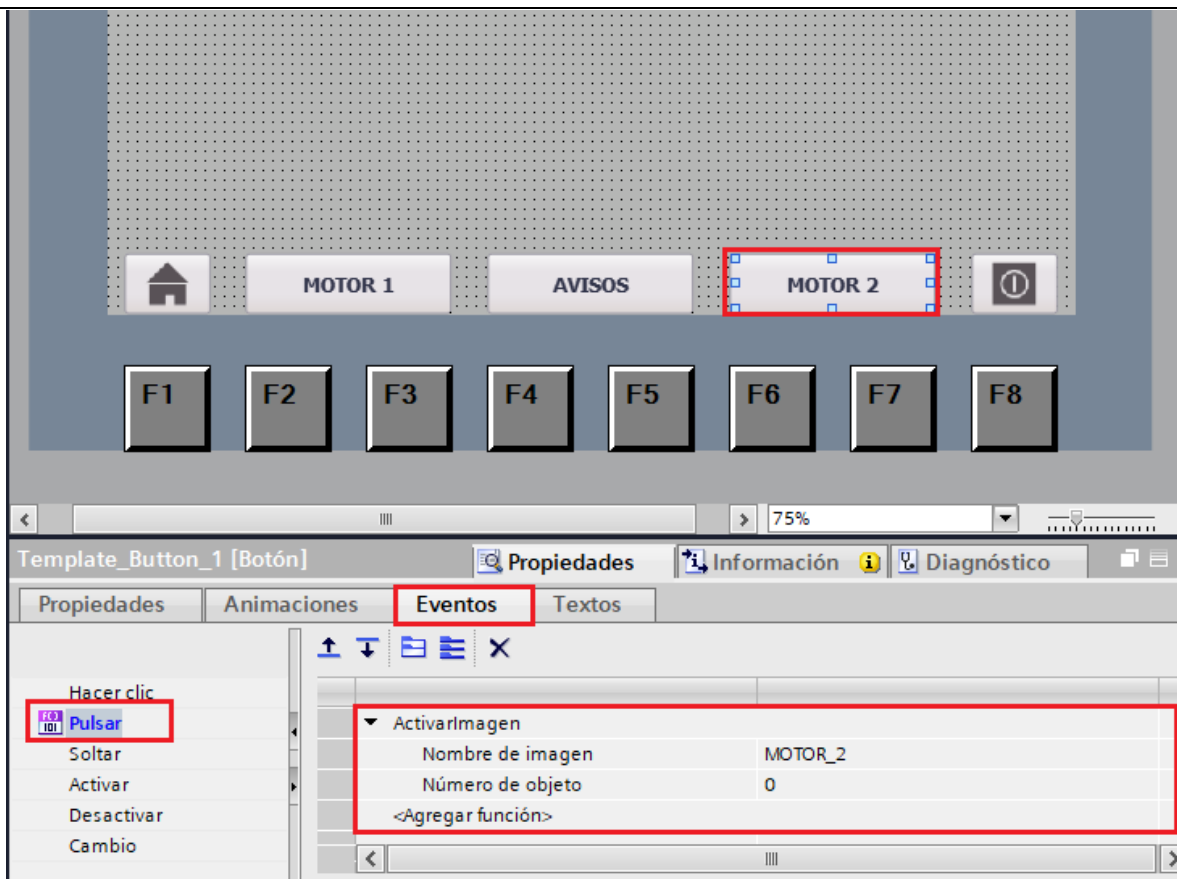


Figura 37. Configuración botón MOTOR_2.

16. Configuración de la ventana “Imagen Raíz”.

(1) Agregar elementos a la imagen raíz.

Para ello se debe ubicar en “**Imágenes**” / “**Imagen raíz**”, en la imagen raíz se configurará la “**Vista general**”, en la cual se representará los estados en los que se encuentran el “**Motor 1**” y el “**Motor 2**”, en esta ventana se refleja el estado de: Velocidad actual, Motor habilitado, Motor bloqueado y Error.

- A continuación, se muestra la disposición de los elementos usados: (1) Texto, (2) Rectángulo, (3) Campos E/S, para la configuración de la ventana “**Imagen raíz**” (ver Figura 38).

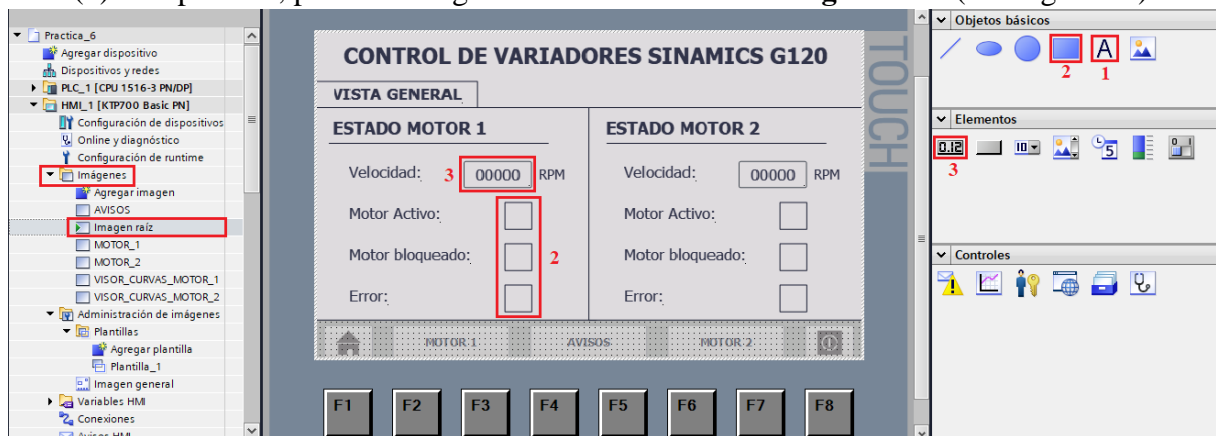


Figura 38. Configuración Imagen Raíz.

(2) Configuración del campo “ESTADO MOTOR 1”

- **Campo E/S: Velocidad V_1:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “**Propiedades**” / “**Propiedades**” / “**General**”.

- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “V1_Velocidad_Actual”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99999” (ver Figura 39).

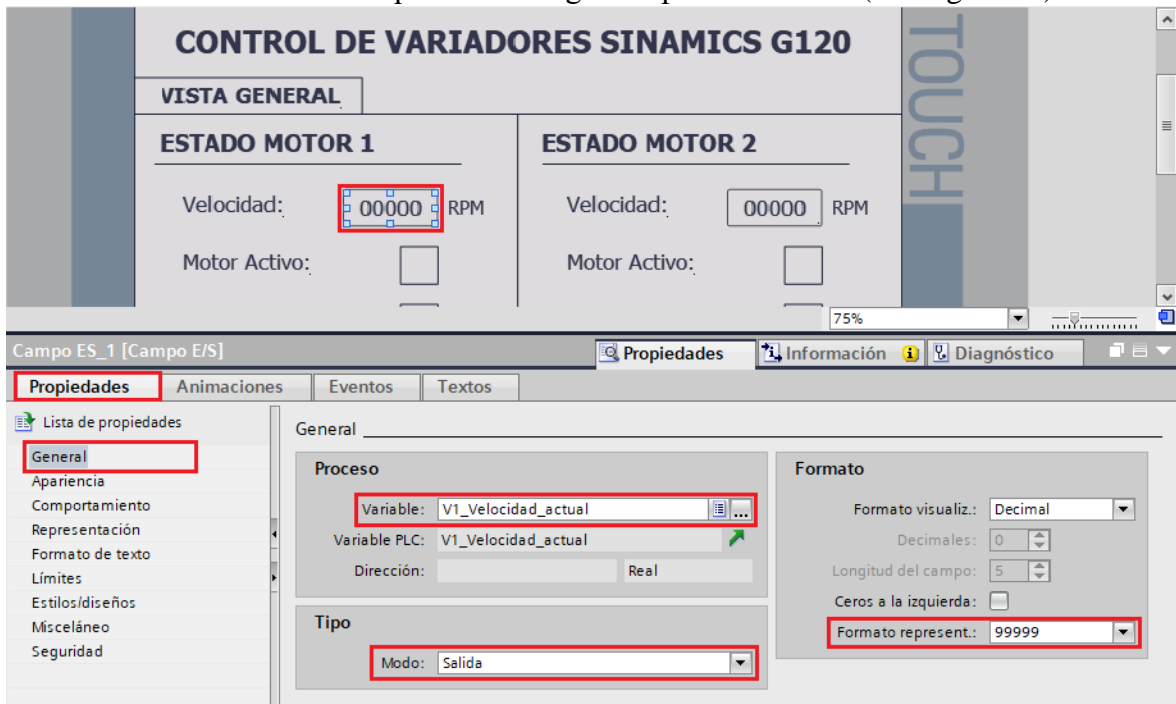


Figura 39. Configuración del campo E/S velocidad.

- **Rectángulo Motor Activo V_1:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “V1_Motor_habilitado”.
- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” (ver Figura 40)

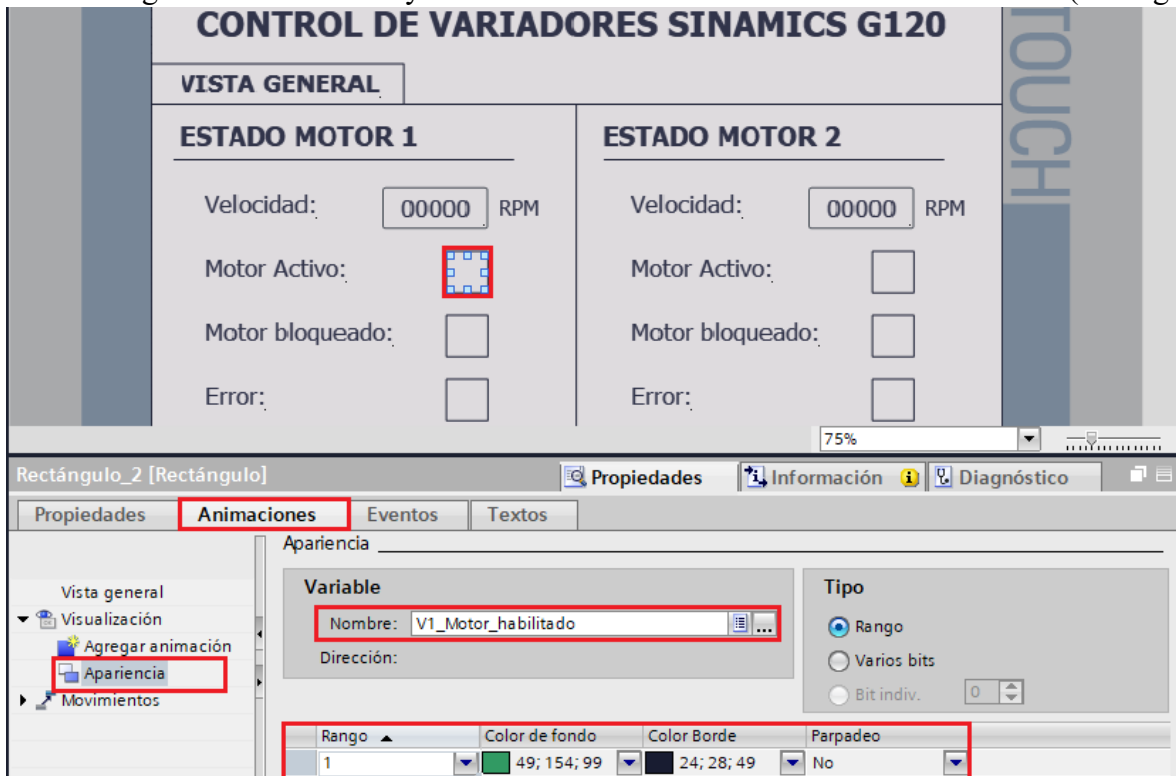


Figura 40. Configuración estado Motor activo.

- **Rectángulo Motor Bloqueado V_1:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**V1_Motor_bloqueado**”.
- En “Rango” seleccionar “**1**” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Rojo” (ver Figura 41).

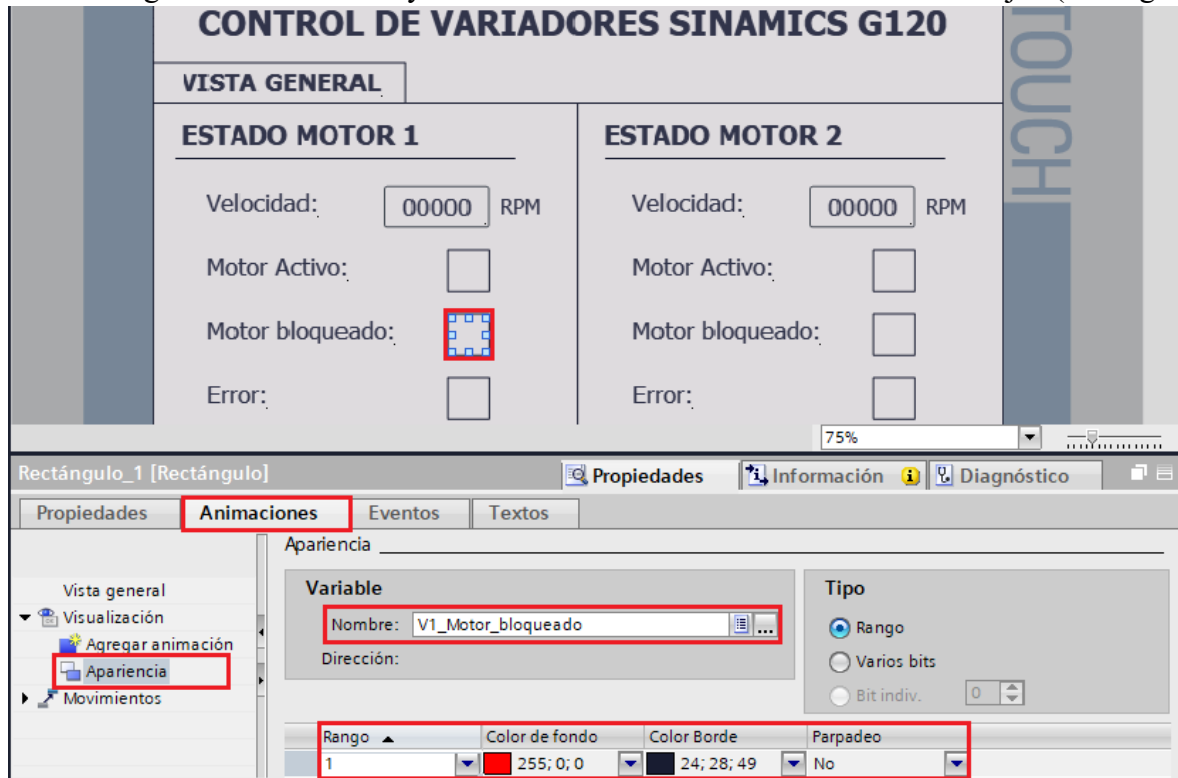


Figura 41. Configuración estado Motor bloqueado.

- **Rectángulo Error V_1:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**V1_Error**”.
- En “Rango” seleccionar “**1**”, en “Color de fondo” seleccionar el color “Rojo” y en “Parpadeo” seleccionar “**Si**” (ver Figura 42).

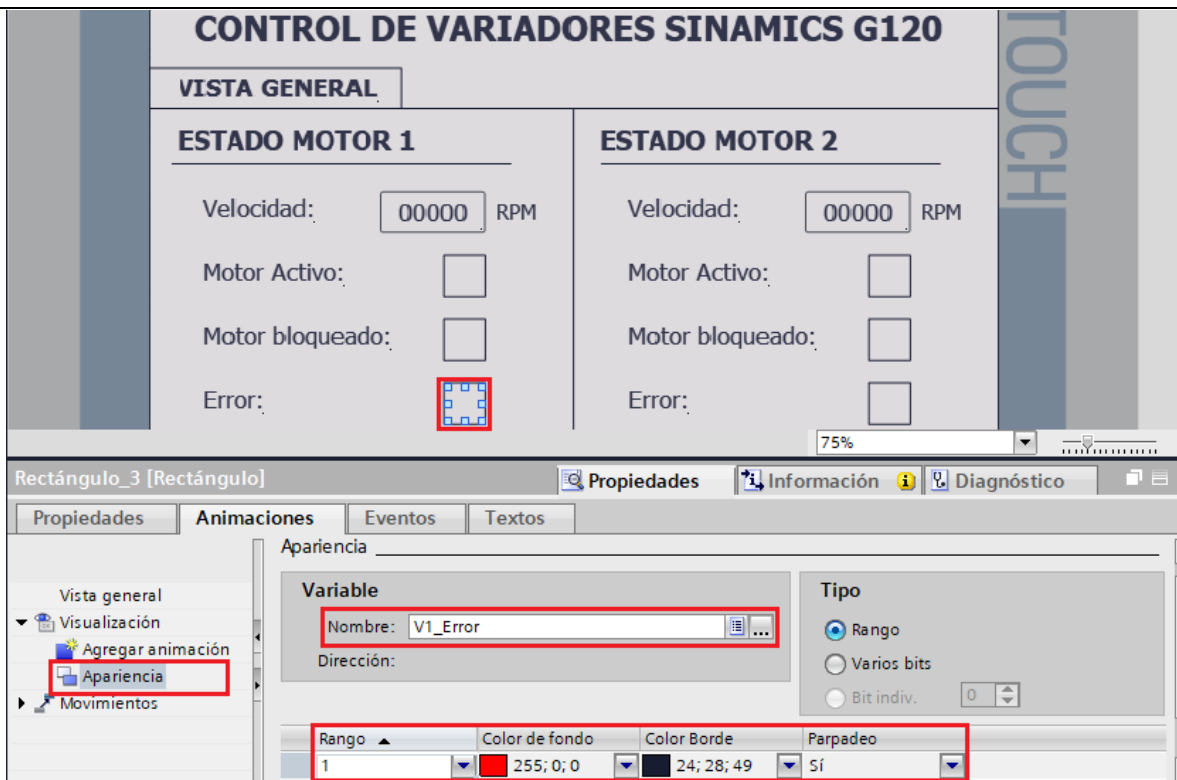


Figura 42. Configuración estado Error.

(3) Configuración del campo “ESTADO MOTOR 2”

- **Campo E/S: Velocidad V_2:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “V2_Velocidad_actual”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99999” (ver Figura 43).

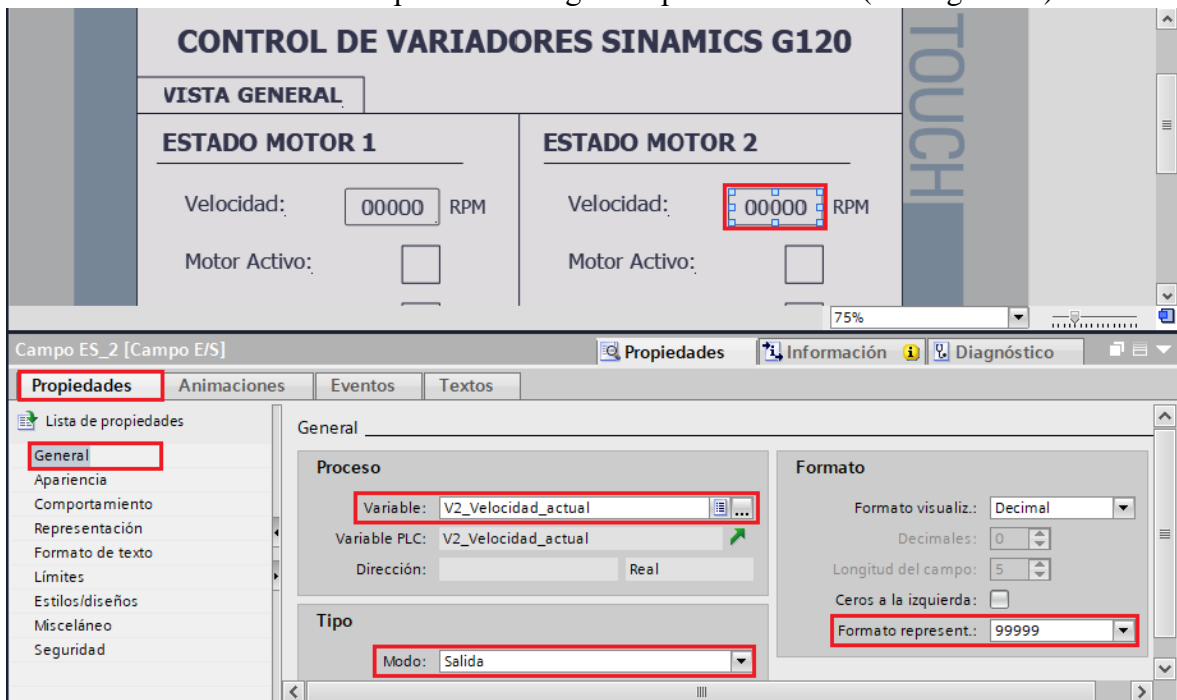


Figura 43. Configuración del campo E/S velocidad.

- **Rectángulo Motor Activo V_2:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “V2_Motor_habilitado”.
- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” (ver Figura 44)

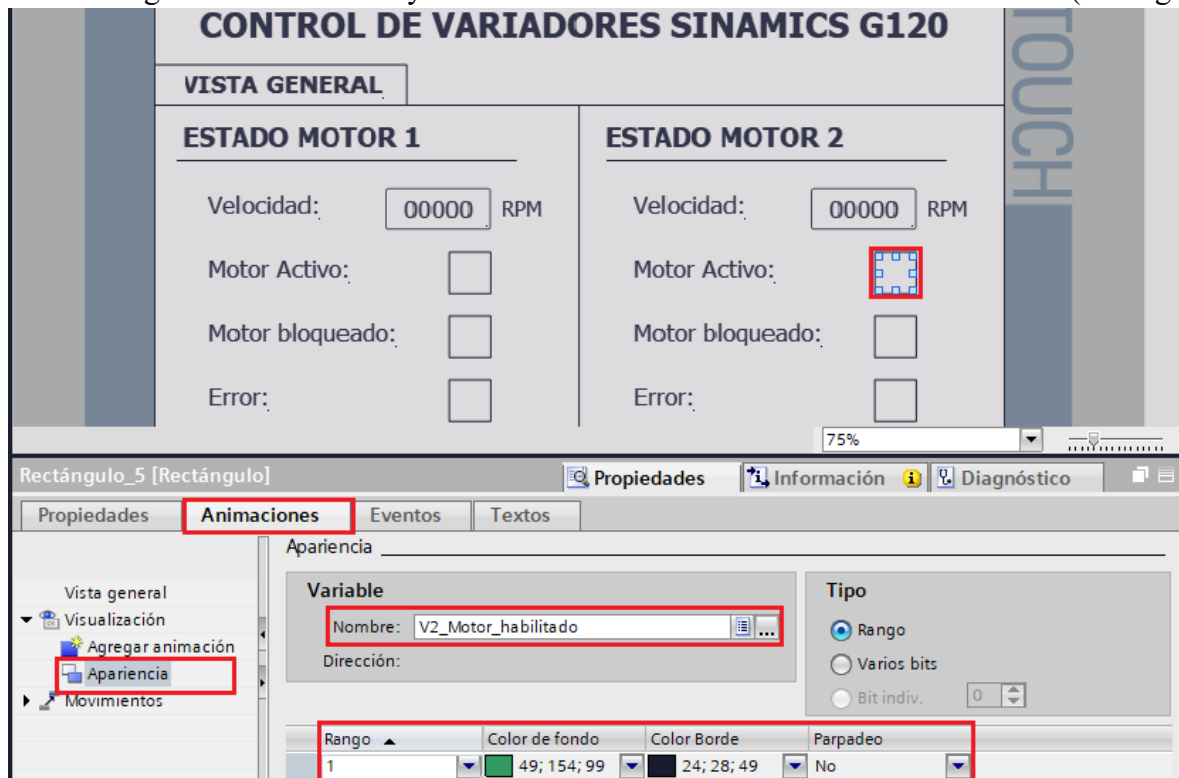


Figura 44. Configuración estado Motor Activo.

- **Rectángulo Motor Bloqueado V_2:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “V2_Motor_bloqueado”.
- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Rojo” (ver Figura 45).

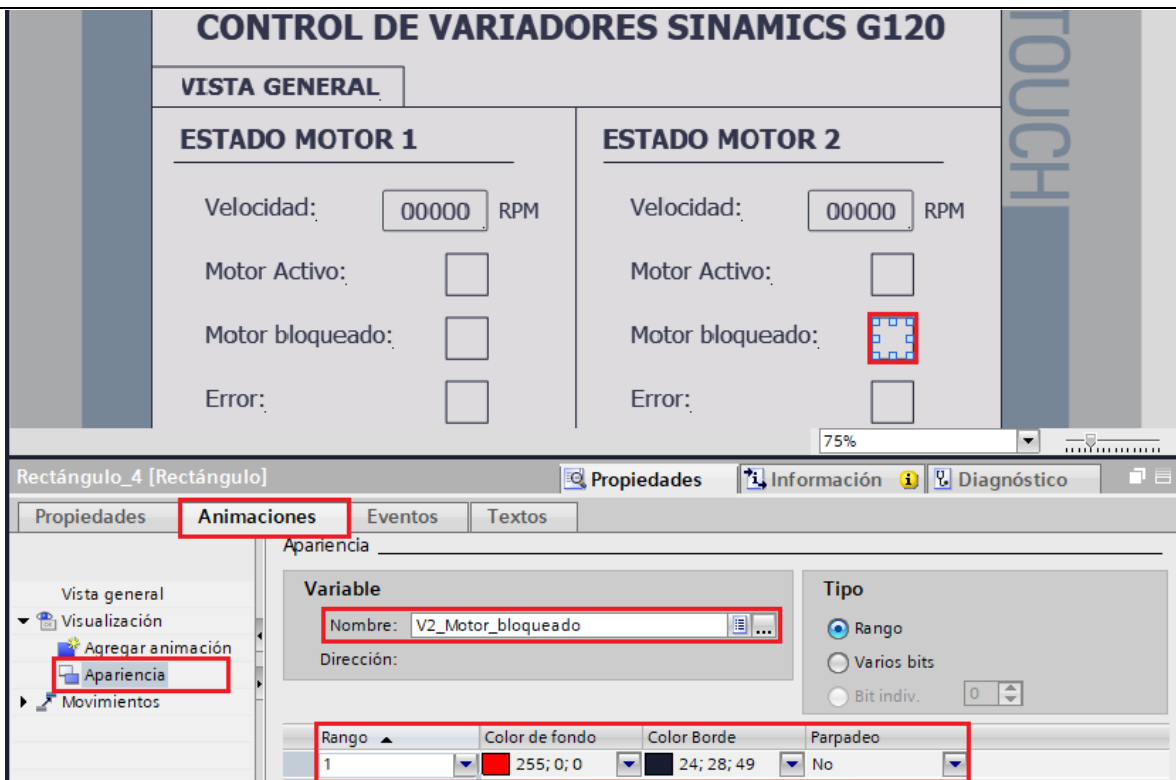


Figura 45. Configuración estado Motor bloqueado.

- **Rectángulo Error V_2:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “V2_Error”.
- En “Rango” seleccionar “1”, en “Color de fondo” seleccionar el color “Rojo” y en “Parpadeo” seleccionar “Si” (ver Figura 46).

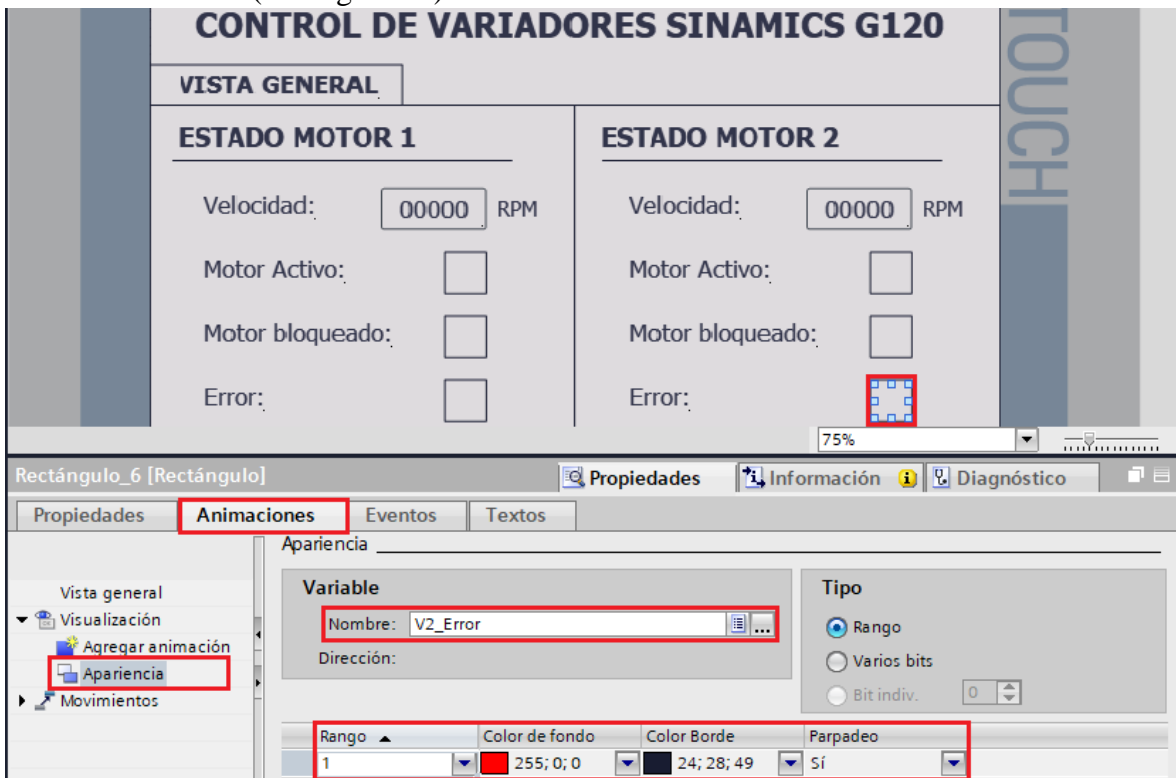


Figura 46. Configuración estado Error.

17. Configuración de la ventana “MOTOR_1”.

(1) Agregar elementos a la imagen de MOTOR_1.

Para ello se debe ubicar en “Imágenes” / “MOTOR_1”, en esta imagen se configurará el “Control del Motor 1”, en la cual se representará diferentes campos para el control del motor, el estado del motor, y los valores de salida del variador de frecuencia.

- A continuación, se muestra la disposición de los elementos usados: (1) Texto, (2) Rectángulo, (3) Botón y (4) Campos E/S, para la configuración de la ventana “MOTOR_1” (ver Figura 47).

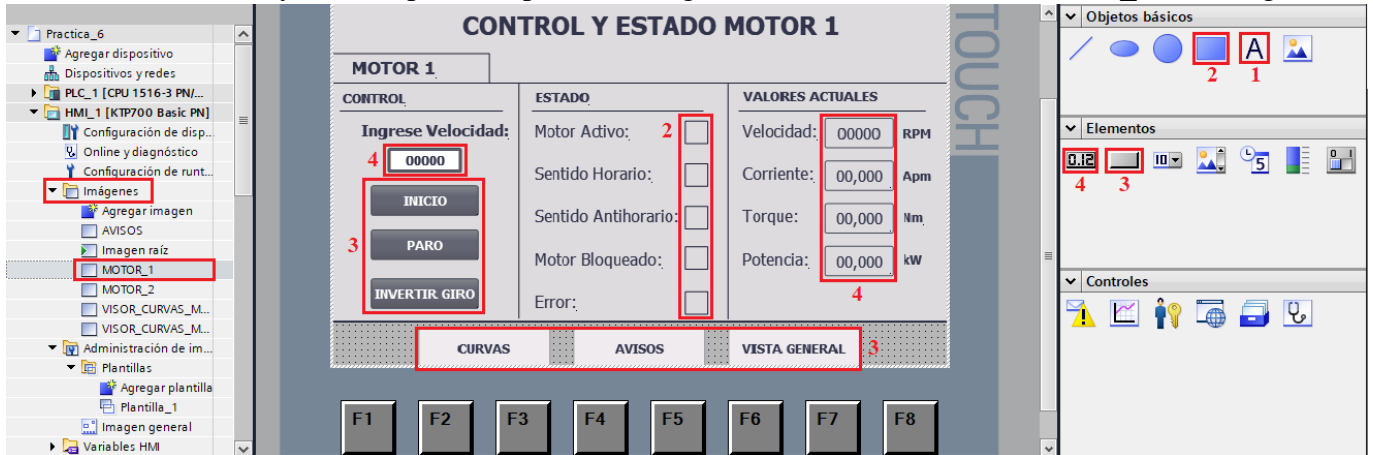


Figura 47. Configuración imagen MOTOR_1

(2) Configuración de campo “CONTROL”.

- **Campo E/S: Ingreso Velocidad:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “V1_Consigna_velocidad”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Entrada/salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99999” (ver Figura 48).

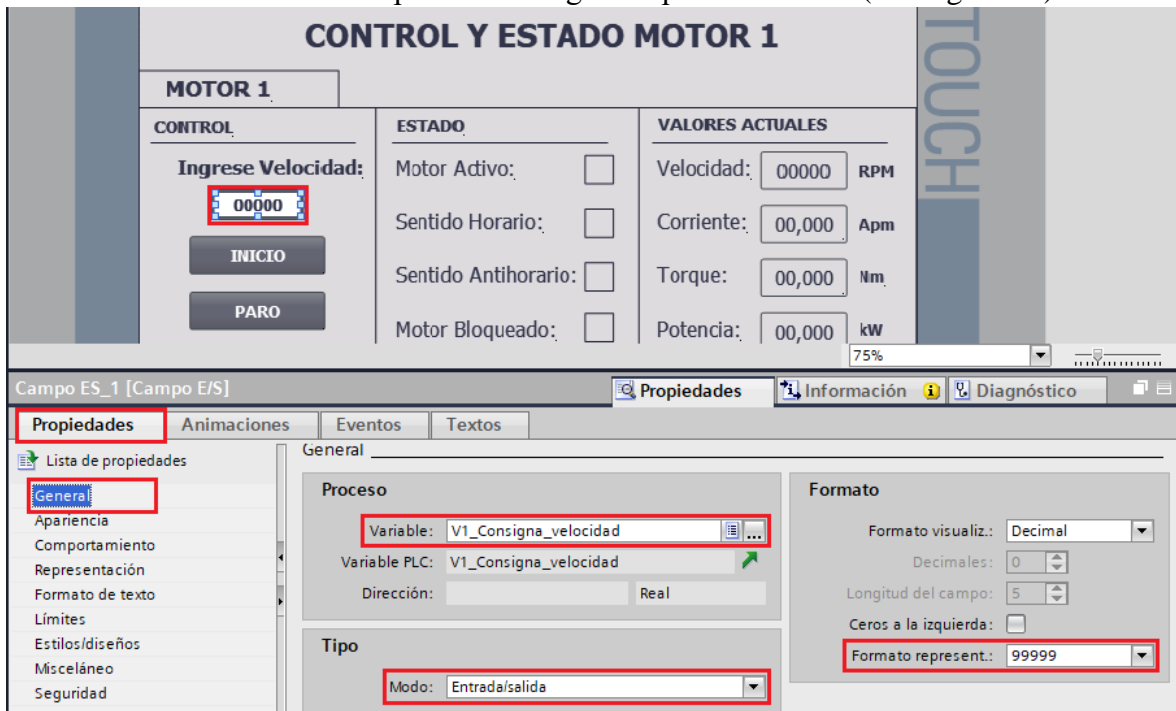


Figura 48. Configuración campo E/S velocidad.

- **Botón INICIO:** seleccionar el botón INICIO, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.

- En “<Agregar función>” seleccionar “**ActivarBit**”.
- En “Variable Entrada/Salida” seleccionar la variable del PLC “**V1_Habilitar_motor**” (ver Figura 49).

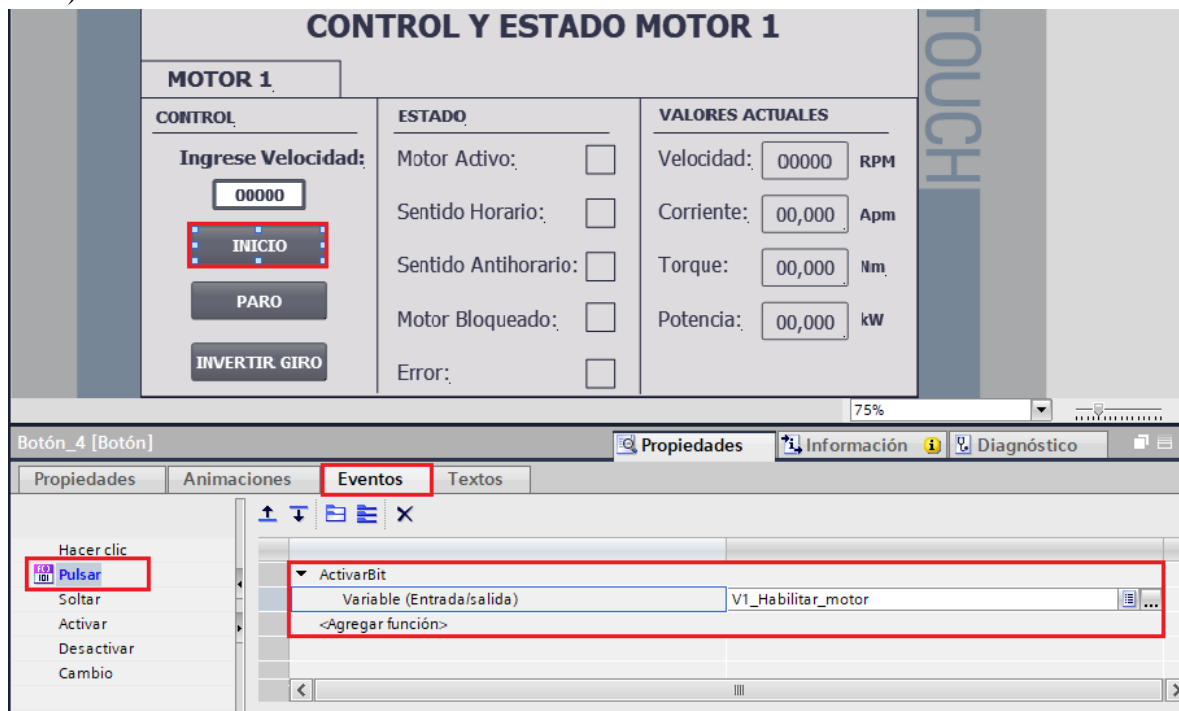


Figura 49. Configuración botón INICIO.

- **Botón PARO:** seleccionar el botón PARO, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “**Pulsar**”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “**DesactivarBit**”.
- En “Variable Entrada/Salida” seleccionar la variable del PLC “**V1_Habilitar_motor**” (ver Figura 50).

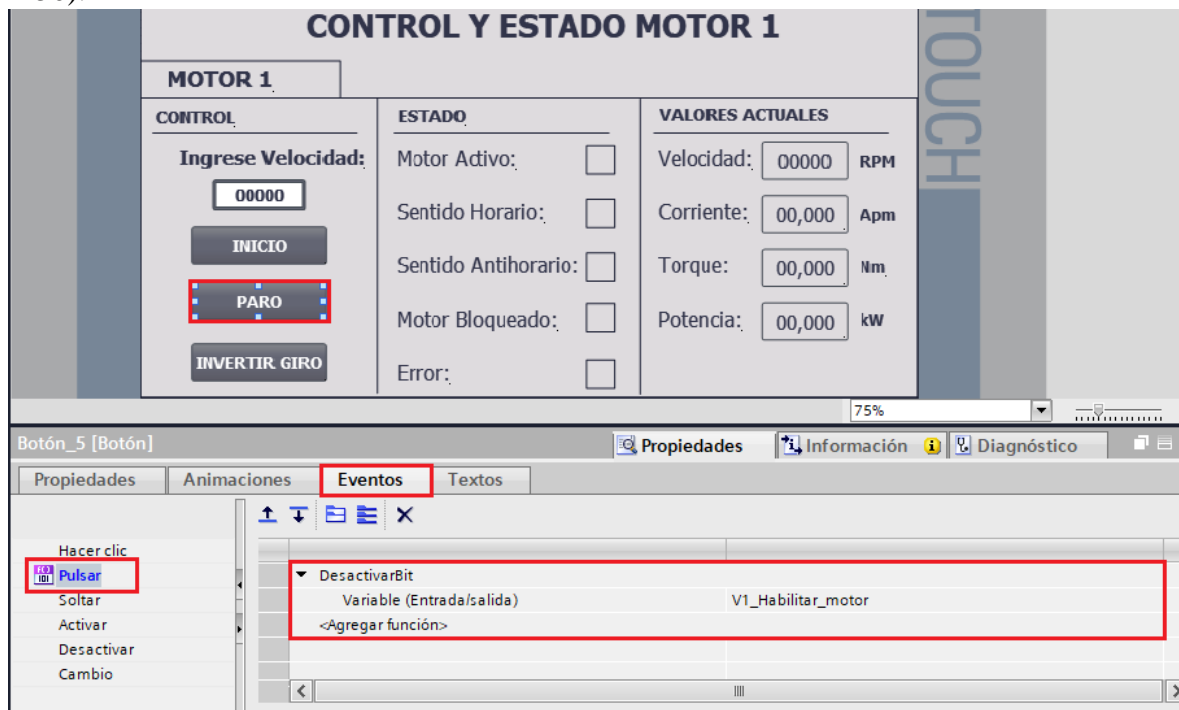


Figura 50. Configuración botón PARO.

- **Botón INVERTIR GIRO:** seleccionar el botón INVERTIR GIRO, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “InvertirBit”.
- En “Variable Entrada/Salida” seleccionar la variable del PLC “V1_Invertir_giro” (ver Figura 51).

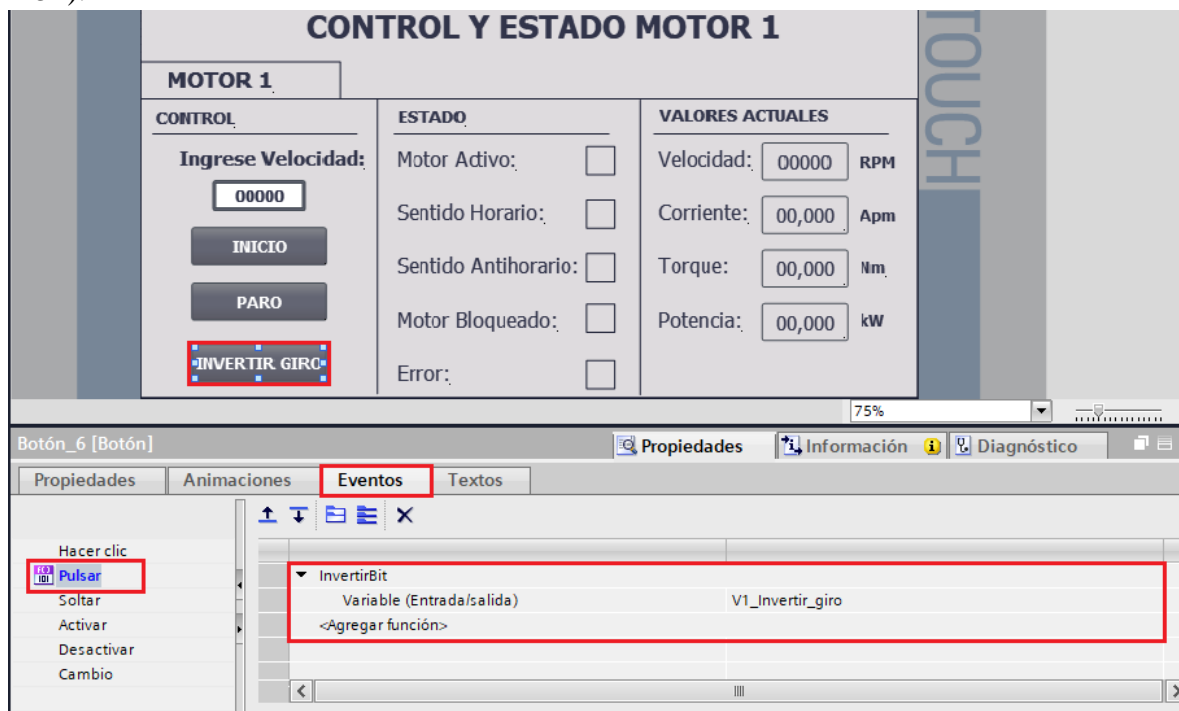


Figura 51. Configuración botón INVERTIR GIRO.

(3) Configuración de campo “ESTADO”.

- **Rectángulo Motor Activo V_1:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “V1_Motor_habilitado”.
- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” (ver Figura 52)

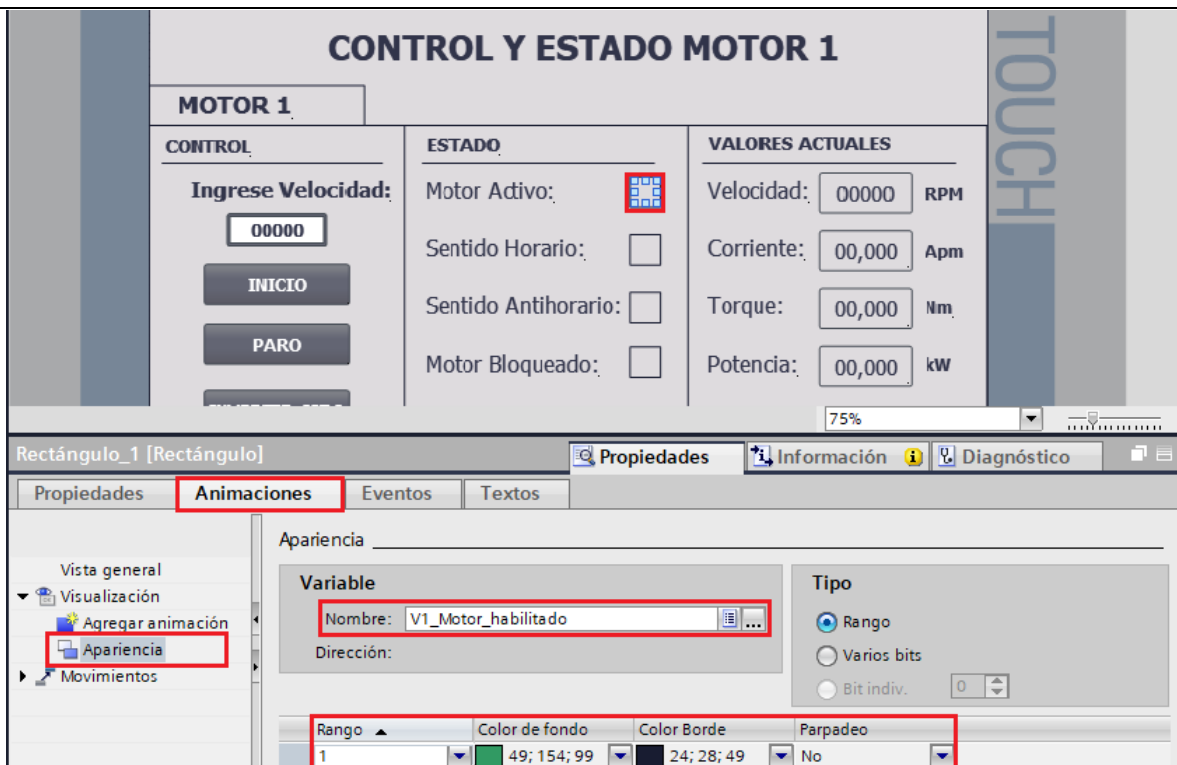


Figura 52. Configuración estado Motor Activo.

- **Rectángulo Sentido Horario:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “V1_Invertir_giro”.
- En “Rango” seleccionar “0” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” (ver Figura 53).

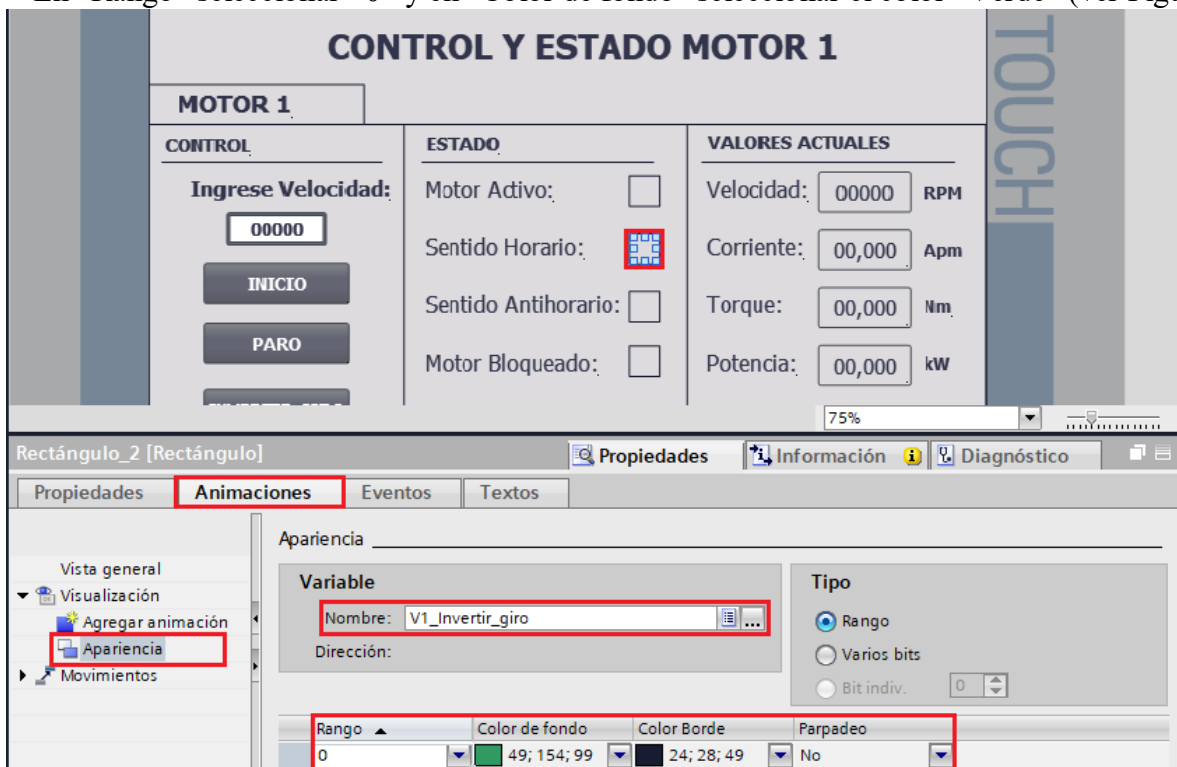


Figura 53. Configuración estado Sentido Horario.

- **Rectángulo Sentido Antihorario:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” /

“Animaciones” / “Apariencia”.

- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “V1_Invertir_giro”.
- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” (ver Figura 54).

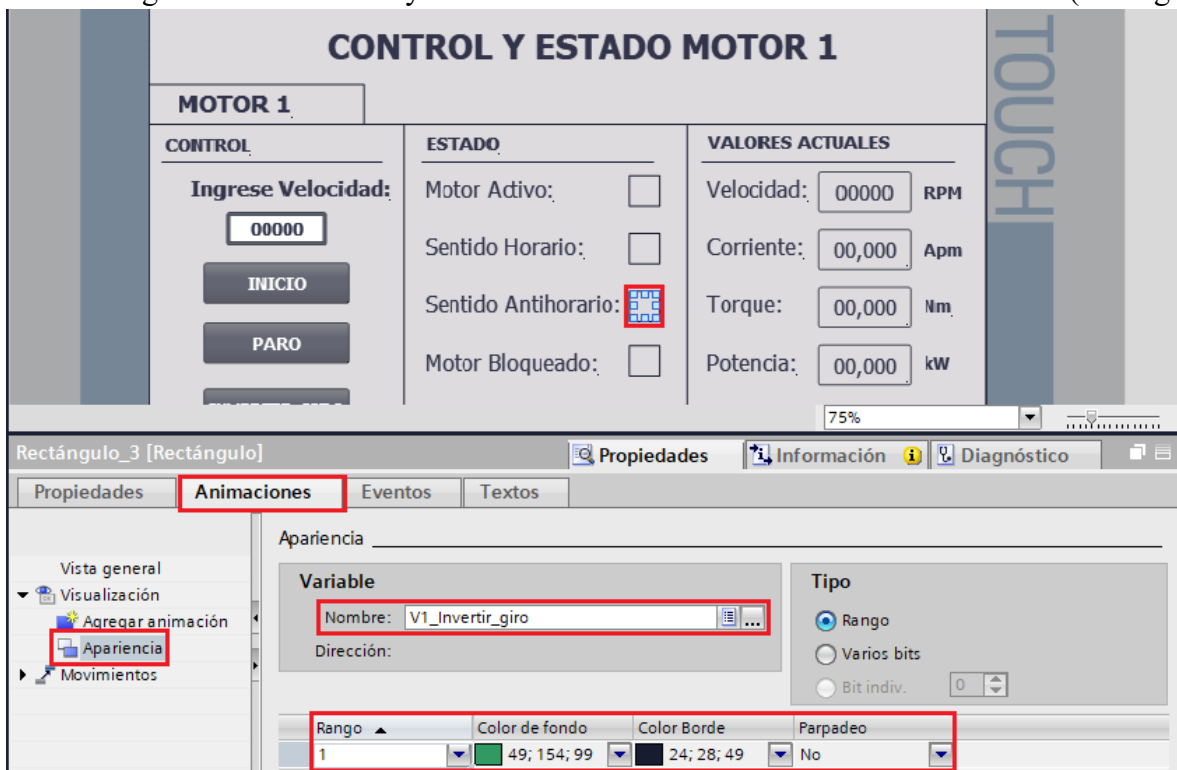


Figura 54. Configuración estado Sentido Antihorario.

- **Rectángulo Motor Bloqueado V_1:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “V1_Motor_bloqueado”.
- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Rojo” (ver Figura 55).

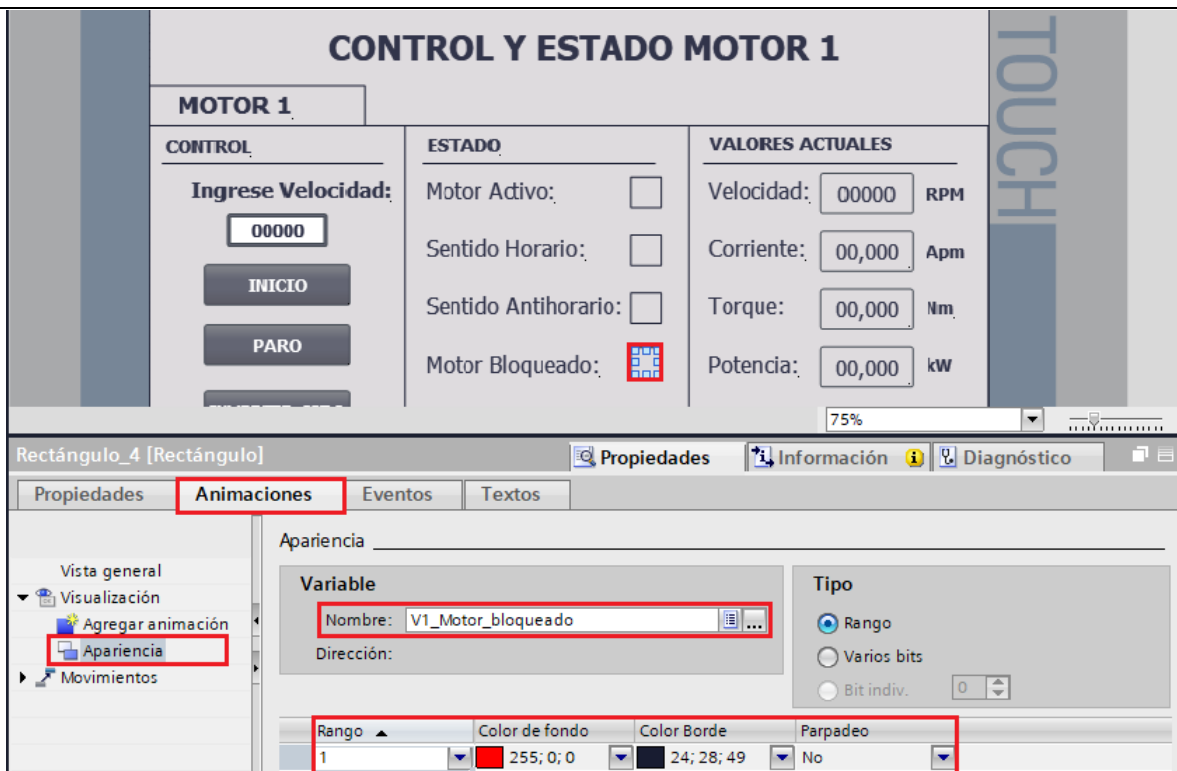


Figura 55. Configuración estado Motor Bloqueado.

(4) Configuración de campo “VALORES ACTUALES”.

- **Campo E/S: Velocidad Actual V1:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “V1_Velocidad_actual”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99999” (ver Figura 56).

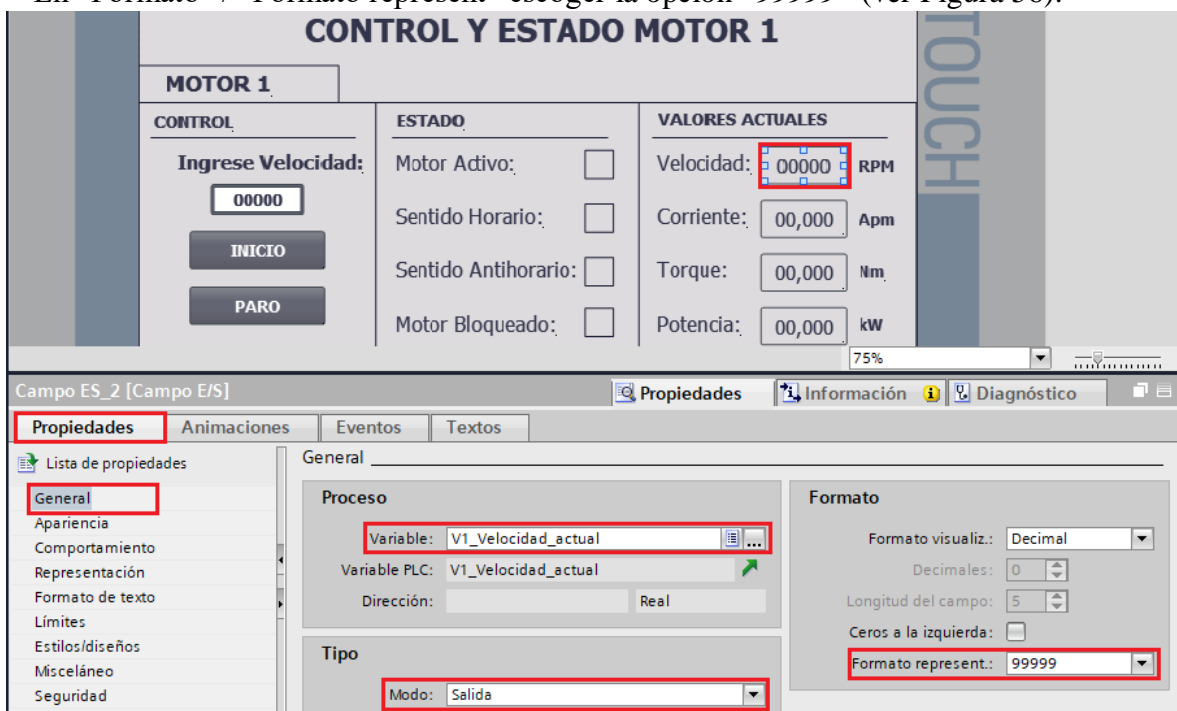


Figura 56. Configuración campo E/S Velocidad actual.

- **Campo E/S: Corriente Actual V1:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” /

“Propiedades” / “General”.

- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “V1_Corriente_actual”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99,999” (ver Figura 57).

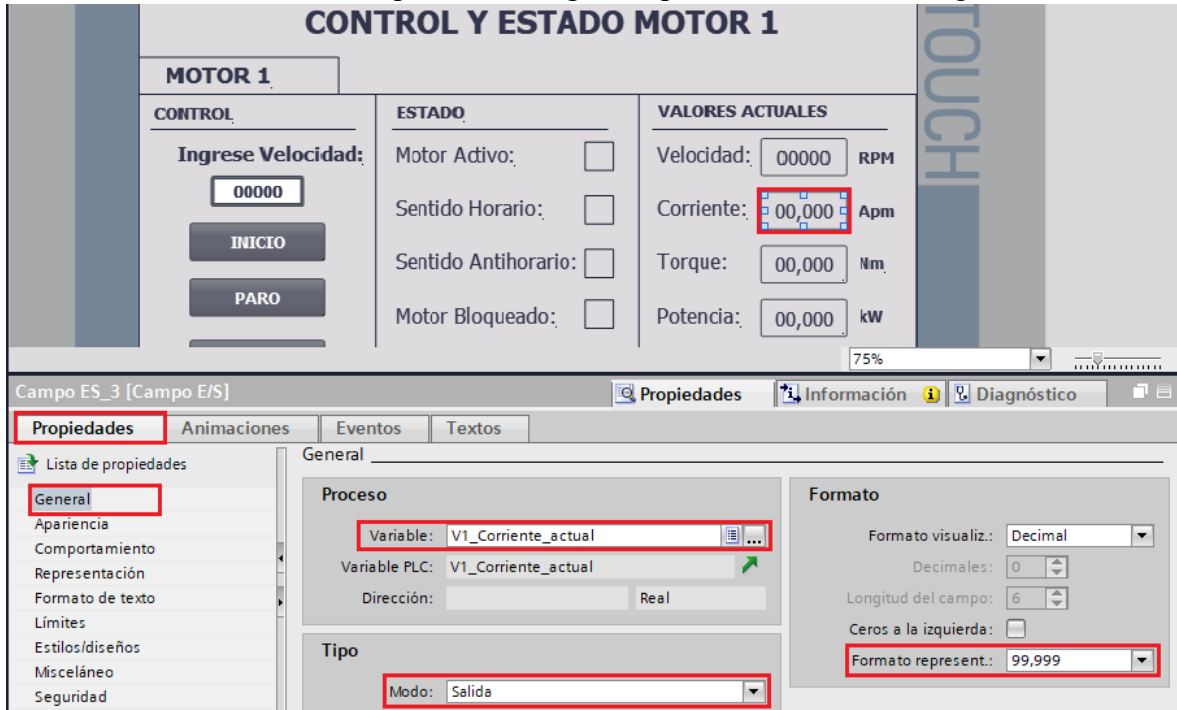


Figura 57. Configuración campo E/S Corriente actual.

- **Campo E/S: Torque Actual V1:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “V1_Torque_actual”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99,999” (ver Figura 58).

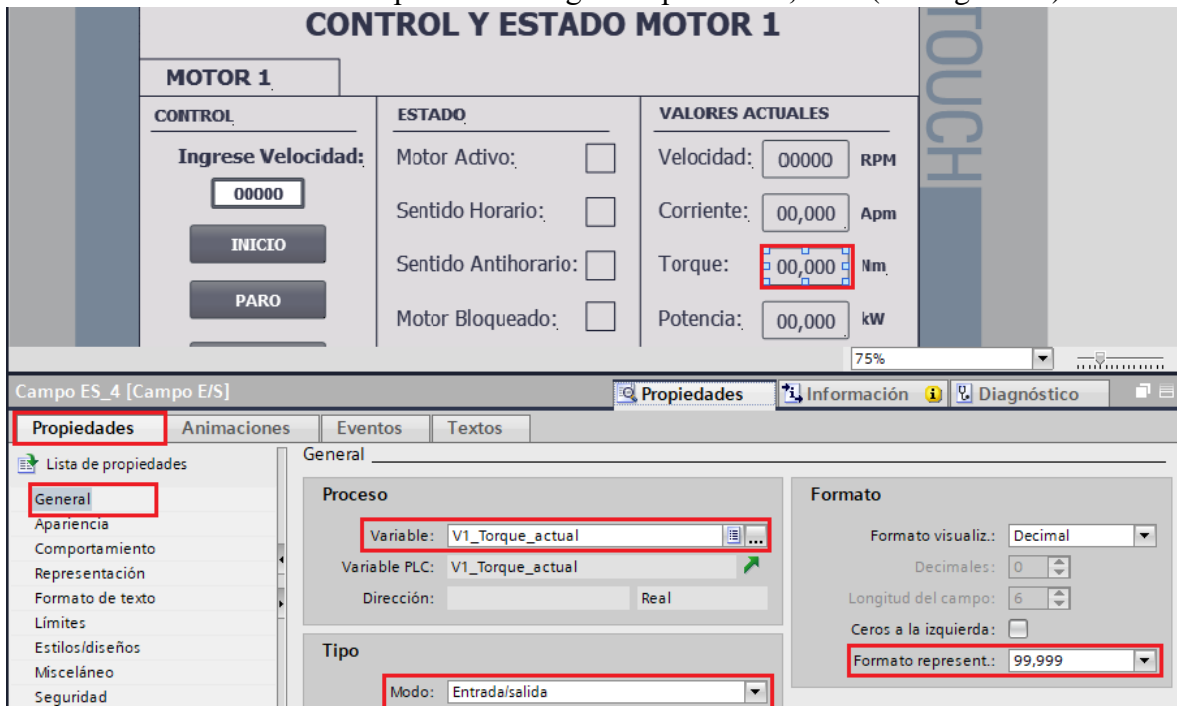


Figura 58. Configuración campo E/S Torque actual.

- **Campo E/S: Potencia Actual V1:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “V1_Potencia_actual”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99,999” (ver Figura 59).

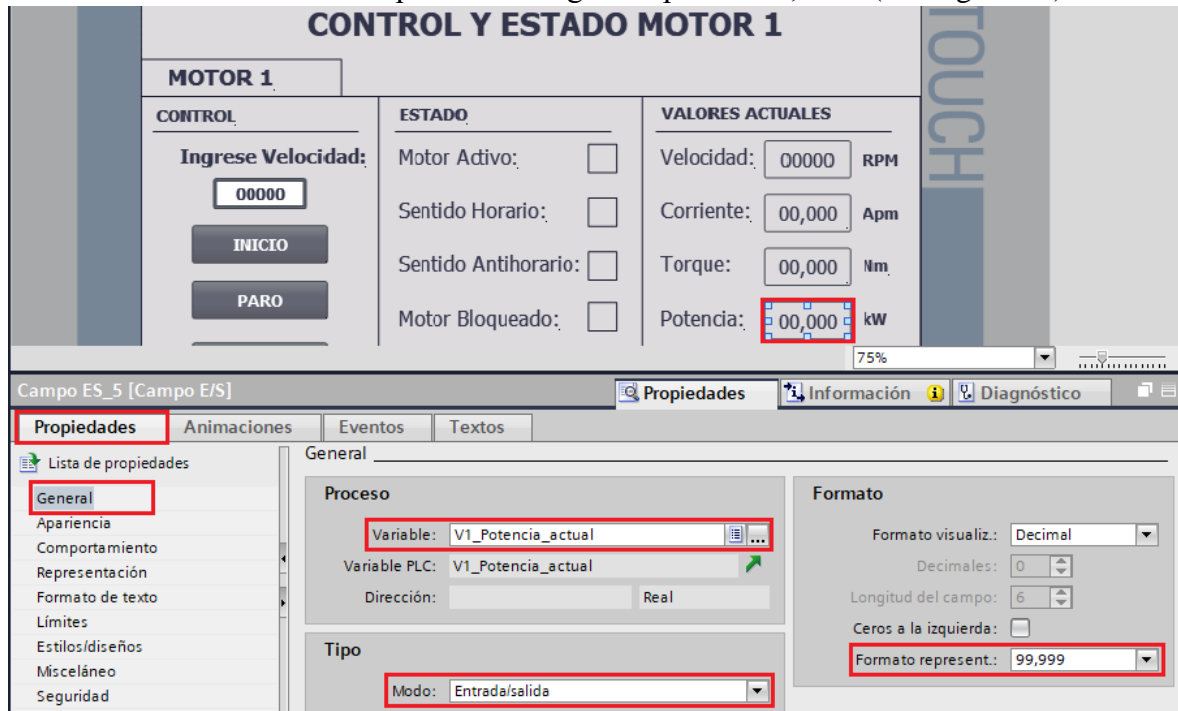


Figura 59. Configuración campo E/S Potencia actual.

(5) Configuración de Menú de la ventana MOTOR 1.

- **Botón CURVAS:** seleccionar el botón CURVAS, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarImagen”.
- En “Nombre de imagen” seleccionar la imagen “VISOR_CURVAS_MOTOR_1” (ver Figura 60).

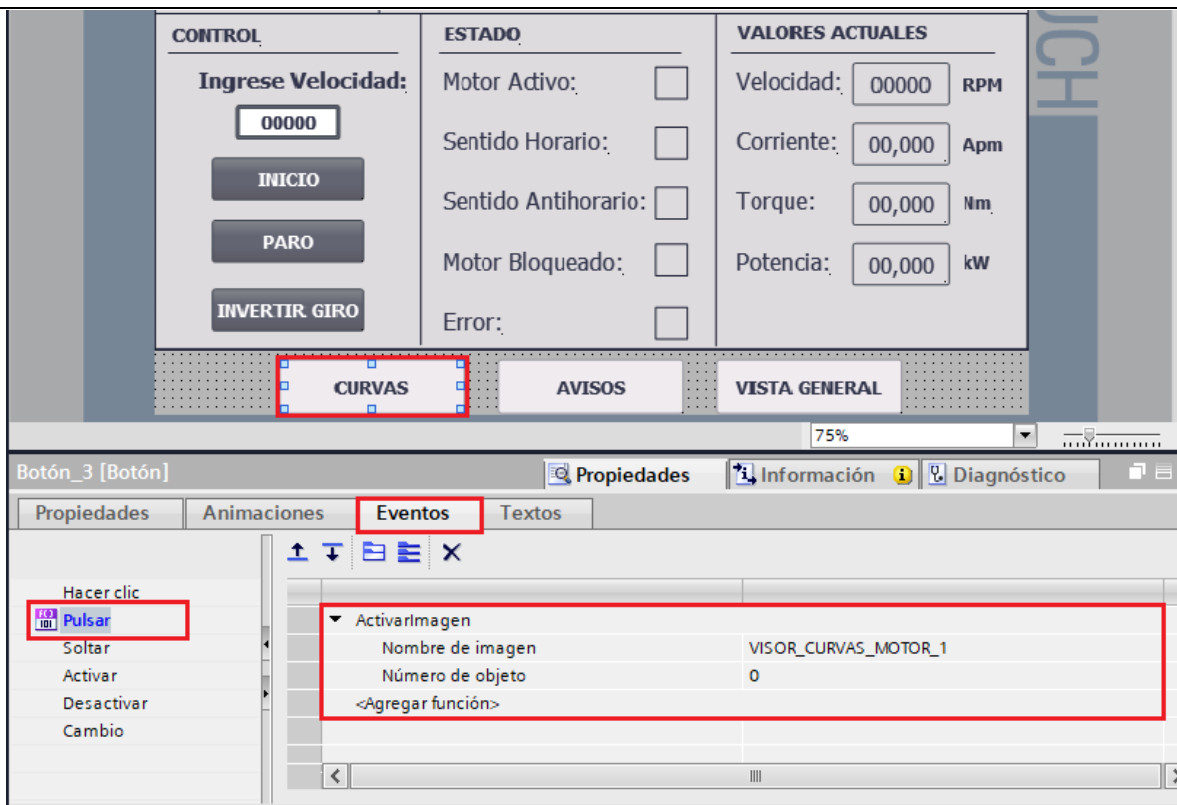


Figura 60. Configuración botón CURVAS.

- **Botón AVISOS:** seleccionar el botón AVISOS, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarImagen”.
- En “Nombre de imagen” seleccionar la imagen “AVISOS” (ver Figura 61).

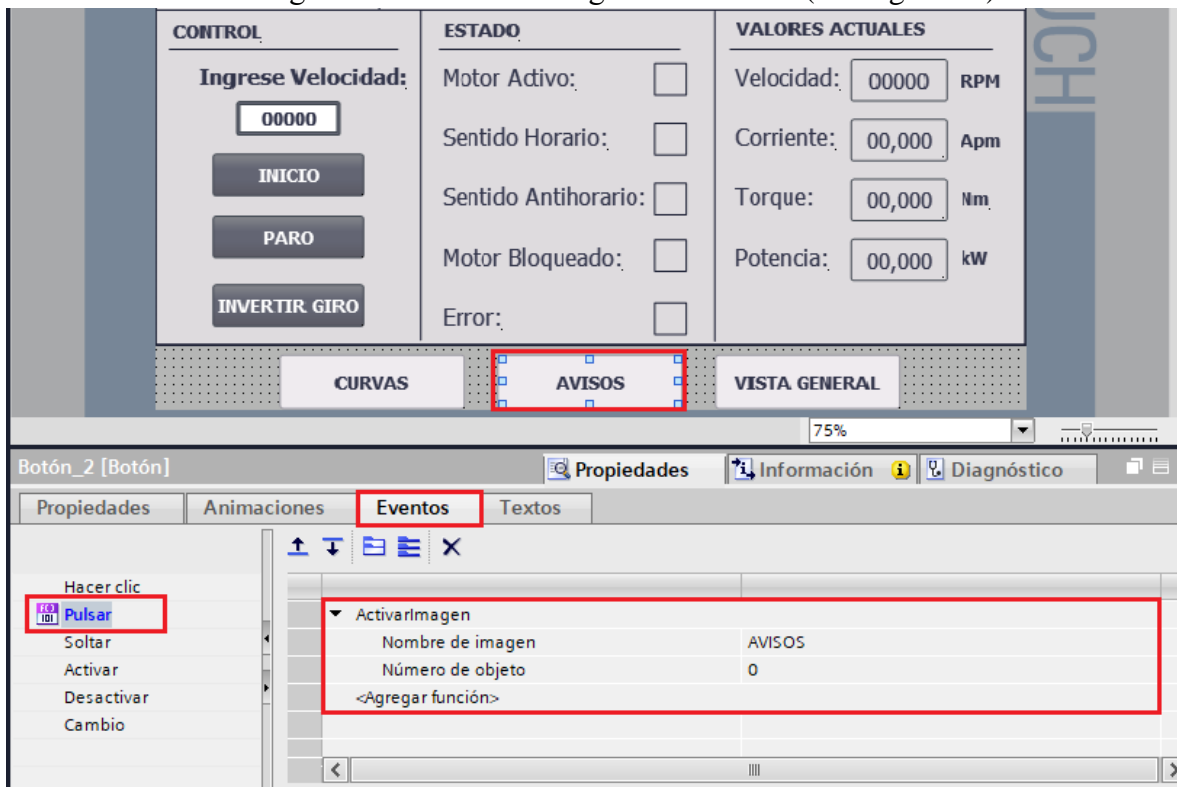


Figura 61. Configuración botón AVISOS.

- **Botón VISTA GENERAL:** seleccionar el botón VISTA GENERAL, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarImagenAnterior” (ver Figura 62).

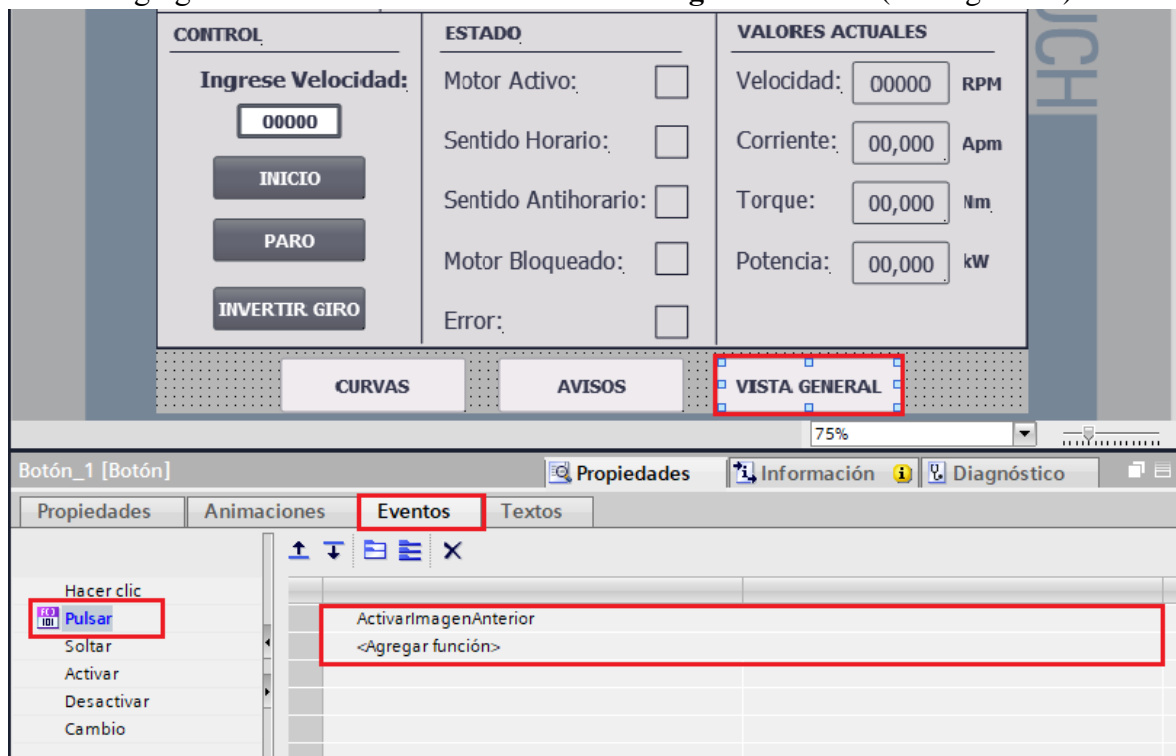


Figura 62. Configuración botón VISTA GENERAL.

18. Configuración de la imagen “VISOR_CURVAS_MOTOR_1”.

- (1) Agregar los elementos a la ventana VISOR_CURVAS_MOTOR_1.

Para ello se debe ubicar en “Imágenes” / “VISOR_CURVAS_MOTOR_1”, en esta ventana se agregarán cuatro visores de curvas para visualizar la velocidad, corriente, torque, potencia, y un botón denominado botón Atrás.

- La disposición de los elementos de la ventana “Visor de curvas motor 1” serán (1) Textos, (2) Visor de curvas, (3) Botón (ver Figura 63).

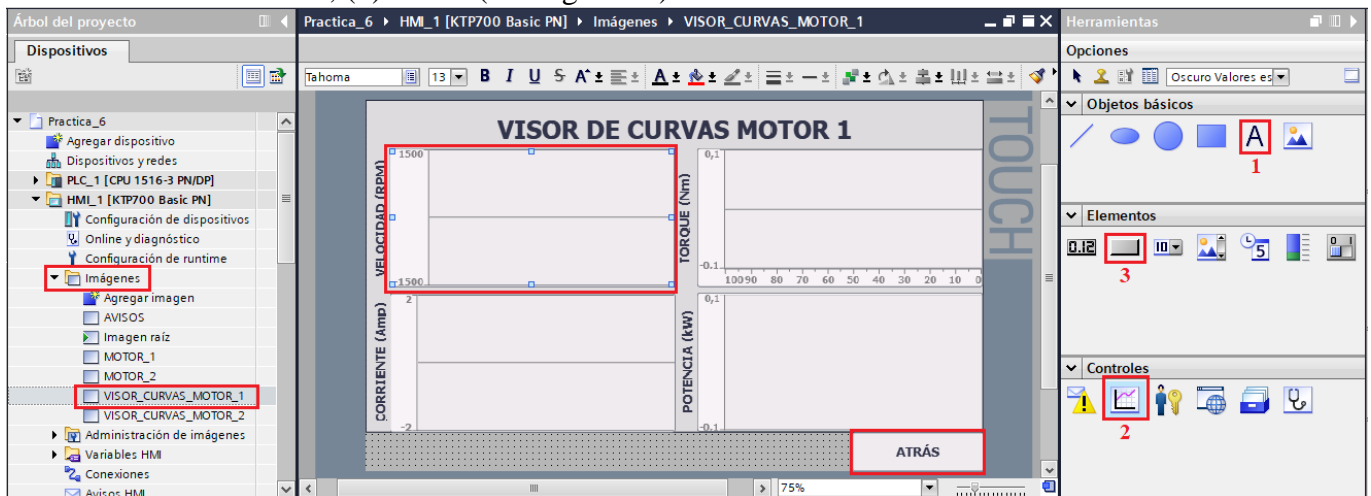


Figura 63. Configuración de la imagen VISOR_CURVAS_MOTOR_1

- (2) Para cada visor de curvas se debe configurar un rango en el eje vertical para visualizar cada una de las curvas.
 - Para la curva de velocidad el rango será entre “-1500 y 1500” rpm.

- Para la curva de corriente el rango será entre “-3 y 3” Amp.
- Para la curva de torque el rango será entre “-0.3 y 0.3” Nm
- Para la curva de potencia el rango será entre “-0.1 y 0.1” Kw.
- Para cambiar el rango debe ubicarse en “Propiedades” / “Eje de valores izquierdo”, en principio de eje configurar el límite inferior -1500 rpm y en Fin eje configurar el límite superior “1500” rpm (ver Figura 64).

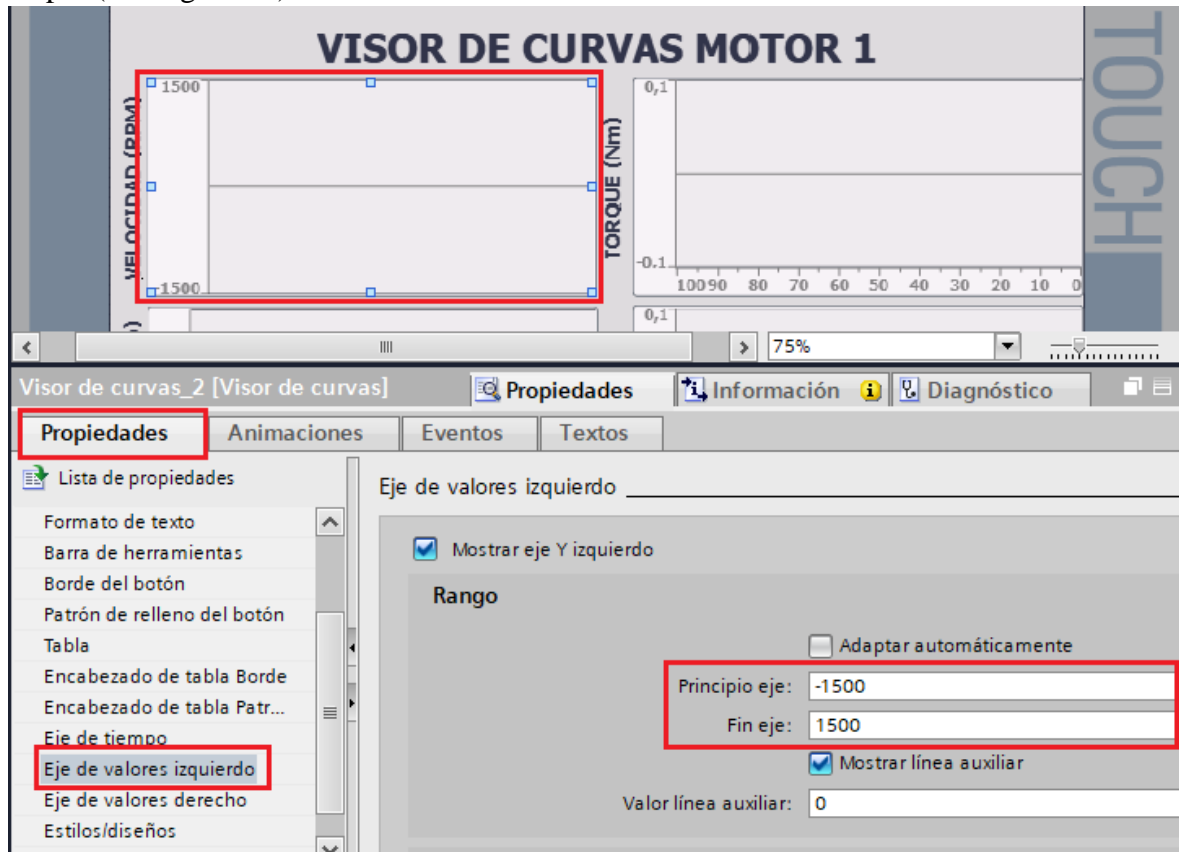


Figura 64. Configurar rango en el eje de valores izquierdo.

(3) Configurar la variable para cada visor de curvas.

- Seleccionar el primer “Visor de curvas” y dirigirse a “Propiedades” / “Curva”.
- En “Configuración de origen” seleccionar la variable del PLC “V1_Velocidad_actual” (ver Figura 65).

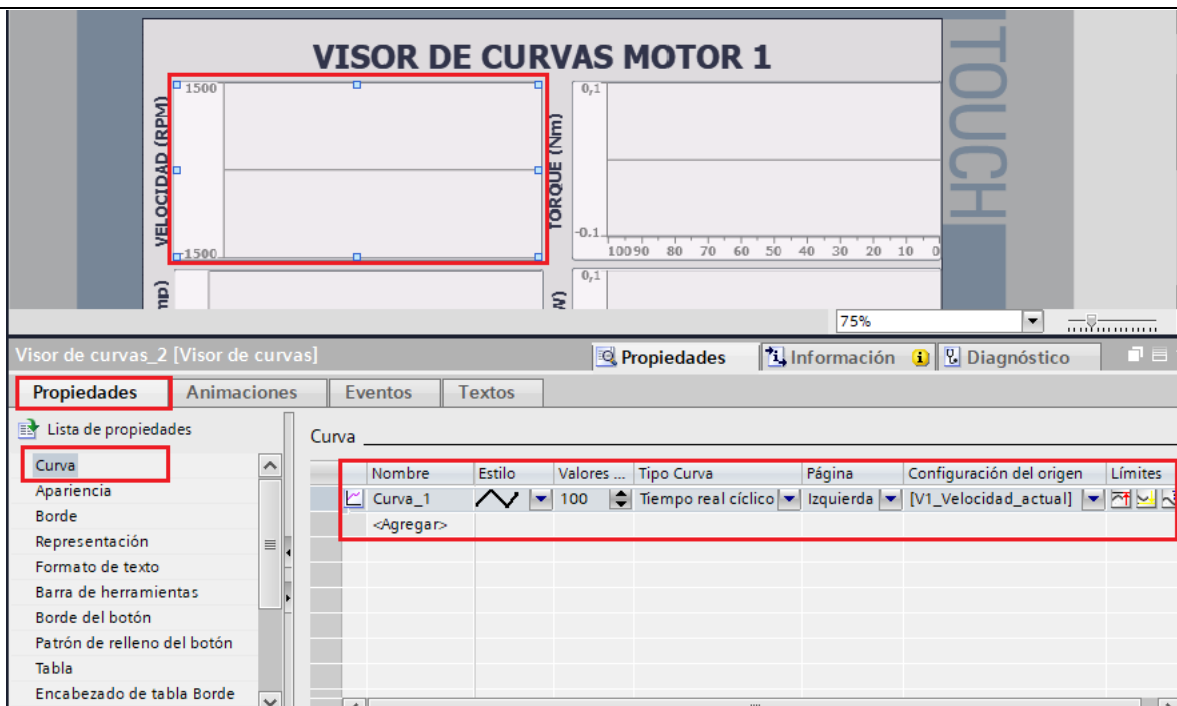


Figura 65. Configuración visor de curvas de Velocidad.

- Seleccionar el segundo “Visor de curvas” y dirigirse a “Propiedades” / “Curva”.
- En “Configuración de origen” seleccionar la variable del PLC “V1_Corriente_Actual” (ver Figura 66).

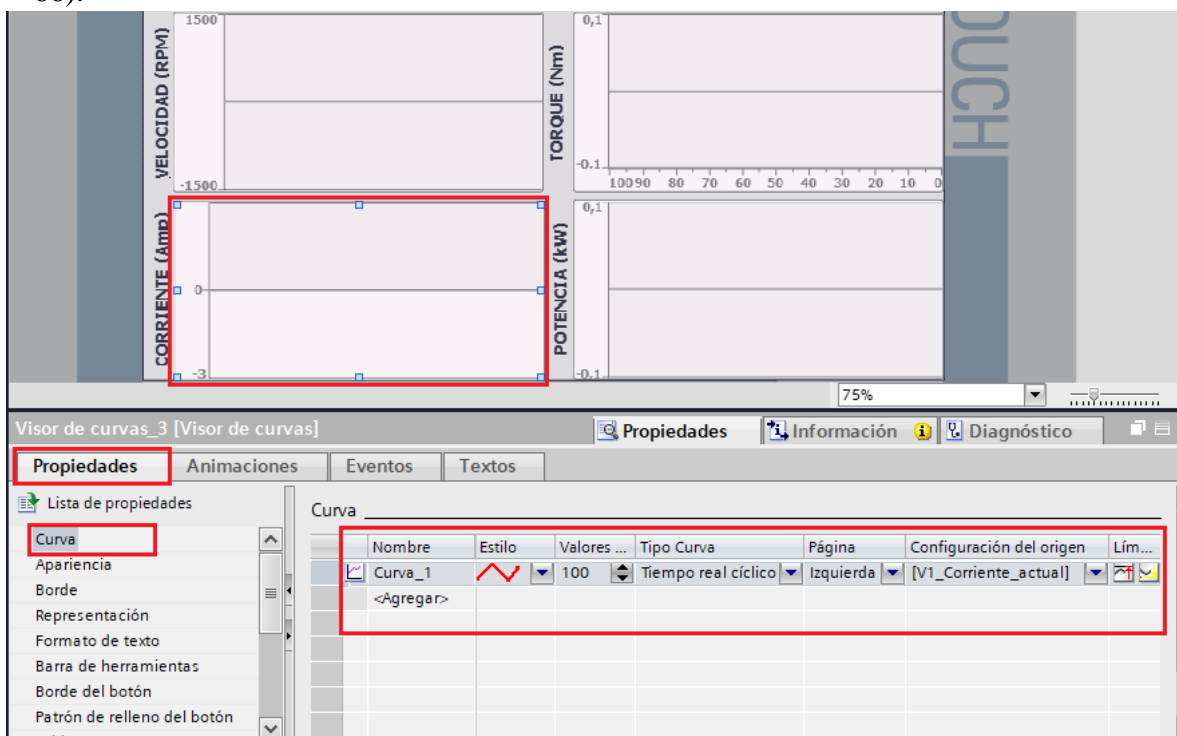


Figura 66. Configuración visor de curvas de Corriente.

- Seleccionar el tercer “Visor de curvas” y dirigirse a “Propiedades” / “Curva”.
- En “Configuración de origen” seleccionar la variable del PLC “V1_Torque_Actual” (ver Figura 67).

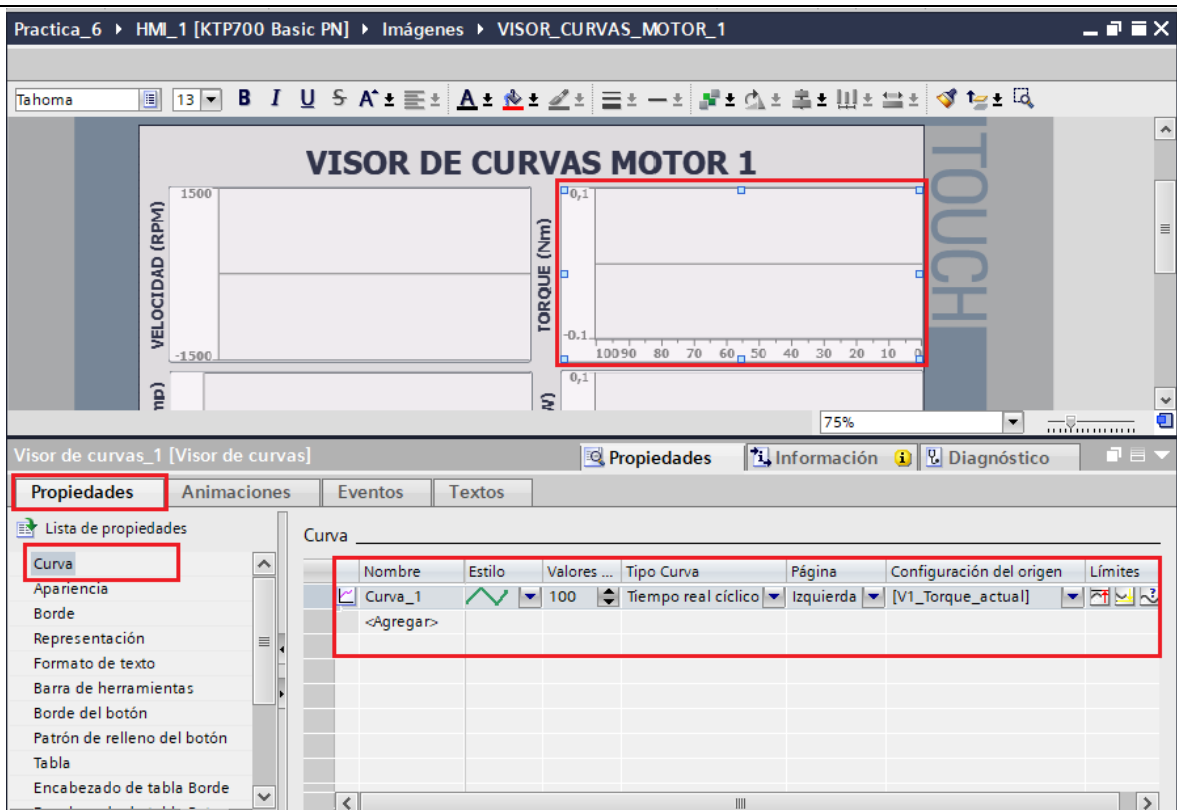


Figura 67. Configuración visor de curvas de Torque.

- Seleccionar el cuarto “Visor de curvas” y dirigirse a “**Propiedades**” / “**Curva**”.
- En “Configuración de origen” seleccionar la variable del PLC “V1_Potencia_Actual” (ver Figura 68).

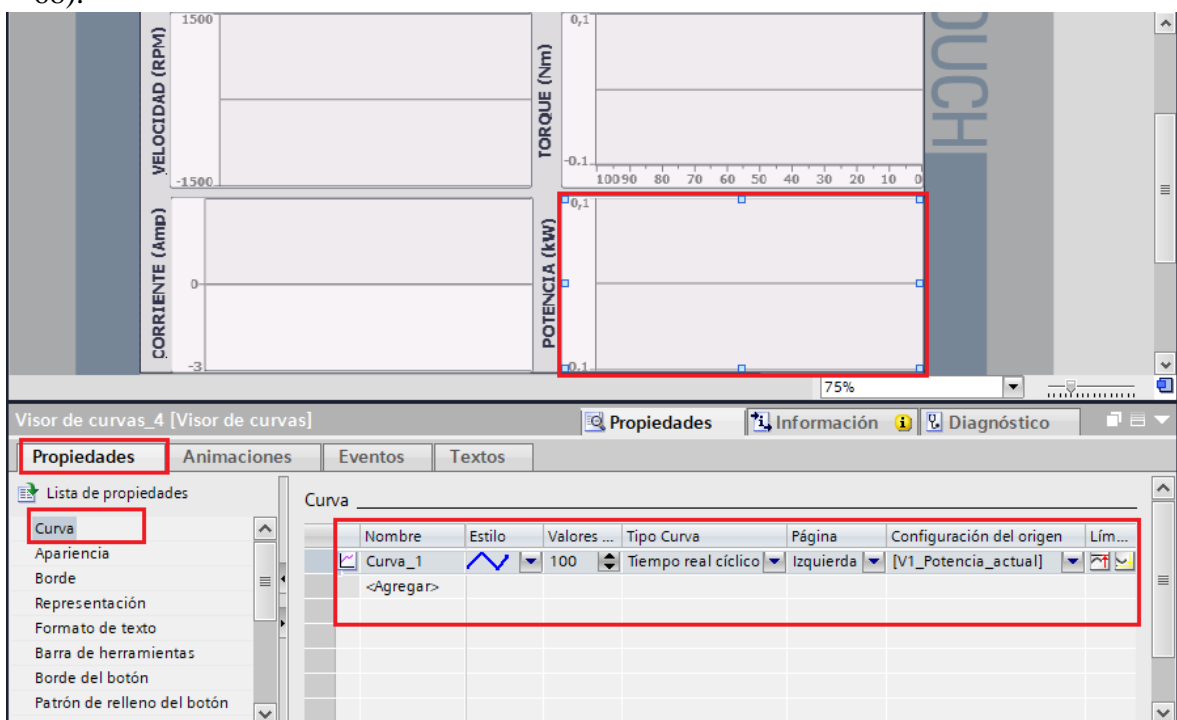


Figura 68. Configuración visor de curvas de Potencia.

- **Botón ATRÁS:** seleccionar el botón ATRÁS, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “**ActivarImagenAnterior**” (ver Figura 69).

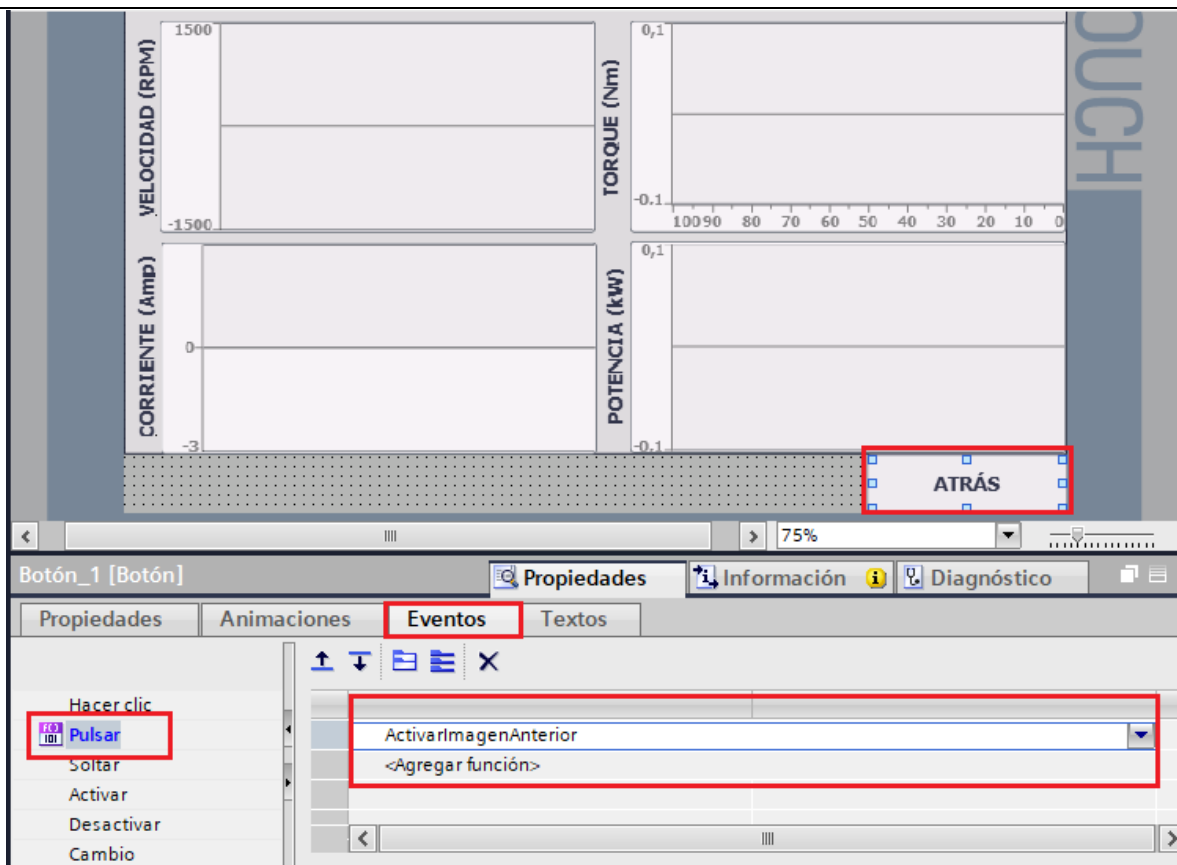


Figura 69. Configuración botón ATRÁS.

19. Configuración de la imagen “MOTOR_2”.

- Para realizar la configuración de la imagen de “MOTOR_2”, se debe seguir los pasos vistos anteriormente en el **punto 17**, simplemente cambiar las variables del Variador 1 por las variables del **Variador 2**.

20. Configuración la imagen “VISOR_CURVAS_MOTOR_2”.

- Para realizar la configuración de la imagen de “VISOR_CURVAS_MOTOR_2”, se debe seguir los pasos vistos en el **punto 18**, simplemente cambiar las variables por las variables del Variador 1 por las variables del **Variador 2**

21. Configuración de la imagen “AVISOS”.

(1) Para realizar la configuración debe dirigirse a “Imagen raíz” / “AVISOS”.

- En la imagen “AVISOS”, se debe configurar un “Visor de avisos”, el cual permitirá observar si uno de los variadores ha sufrido algún fallo y el tipo de fallo según la definición VIKNAMUR cuando se notifique un error.
- Se debe configurar dos botones, un botón denominado “ATRÁS” para regresar a la ventana anterior, y un segundo botón denominado “ACUSAR FALLO” para realizar el acuse de fallo y resetear el variador, en caso de haber algún error.
- A continuación, se presenta la disposición de las herramientas (1) Botón, (2) Visor de Avisos para la configuración de la ventana de “Avisos” (ver Figura 70).

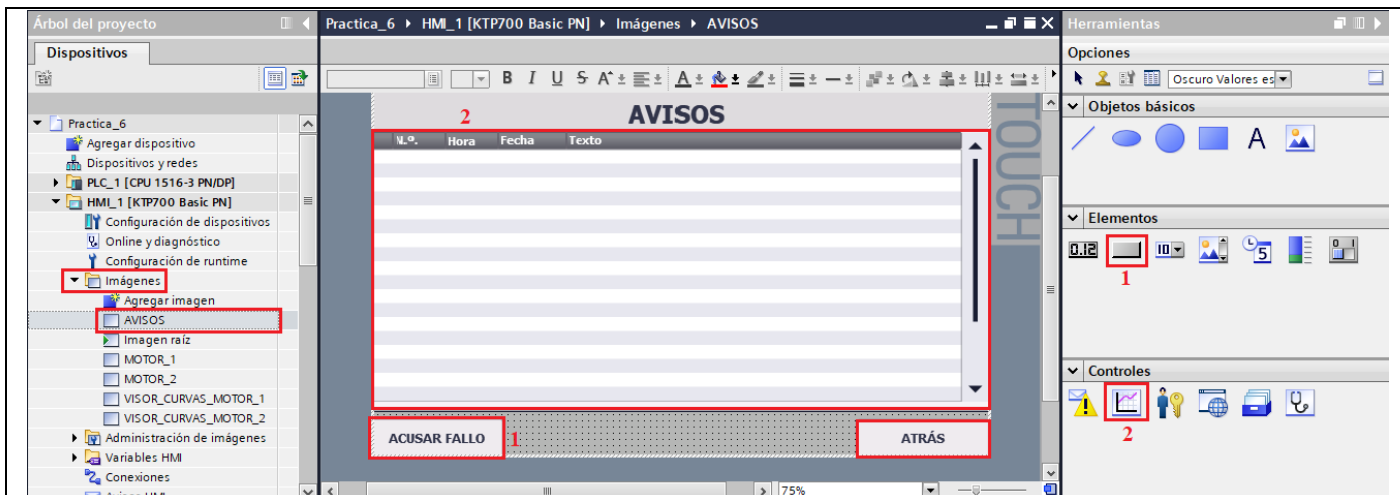


Figura 70. Configuración de la imagen AVISOS.

- **Configuración Visor de Avisos:** Seleccionar el Visor de avisos, luego hacer clic en “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Visualización” seleccionar “Avisos pendientes”.
- En “Categoría de aviso” seleccionar “Errors” (ver Figura 71).

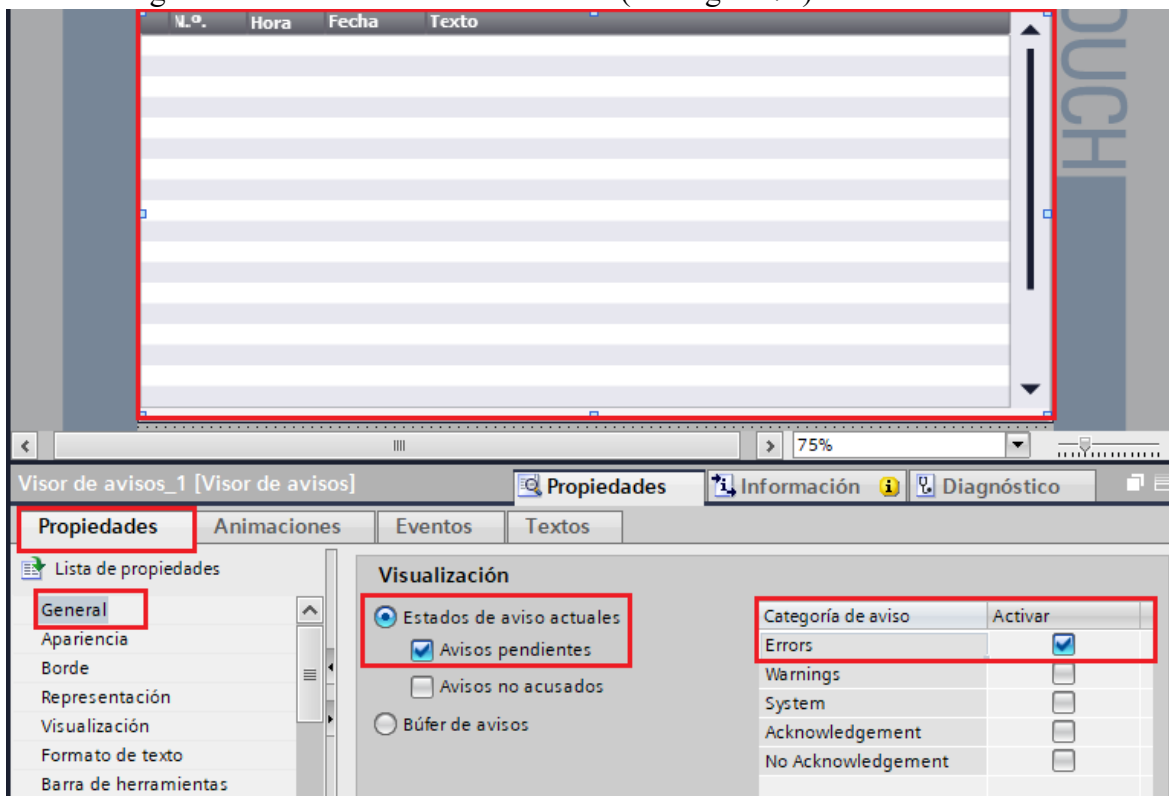


Figura 71. Configuración Visor de aviso

- **Configuración de botones:**
- **Botón ACUSAR FALLO:** seleccionar el botón ACUSAR FALLO, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarBitMientrasTeclaPulsada”
- En “Variable (Entrada/Salida)” seleccionar “V1_ACK_Error”.
- Luego nuevamente hacer clic en “<Agregar función>” y seleccionar “ActivarBitMientrasTeclaPulsada”
- En “Variable (Entrada/Salida)” seleccionar “V2_ACK_Error” (ver Figura 72).

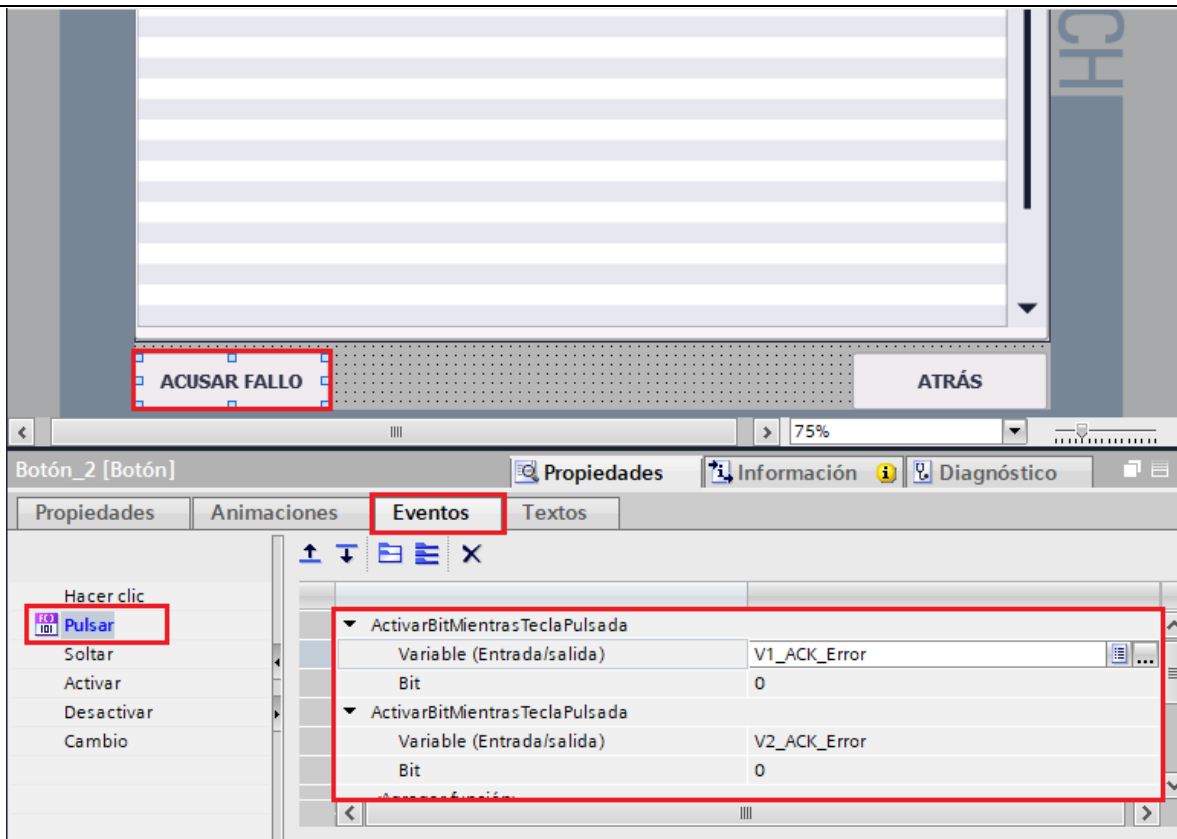


Figura 72. Configuración botón ACUSAR FALLO.

- Botón ATRÁS: seleccionar el botón ATRÁS, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarImagenAnterior” (ver Figura 73)

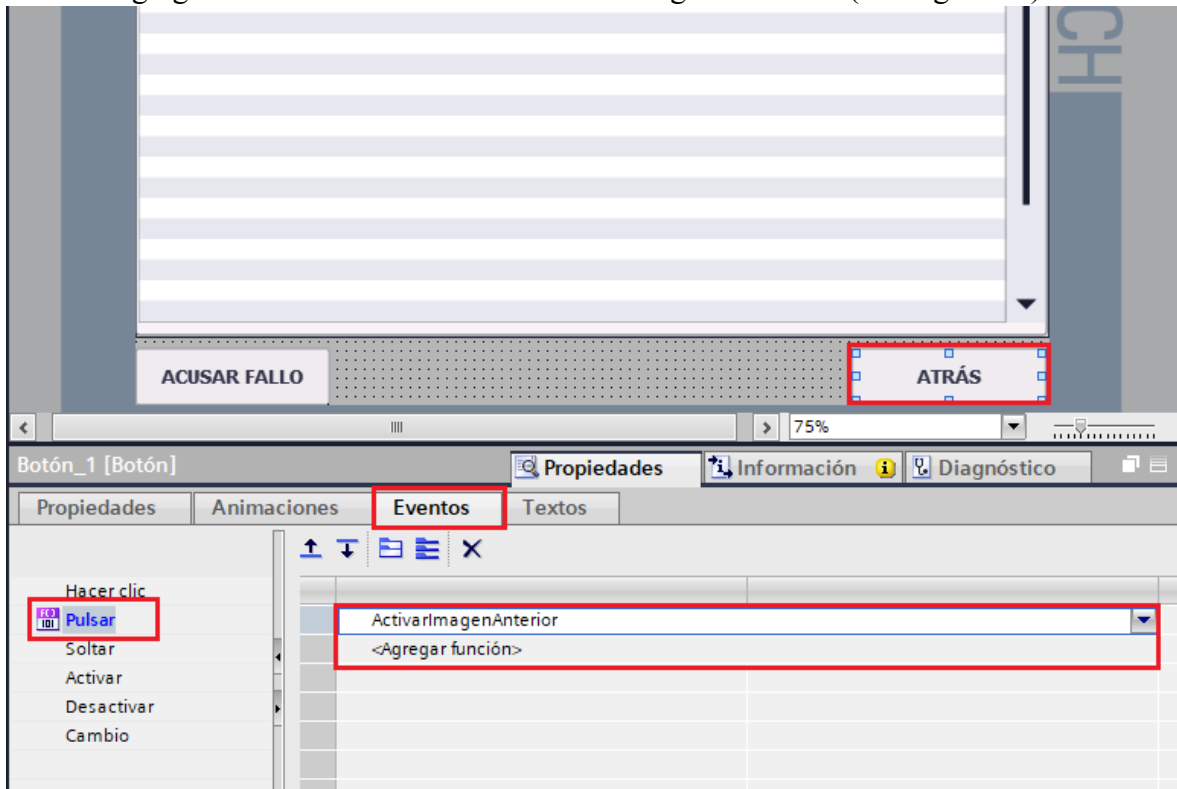


Figura 73. Configuración botón ATRÁS.

(2) Agregar avisos según la definición VIKNAMUR

- Para agregar los avisos en el HMI, debe dirigirse a “HMI_1[KTP700 Basic PN]” / “Avisos HMI” / “Avisos de bit” (ver Figura 74).

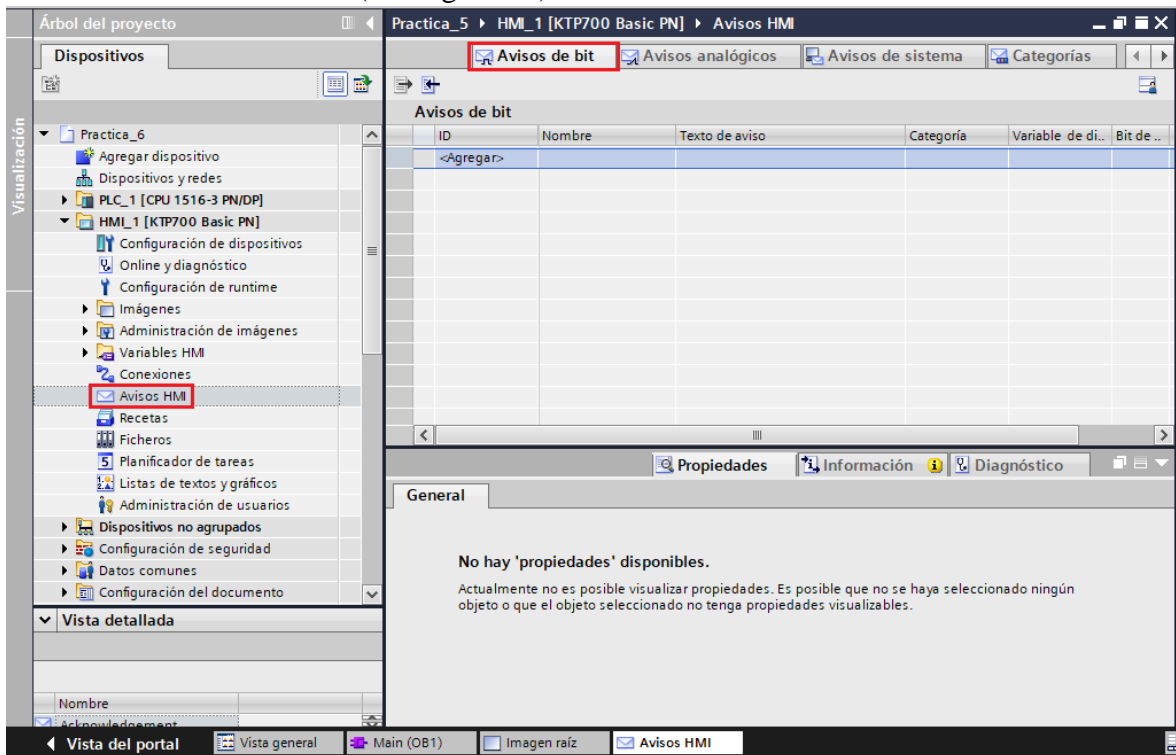


Figura 74. Ventana Avisos HMI.

- Para agregar los avisos se presiona en “Agregar”.
- En “Categoría” seleccionar “Errors”.
- En “Variable de disparo” seleccionar la variable del PLC_1 “V1_Error_VIKNAMUR” correspondiente al primer variador y “V2_Error_VIKNAMUR” correspondiente al segundo variador. (ver Figura 75).
- En “Texto de aviso” se debe escribir todos los avisos correspondientes a la definición VIKNAMUR, también considerar el bit de disparo (ver Figura 76)

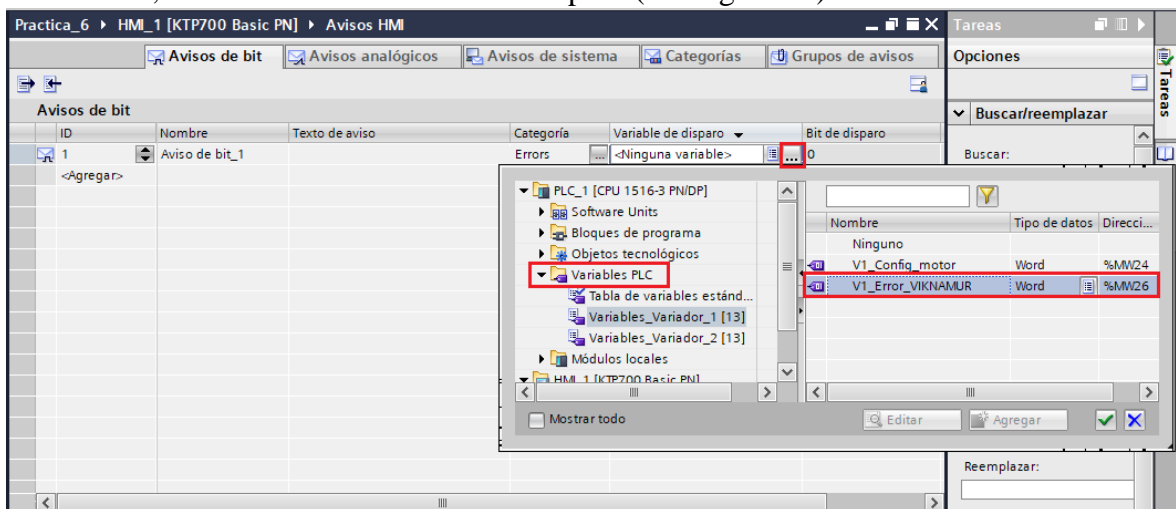


Figura 75. Agregar variable de disparo “V1 Error VIKNAMUR”.

Bit	Significado
0	1 = La Control Unit notifica un fallo
1	1 = Fallo de red: pérdida de fase o tensión inadmisible
2	1 = Sobretensión en circuito intermedio
3	1 = Fallo del Power Module, p. ej., sobreintensidad o exceso de temperatura
4	1 = Exceso de temperatura del convertidor
5	1 = Defecto a tierra/entre fases en el cable del motor o en el motor
6	1 = Sobrecarga del motor
7	1 = Comunicación con controlador superior averiada
8	1 = Fallo en un canal de vigilancia seguro
10	1 = Fallo en la comunicación interna del convertidor
11	1 = Fallo de red
15	1 = Otro fallo

Figura 76. Texto de aviso según VIK-NAMUR.

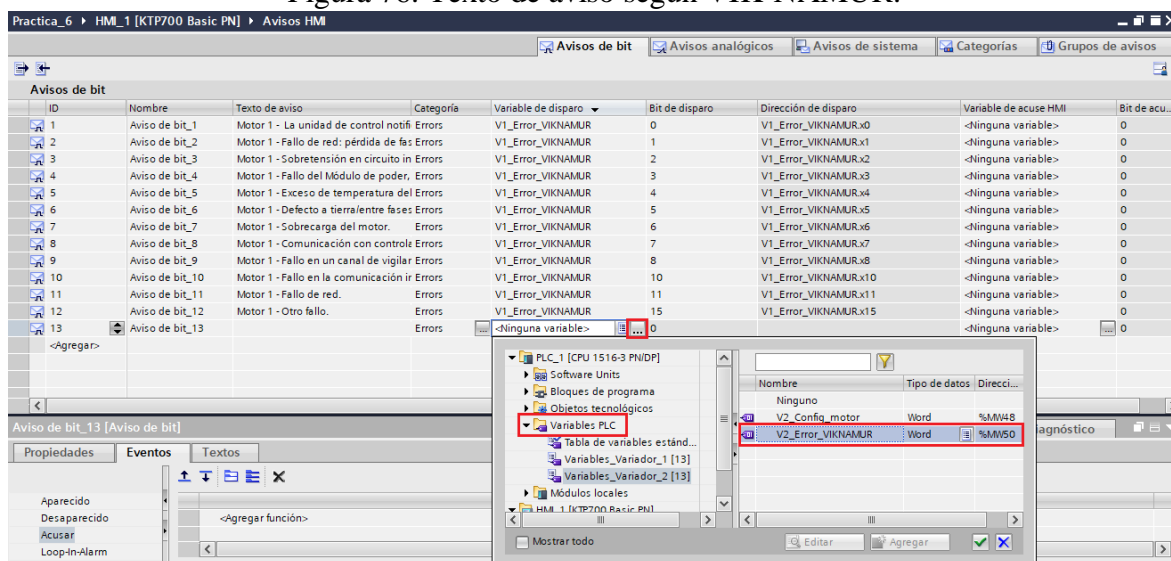


Figura 76. Agregar variable de disparo "V2_Error_VIKNAMUR".

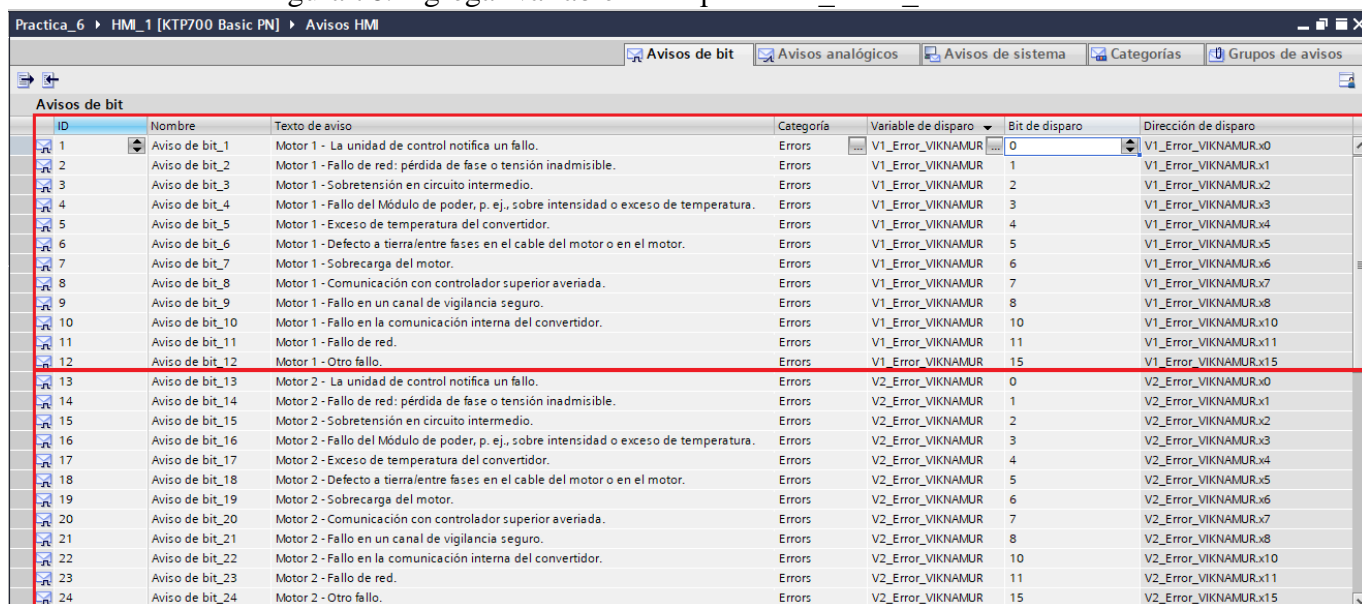


Figura 77. Avisos VIK-NAMUR.

22. Finalmente se debe cargar el programa en el PLC.

23. Verificamos el funcionamiento respectivo de la práctica
Ventana Principal

- En la ventana principal se visualizará el estado del motor 1 y motor 2, se visualizará la velocidad a la que está funcionando cada motor, si está en estado activo, bloqueado y error.
- En la parte inferior cuenta con un menú para ingresar a la ventana de control del motor 1, ventana de avisos y ventana de control del motor 2.

Ventana Motor 1 y Motor 2

- La ventana de control del motor 1 y motor 2 cuentan con la misma función, tienen un botón de: Inicio, Paro, Invertir Giro y campo para ingresar la consigna de velocidad del motor respectivamente.
- También se visualiza el estado en el que se encuentra cada motor, y se muestran los parámetros de salida como velocidad, corriente, torque y potencia.
- En la parte inferior cuenta con un menú para ingresar al visor de curvas, a la ventana de avisos y para regresar a la ventana principal.

Ventana de Visor de Curvas para motor 1 y motor 2.

- La ventana de visor de curvas cuenta con cuatro visores que representan las curvas de los parámetros de salida los cuales son de velocidad, corriente, torque y potencia.
- Cuenta con un botón que nos permite regresar a una ventana anterior.

Ventana de Avisos.

- La ventana de avisos nos indica si ha ocurrido algún tipo de fallo en uno de los Variadores de frecuencia, en el caso de haber algún fallo, se cuenta con un botón “ACUSE DE FALLO”, el cual nos permite confirmar si el fallo ha sido resuelto presionando el botón, para nuevamente continúan con el funcionamiento del motor.
- Una vez que se ha reseteado el variador, presionar el botón de paro, y luego continuar con el respectivo funcionamiento del variador.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

CONCLUSIONES:

REFERENCIAS:

- [1] Siemens. 2012. SIMATIC PROFINET System Description. [online] Available at: <<https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/19292127?c=36666905483&lc=en-EG>> [Accessed 14 July 2022].
- [2] Universidad PROFINET. 2022. Control de movimiento y PROFINET - Universidad PROFINET. [online] Available at: <<https://profinetuniversity.com/profinet-basico/control-de-movimiento-y-profinet/>> [Accessed 6 September 2022].
- [3] newsiemens. 2022. SIMATIC S7-1500. [online] Disponible en: <<https://new.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/sistemas/simatic/controladores-simatic/simatic-s7-1500.html>>
- [4] Siemens AG, “Convertidores con las Control Units CU250S-2,” Tech. Rep., 2020. [Online]. Available at: <https://new.siemens.com/global/en/products/drives.html>
- [5] SIEMENS. 2022. Biblioteca LSINAEExt . [en línea] Disponible en: <https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/109747655/109747655_LSINAEExt_DOC_v101_en.pdf>
- [6] AUTYCOM. 2022. ¿Qué es un sistema HMI y para qué sirve? | AUTYCOM. [online] Available at: <<https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-hmi/>>

ANEXO 7



**FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE
LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE
SIMULACIÓN – PARA DOCENTES**

CARRERA: ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES

NRO. PRÁCTICA:

7

TÍTULO PRÁCTICA: CONTROL DE UNA CINTA TRANSPORTADORA PARA DOS ETAPAS DE MECANIZADO MEDIANTE EL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G120, PLC S7-1500 Y HMI (WINCC) A TRAVÉS DE LA RED DE COMUNICACIÓN PROFIBUS Y EL USO DEL TELEGRAMA 1

OBJETIVO: Realizar el control de una cinta transportadora para dos etapas de mecanizado mediante la red de comunicación Profibus y el uso del telegrama 1.

Objetivos específicos:

- Realizar las conexiones de hardware de la red de comunicación Profibus entre el PLC, S7-1500, HMI y Variador G120 para el respectivo control y comunicación de los dispositivos.
- Configurar los parámetros del motor y seleccionar el telegrama 1 para la respectiva comunicación entre PLC y Variador.
- Configurar en el software Tia Portal la red Profibus, y asignar respectivamente las direcciones de bus de campo correspondientes a cada dispositivo para la correcta comunicación entre equipos.
- Seleccionar y configurar el telegrama de comunicación “Telegrama 1” para la emisión y recepción de los parámetros para el control del motor.
- Configurar el HMI y realizar una interfaz para la visualización del control de la cinta transportadora.

INSTRUCCIONES

(Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):

1. Requisitos y conocimientos previos

- Configuración de red Profinet.
- Configuración de red Profibus.
- Configuración de parámetros de motor a través del IOP-2.
- Telegramas de comunicación.
- Configuración en HMI (WINCC).

2. Equipos, instrumentos y software

Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie
Software TIA PORTAL	1	-	V15.1
PLC S7-1500	1	SIEMENS	S7-1500
Unidad de Control CU250S-2	1	SIEMENS	CU250S-2
Módulo de Potencia PM240-2	1	SIEMENS	PM240-2
IOP-2	1	SIEMENS	IOP-2
Motor Trifásico de 6 bornes	1	-	-
Cable Profinet	2	-	-

3. Exposición

Profibus

Profibus es un estándar de comunicación dentro de las redes industriales, es un bus de campo, que permite la comunicación entre los dispositivos de campo como sensores, drivers a sistemas de control maestro como PLC's [1].

Existen tres tipos de comunicación Profibus, Profibus FMS (en la actualidad ya no se usa), Profibus DP (protocolo más usado, permite el intercambio de datos rápido y cíclico) y Profibus PA (dirigido a equipos de Automatización de procesos y comunicación con equipos de campo válvulas, transmisores de presión, temperatura, variadores, etc) [2].

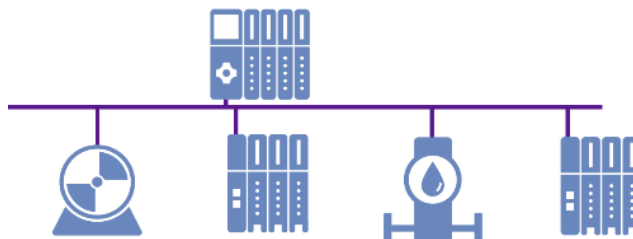


Figura 1. PROFIBUS DP.

PLC S7-1500

Es un sistema modular y de aplicación universal, que, gracias a su incremento en la velocidad del procesamiento de comandos, ofrece un mejor y mayor rendimiento.

El sistema está compuesto por:

- Unidad de procesamiento central (CPU).
- Módulos de entradas y salidas digitales
- Módulos de entradas y salidas analógicas.
- Módulos de comunicación.
- Accesorios [3].



Figura 2. PLC S7-1500.

- **SINAMICS G120**

Los convertidores de frecuencia SINAMICS G120 están creados para la regulación exacta y rentable de la velocidad de motores trifásicos. Por lo general están formadas por dos unidades funcionales la Unidad de control (CU) y el Módulo de Poder (PM) [4].



Figura 3. Componentes del variador de frecuencia G-120.

- **Telegrama de comunicación 1.**

El telegrama sirve para la comunicación PROFINET entre el PLC y el variador de frecuencia G-120. Está compuesta de una palabra de mando que envía órdenes al variador y una palabra de estado que recibe información del estado del variador en un ancho de dos palabras. [5]

El telegrama de comunicación 1 permite el control de la velocidad del motor. El telegrama sirve para la comunicación PROFINET entre el PLC y el variador de frecuencia G-120.

- **HMI.**

El HMI es la interfaz en la que se comunica al operador de una fábrica con cualquier proceso de automatización industrial. Esta herramienta permite a supervisores de línea y operarios la coordinación y posterior control de los procesos que se llevan a cabo en la industria, mediante la traducción de variables complejas en información útil y procesable [6].



Figura 4. HMI.

4. Proceso

- 1) Realizar la conexión de hardware de la red de comunicación

- Profinet entre el PLC S7-1500, HMI (WINCC) y la comunicación Profibus desde el PLC hacia el Variador de frecuencia G120.
- 2) Configurar los datos de motor y selección del telegrama 1 mediante IOP-2.
 - 3) En Tia Portal, agregar los dispositivos a usar, configurar la red Profinet y la comunicación Profibus.
 - 4) Configurar los parámetros para la puesta en marcha del motor.
 - 5) Configurar el HMI para el control del motor.
 - 6) Activar los avisos en caso de fallos en el variador G120.
 - 7) Verificar el funcionamiento.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

Para cumplir con el desarrollo de la presente práctica se debe seguir el siguiente procedimiento.

1. Realizar la conexión de hardware de la red de comunicación Profinet entre el PLC S7-1500 y el Variador de Frecuencia G120 (ver Figura 5).

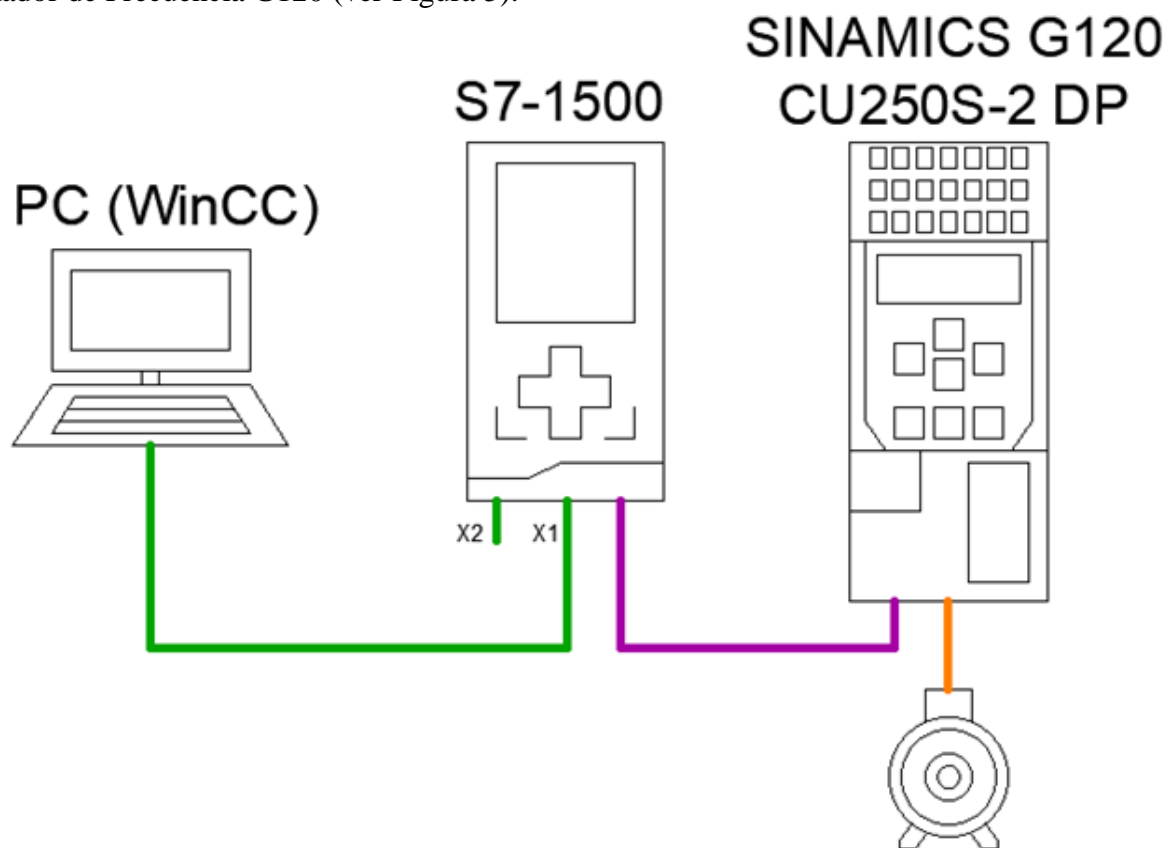


Figura 6: Conexión hardware Profinet.

2. Realizar la conexión entre el Variador de frecuencia G120 y el motor trifásico, la configuración del motor será triángulo (ver Figura 7).



Figura 7. Conexión triángulo del motor.

3. Configurar los parámetros del motor a través del IOP-2.

Para configurar los parámetros del motor, se procederá de la misma manera que se realizó en la “Práctica 4” en el “Paso N° 4”.

- Para ello en ubicarse en la ventana “p922 PZD Selec_telegr” escogemos el telegrama que vamos a usar “1: Teleg estándar 1” (ver Figura 8), y presionamos el botón “OK” para guardar la configuración y luego el botón “ESC” para regresar a la ventana principal.

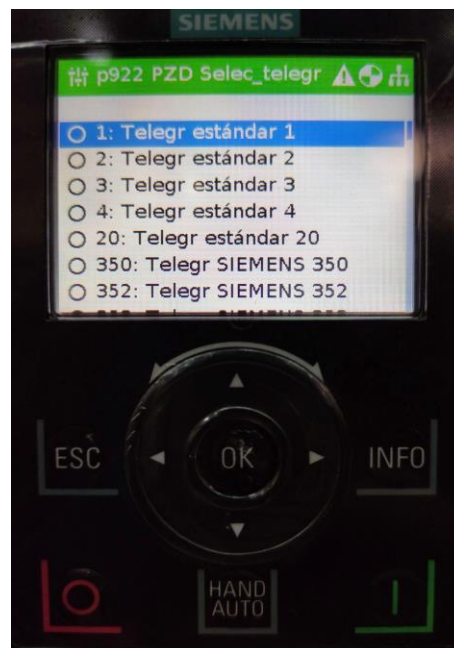


Figura 8. Telegrama estándar 1.

- Luego procedemos a realizar la “Identificación del motor.”

Nota: Verificar que esté activo el icono “Auto”

4. Crear un nuevo proyecto en Tia Portal.

Abrir Tia Portal y crear un nuevo proyecto (ver Figura 9).

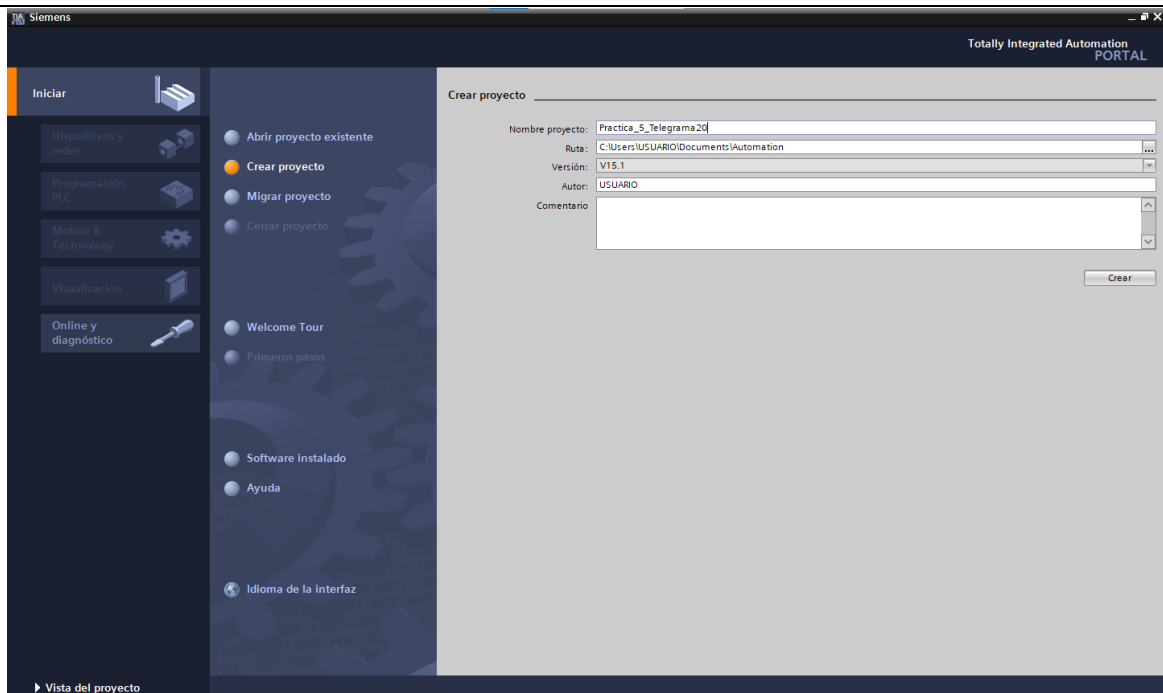


Figura 9. Creación de proyecto.

En la ventana de “Dispositivos y redes”, agregamos el PLC S7-1500 para ello seguimos los siguientes pasos:

- Dar clic en “Agregar dispositivos” y dar clic en “Controladores” / “SIMATIC S7-1500” / “CPU” / “CPU 1516-3 PN/DP” / “6ES7 516-3AN01-0AB0”, dentro de la opción “Versión” seleccionar “V2.6” (ver Figura 10) y dar clic en “Agregar”.

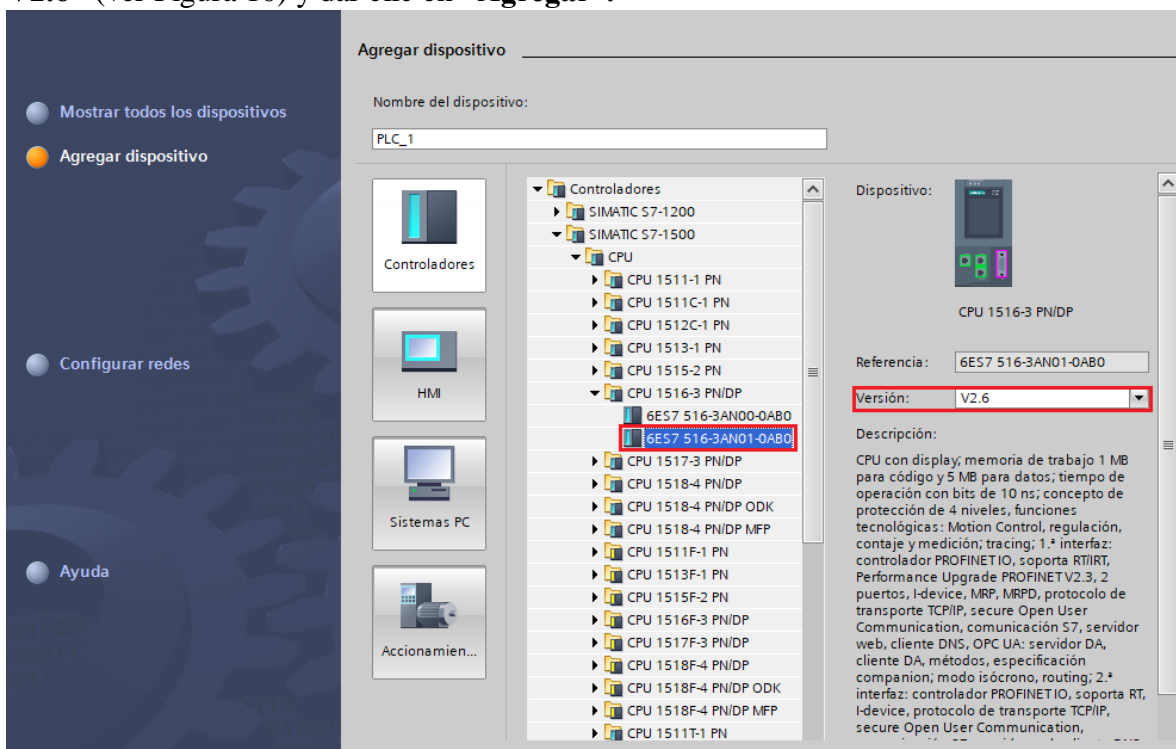


Figura 10. Selección del dispositivo que se va a utilizar.

Después de agregar el dispositivo, el mismo aparece en la ventana “Dispositivos y Redes”, para que

el controlador funcione de manera correcta se debe agregar los módulos que componen al controlador. Se procede a agregar los módulos siguiendo los siguientes pasos:

- Ubicarse en la ventana de “**Catálogo de Hardware**” en la parte derecha de la pantalla.
- Para agregar el “Módulo de potencia” hacer clic en **PM** / “**PM 190W 120/230VAC**” / “**6EP1333-4BA00**”.
- Para agregar el “Modulo entrada analógica” hacer clic en “**AI**” / “**8xU/I/RTD/TC ST**” / “**6ES7 531-7KF00-0AB0**”, seleccionar la versión “**V2.2**”
- Para agregar el “Módulo de salida analógica” hacer clic en “**AQ**” / “**AQ 4xU/I ST**” / “**6ES7 532-5HD00-0AB0**”, seleccionar la versión “**V2.2**”
- Para agregar el “Módulo de entradas digitales” hacer clic sobre en “**DI**” / “**DI 32x24VDC HF**” / “**6ES7 521-1BL00-0AB0**”, seleccionar la versión “**V2.1**”
- Para agregar el “Módulo de salidas digitales” hacer clic en “**DQ**” / “**DQ 32x24VDC/0.5A HF**” / “**6ES7 522-1BL01-0AB0**”, seleccionar la versión “**V1.1**” (ver Figura 11).

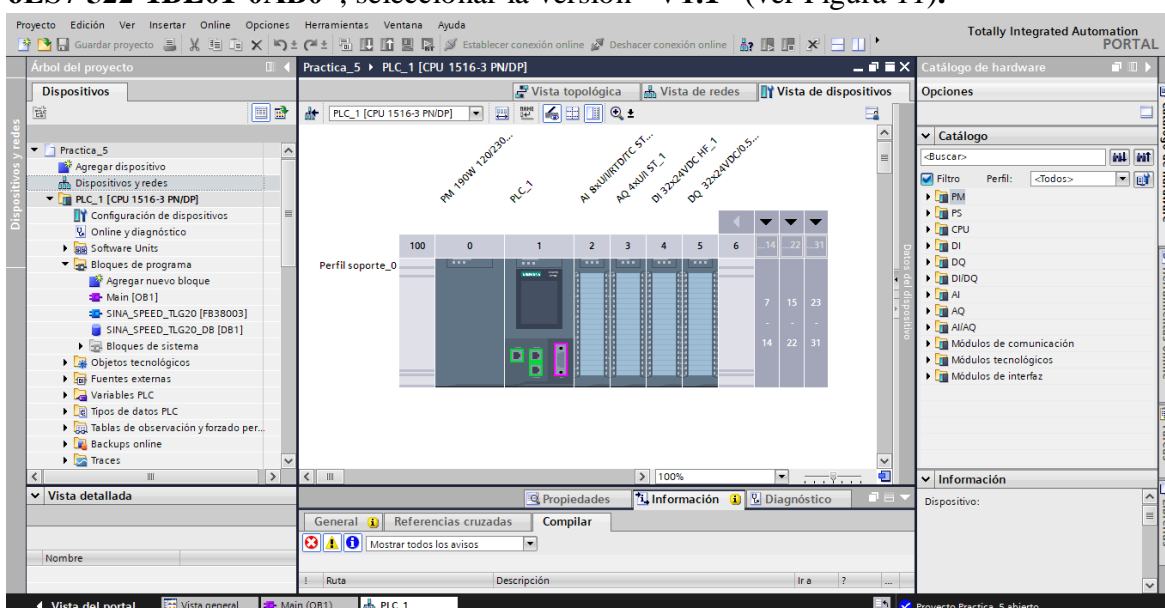


Figura 11. Módulos del controlador.

5. Configuración de la dirección PROFIBUS DP del variador de frecuencia G120.

Para realizar la configuración de la dirección de bus de campo, se debe abrir la tapa inferior de la CU250S-2 DP en la cual se encuentra un “DIP - SWITCH” (ver Figura 12).

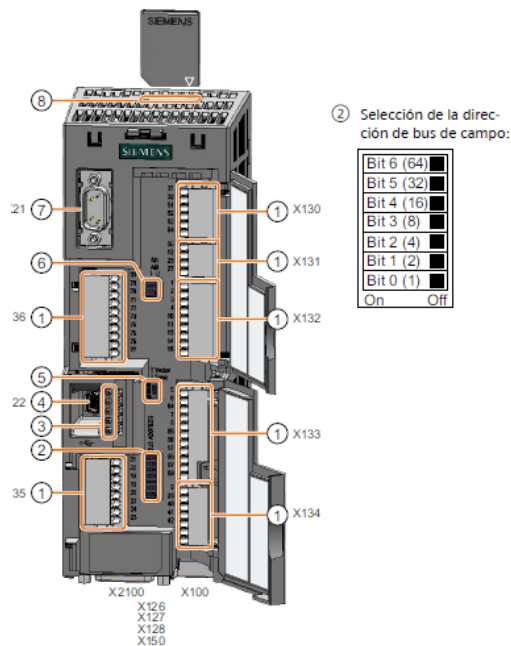


Figura 12. Interior del variador de frecuencia.

Configurar la dirección que se va a utilizar, en este caso será la dirección número 3 tal y como se observa en la Figura 13.

Nota: El direccionamiento se da en binario.

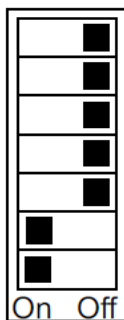


Figura 13. Configuración del bus de campo para la comunicación PROFIBUS.

6. Agregar el Variador de frecuencia SINAMICS G120 PROFIBUS DP.

Para agregar el variador de frecuencia se debe ubicar en “Dispositivos y redes” y luego se debe seguir los siguientes pasos:

- Hacer clic sobre “**Vista de redes**”.
- Ubicarse sobre la ventana “**Catálogo de hardware**”.
- Para agregar el variador seleccionar “**Otros dispositivos de campo**” / “**PROFIBUS DP**” / “**Accionamientos**” / “**SIEMENS AG**” / “**SINAMICS**” / “**SINAMICS G120 CU250S-2 Vec V4.7**” / “**6SL3 246-0BA22-1PAX**” (ver Figura 14).
- Luego damos doble clic para agregar el dispositivo.

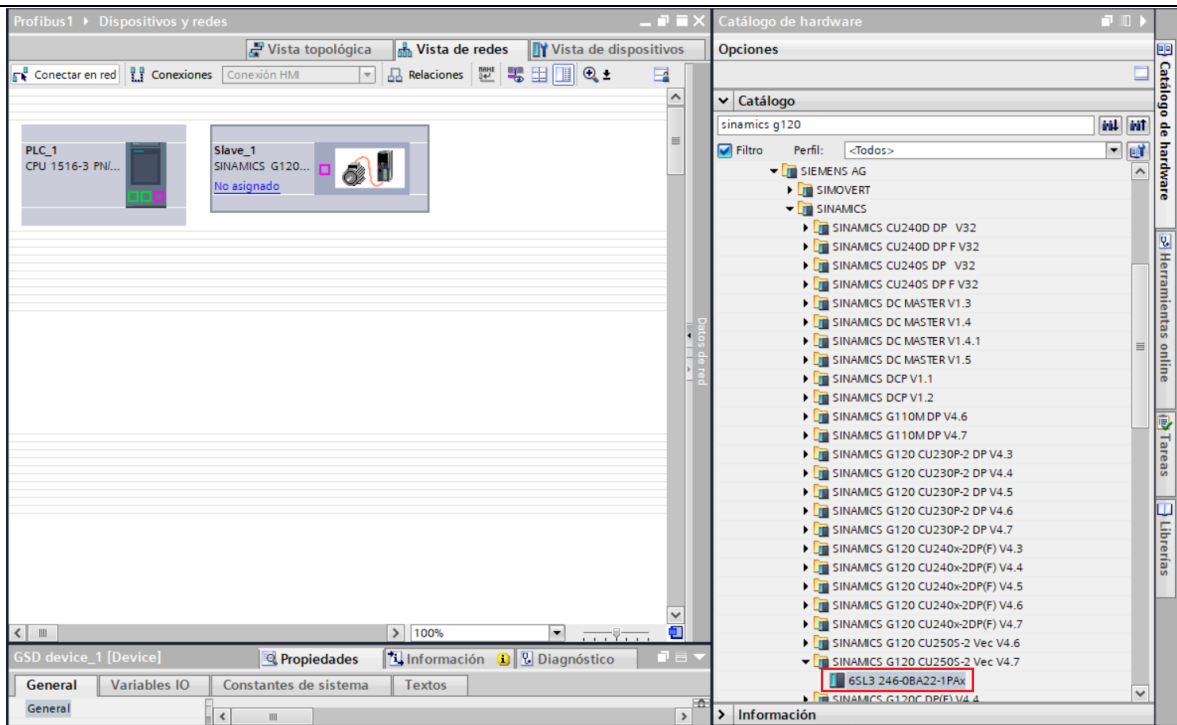


Figura 14. Agregar el variador de frecuencia G120.

Una vez agregado el variador de frecuencia, asignar el telegrama de comunicación (Telegrama estándar 1), para lo cual se debe dar doble clic sobre el Variador de frecuencia y luego dirigirse a la pestaña “Catálogo de Hardware”/ “Módulo de cabecera”.

- Posteriormente dar doble clic sobre “Telegrama estándar 1, PZD-2/2”, si el telegrama fue agregado correctamente, en la pestaña “Vista general de dispositivos” se podrá observar el telegrama 1 (ver Figura 15).

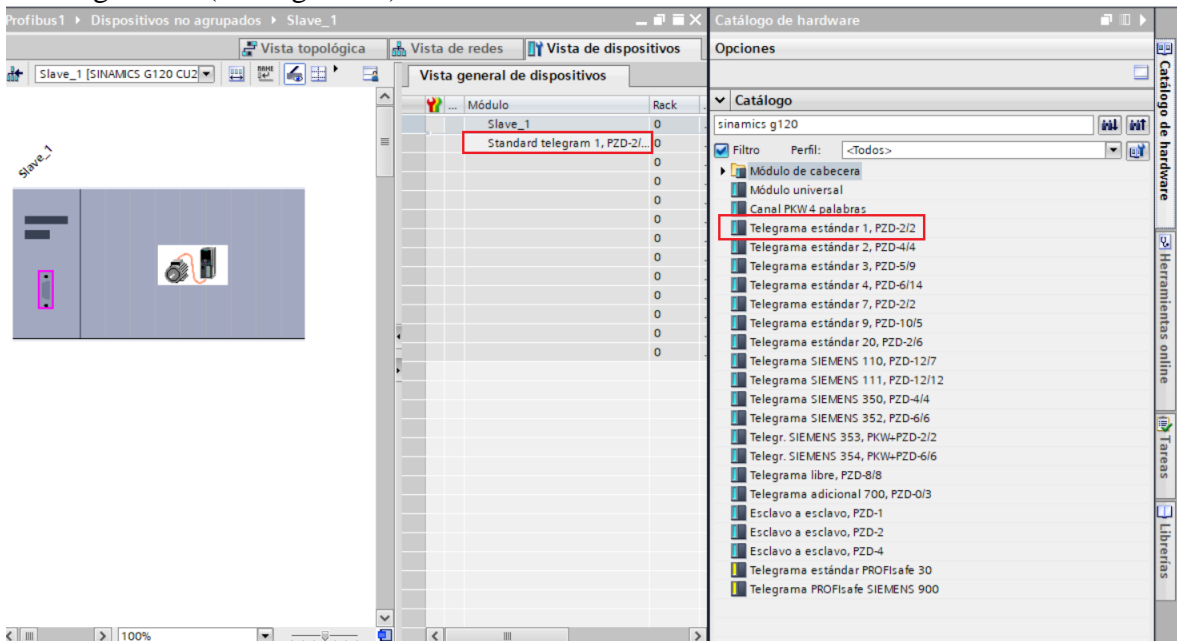


Figura 15. Asignar el telegrama estándar 1.

7. Agregar el HMI

Para agregar el HMI seguir los siguientes pasos:

- Ubicarse en el “Árbol de proyecto” y hacer clic en “Agregar dispositivo”

- Luego hacer clic sobre “HMI” / “SIMATIC Basic Panel” / “7” Display” / “KTP700 Basic” / “6AV2 123-2GB03-0AX0” (ver Figura 16). Luego seleccionar aceptar.

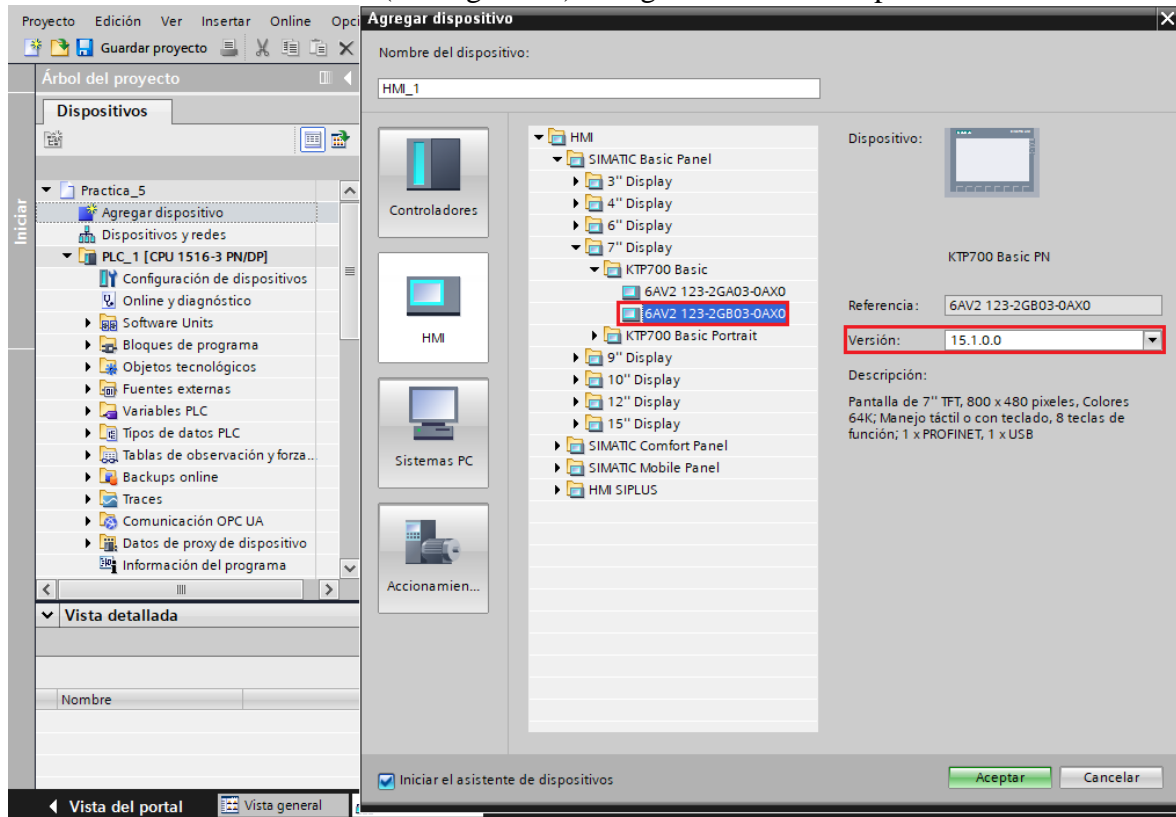


Figura 16. Seleccionar el HMI a utilizar.

Luego se debe configurar el HMI, mediante el “Asistente de panel de operador”, en la ventana “Conexiones PLC” se debe seleccionar el PLC al que se conectara el HMI mediante Profinet, para ello hacer clic en “Examinar” y luego seleccionar “PLC_1” (ver Figura 17). Finalmente presionar el botón “Finalizar”.

Nota: En el “Asistente de panel de operador”, en la ventana “Avisos” desactivar todos los avisos.

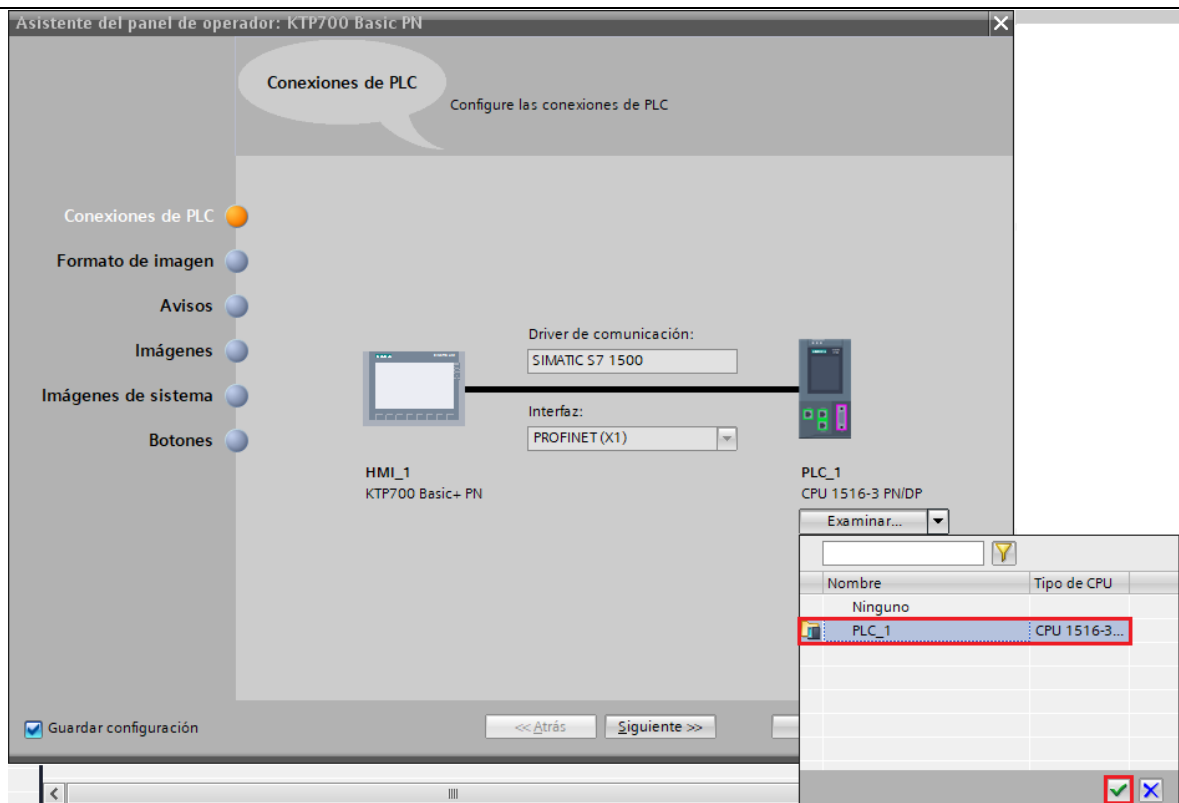


Figura 17. Asistente de panel de operador.

8. Una vez agregado el HMI, es necesario realizar la configuración de las direcciones IP para la comunicación tanto en el PLC como en el HMI, y asignar las direcciones Profibus en el PLC y en el variador de frecuencia SINAMICS G-120.
- Nota:** En el protocolo Profinet se puede asignar cualquier dirección IP a los dispositivos siempre y cuando estén en red. Para la comunicación profibus se asigna una dirección para cada dispositivo en el rango de 1 a 127. Los dispositivos no pueden tener la misma dirección entre sí.
- Para asignar la dirección a los dispositivos se debe hacer clic sobre **“Vista de redes” / “Mostrar direcciones”** (ver Figura 18).

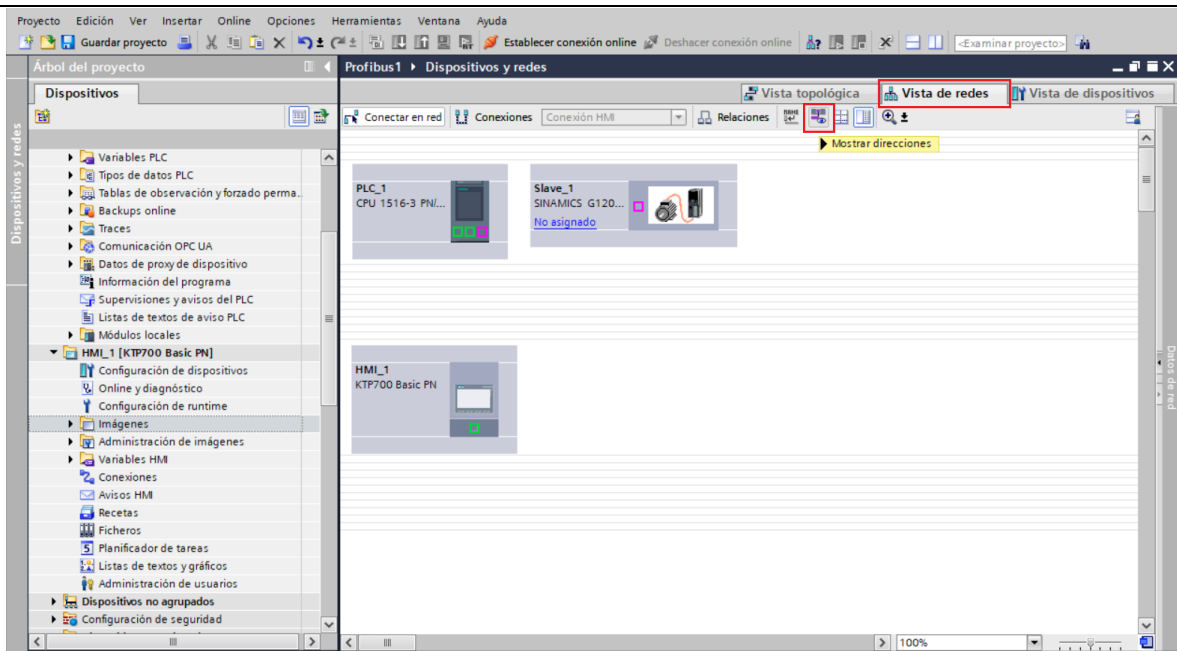


Figura 18. Mostrar direcciones.

Cuando se puedan observar las direcciones asignadas a cada equipo, proceder al seteo de cada una de ellas.

Configuración de direcciones Profinet.

- En el PLC S7-1500 configurar la dirección IP: **192.168.0.1**
- En el HMI configurar la dirección IP: **192.168.0.2**
- En el variador SINAMICS G120 configurar la dirección IP: **192.168.0.3**

Configuración de direcciones Profibus.

- En el PLC configurar la dirección **2**.
- En el Variador G-120 configurar la dirección **3** (Ver Figura 19).

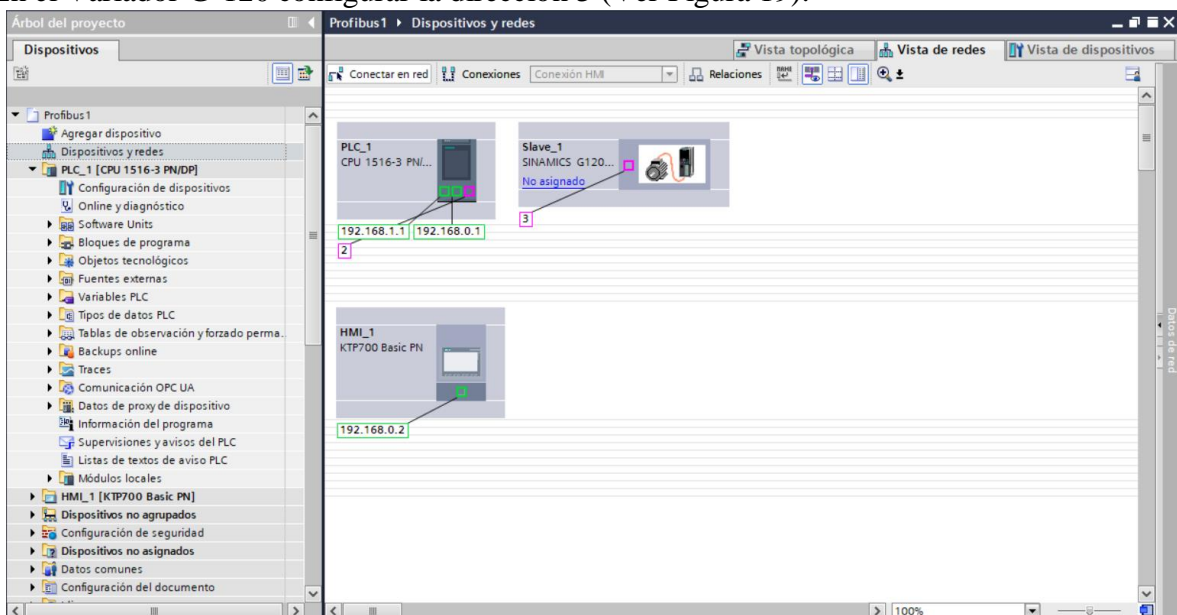


Figura 19. Configuración de direcciones IP.

Nota: En la tapa inferior del variador de frecuencia G-120 se encuentra un “DIP-SWITCH” integrado para seleccionar la dirección de comunicación Profibus. El “DIP-SWITCH” debe ser configurado con la misma dirección seteada en TIA PORTAL v15 para que la comunicación se lleve a cabo sin ningún

problema (Ver figura 12).

9. Posteriormente se procede a configurar la conexión tanto de Profinet como Profibus, para ello hacer click sobre el puerto profinet del PLC y arrastrarlo hacia el puerto del HMI. Finalmente hacer click en el puerto Profibus del PLC y arrastrarlo hacia el puerto correspondiente del SINAMICS G-120. (ver Figura 20).

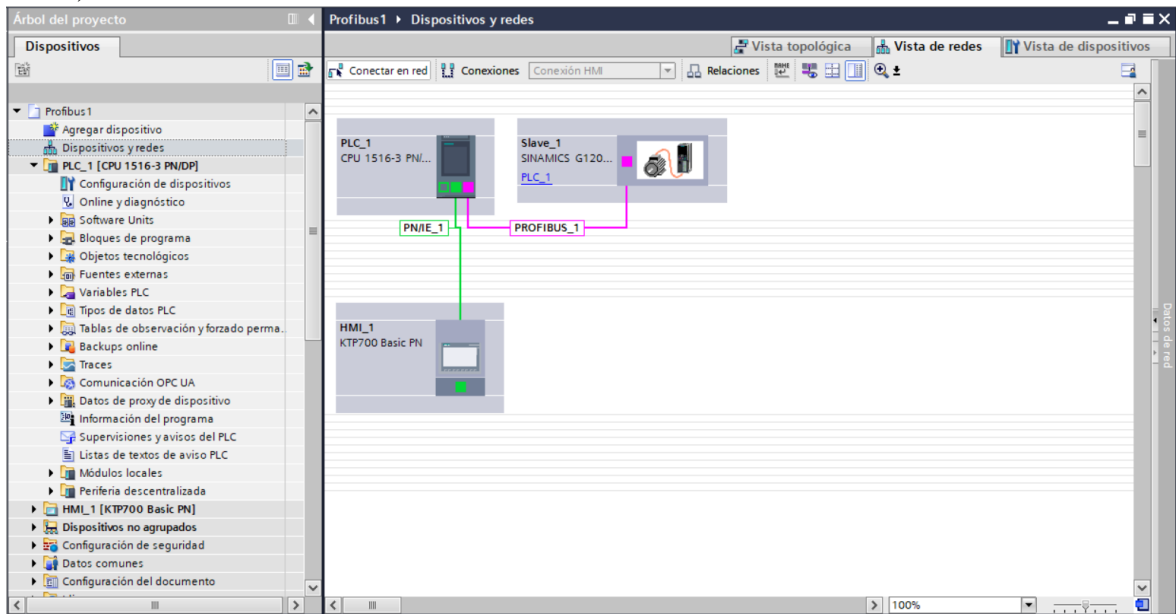


Figura 20. Conexión profibus y profinet

10. Activar las marcas de ciclo para la correcta comunicación profibus.

- En la ventana “**Dispositivos y redes**” dirigirse a la pestaña “**Vista de redes**”
- Dar click en el PLC y dirigirse al apartado de “**Propiedades**”. (ver Figura 21).

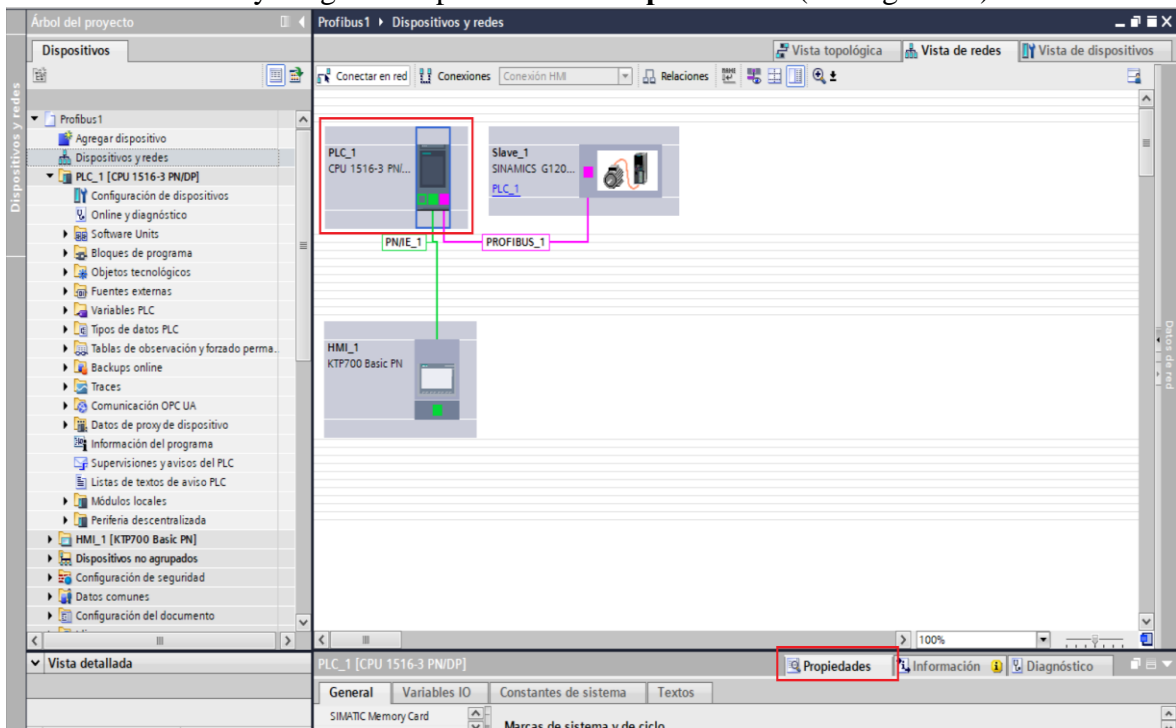


Figura 21. Ingresar a la configuración de las marcas de ciclo.

- En la pestaña “**Propiedades**”, dirigirse a Marcas de sistema y de ciclo.
- Una vez en la ventana activar los bits de marcas de sistema y los bits de marcas de ciclo.

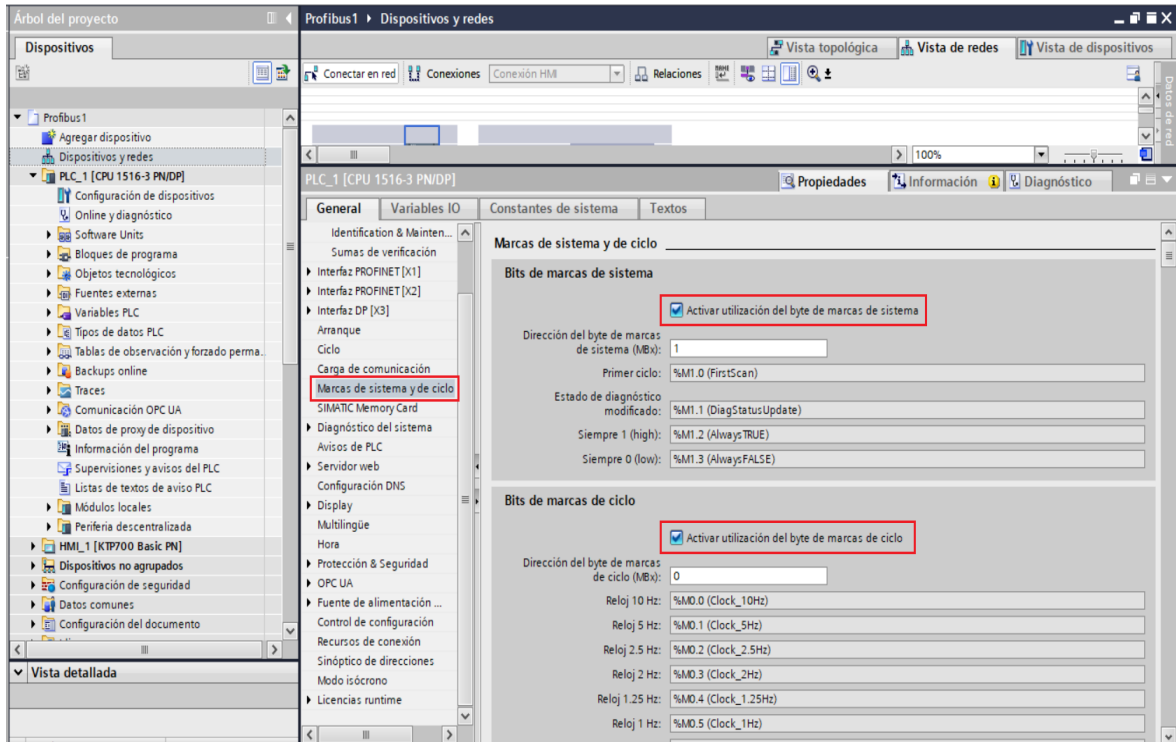


Figura 22: Encender los bits de marcas de ciclo.

11. Creación de las variables a utilizar y adición del Telegrama 1.

Para iniciar con la programación del programa es necesario crear y asignar nombres a todas y cada una de las variables, para ello ubicarse en el “Árbol del proyecto” y hacer clic en “PLC_1 [CPU 1516-3 PN/DP]” / “Variables PLC” / “Tabla de variables estándar” (ver Figura 23).

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Supervis...	Comentario
15 Ingresar_velocidad	Real	%MD10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
16 Motor_Activo	Bool	%Q8.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
17 Motor_Bloqueado	Bool	%Q8.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
18 Error	Bool	%M8.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
19 Velocidad_Acual	Real	%MD14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
20 Inicio	Bool	%M20.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
21 Reset	Bool	%M20.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
22 Tiempo1	Time	%MD30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
23 Tiempo2	Time	%MD34	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
24 Tiempo3	Time	%MD38	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
25 Salida_1	Bool	%M21.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
26 Salida_2	Bool	%M21.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
27 Salida_3	Bool	%M21.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
28 Salida_4	Bool	%M21.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
29 Inicio2	Bool	%M22.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
30 Motor_deshabilitado	Bool	%M21.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
31 Motor_habilitado	Bool	%M21.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
32 <Agrega...>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Figura 23. Tabla de variables

Luego se procede a realizar la programación en el bloque Main, para ello se hace clic en “**PLC_1 [CPU 1516-3 PN/DP]**” / “**Bloques de programa**” / “**MAIN [OB1]**”.

- En el primer segmento se coloca el bloque Sina Speed correspondiente al Telegrama 1 dirigiéndose a “**Instrucciones**” / “**Paquetes opcionales**” / “**SinaSpeed**”, dar doble click en este último apartado y el bloque de programación se integrará al bloque **MAIN** (Ver figura 24).
- Posteriormente se configura el Telegrama de manera que pueda recibir diferentes datos de velocidad mientras el programa se está ejecutando. Esto se logra mediante una variable de tipo Real, con una marca de 4 bits que en este caso será “**MD10**” en el apartado “**SpeedSp**” del bloque “**SinaSpeed**”, se utiliza para regular la velocidad de la cinta transportadora una vez empieza el proceso de embotellamiento.
- Establecer el telegrama de comunicación “Telegrama 1” a las entradas “**HWIDSTW**” y “**HWIDZSW**”, para establecer la comunicación con el PLC_1 (ver Figura 24).
-
- El resto de etiquetas se puede configurar tal y como se observa en la Figura 24.

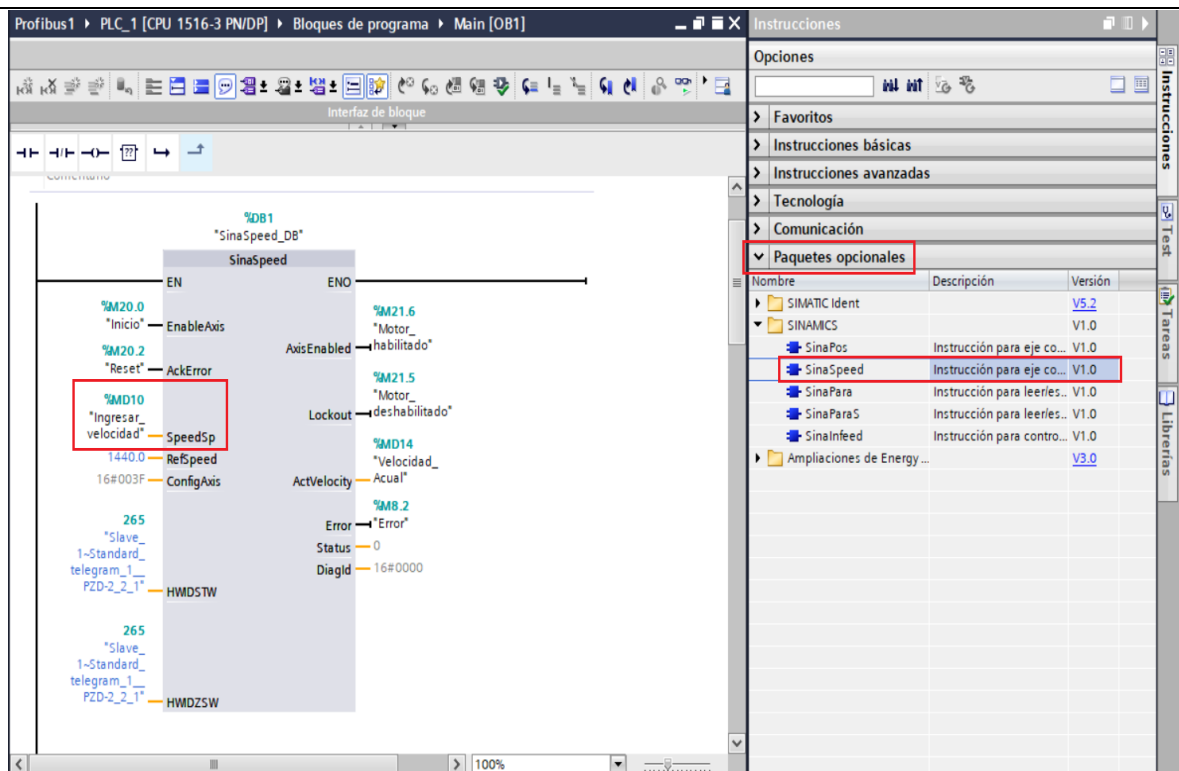


Figura 24: Configuración del Bloque SinaSpeed

- En el segundo segmento se agrega el bloque “MOVE” para setear una velocidad inicial de 500 rpm al iniciar el movimiento de la cinta transportadora, además agregar una marca para que el programa se ejecute cíclicamente, en este caso será la “MD22.3”.
- En el segmento 3 se agrega un temporizador “TON” y un bloque “MOVE” para la reducción de velocidad después de 10 segundos antes de llegar a la primera etapa de mecanizado. (ver Figura 25).

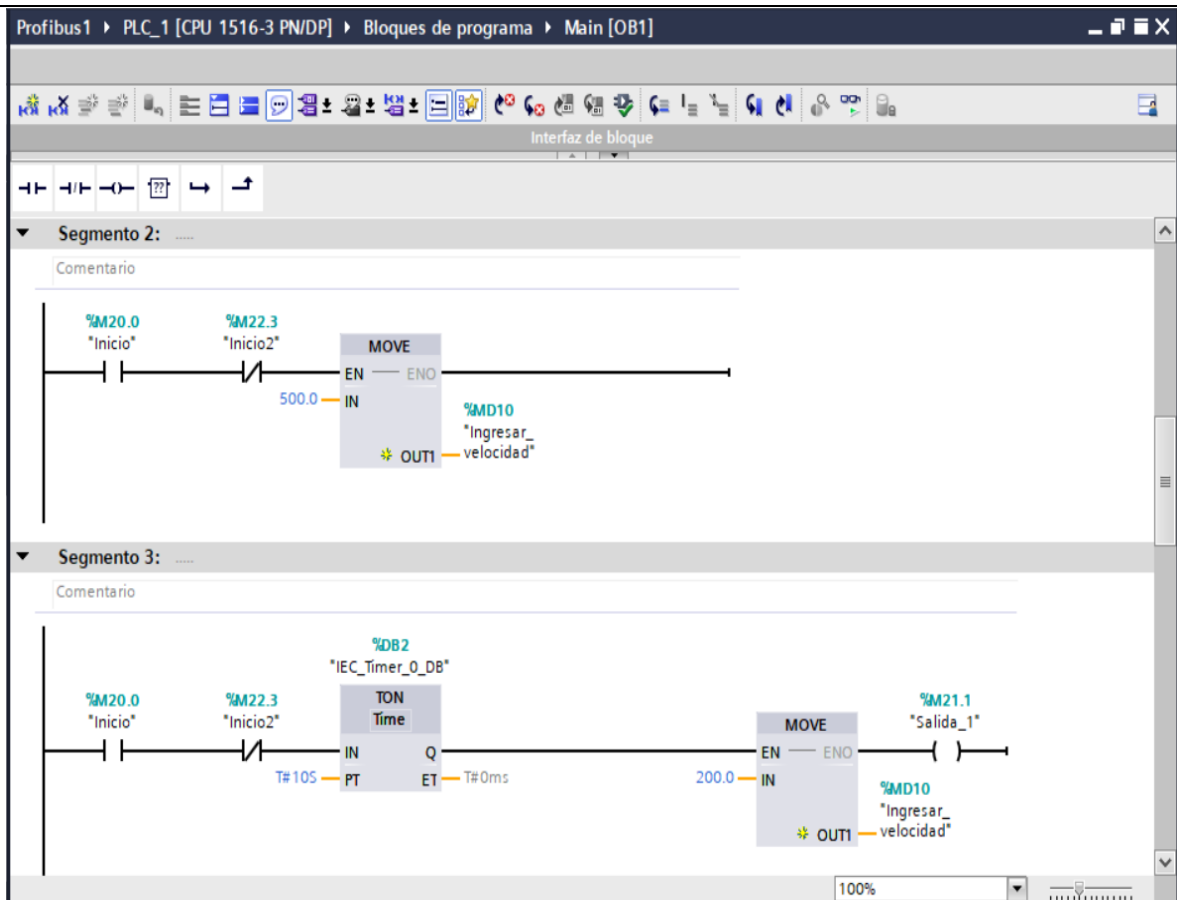


Figura 25. Segmento 2 y Segmento 3.

- En el segmento 4 se agrega un temporizador “TON” y un bloque “MOVE” para que una vez transcurridos 5 segundos con la velocidad de 200 rpm pare por completo en la etapa de mecanizado 1.
- En el segmento 5 se agrega un temporizador “TON” y un bloque “MOVE” para que la cinta transportadora vuelva a correr y se dirija hacia la etapa de mecanizado 2, ya transcurrido el tiempo en la etapa de mecanizado 1 (ver Figura 26).

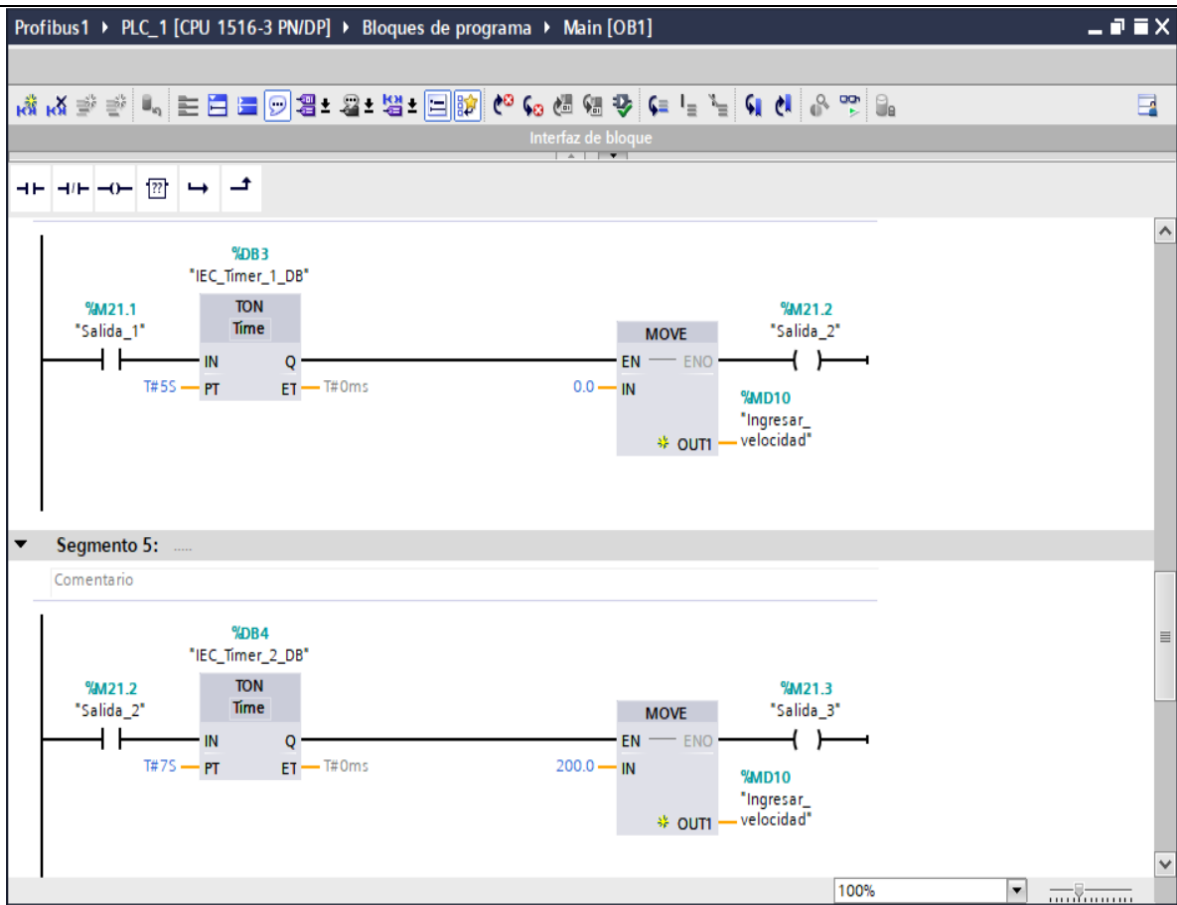


Figura 26. Segmento 4 y Segmento 5.

- En el segmento 6 se agrega un temporizador “TON” y un bloque “MOVE” para que una vez transcurridos 5 segundos con la velocidad de 200 rpm pare por completo en la etapa de mecanizado 2.
- En el segmento 7 se agrega un temporizador “TON” de 5 segundos para el tiempo de la etapa de mecanizado 2, una vez finalizado este tiempo el programa se repite de manera constante (ver Figura 27).

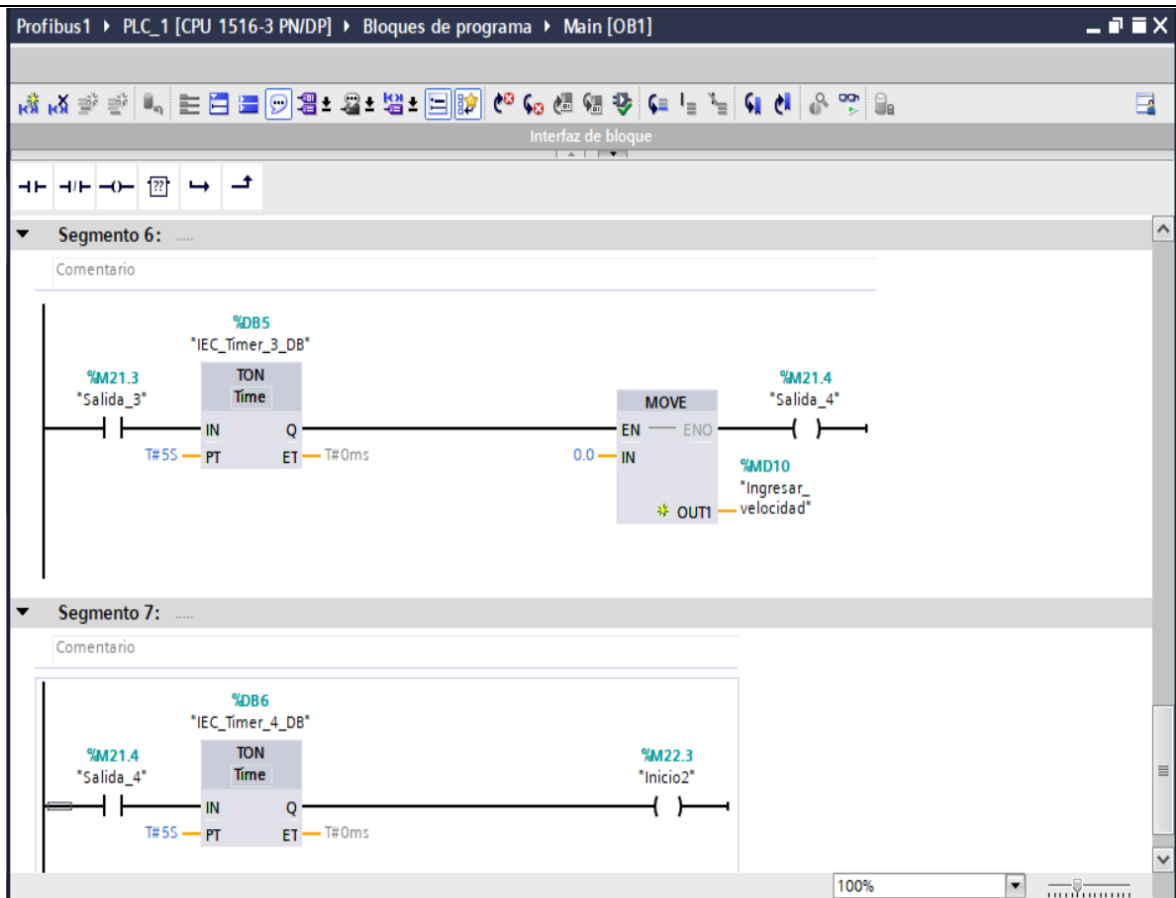


Figura 27: Agregar Telegrama 20

12. Configuración HMI (WINCC) para el control del variador de frecuencia G120.

Para iniciar con la configuración se debe ingresar en la imagen raíz, para ello primero se debe dirigir a “HMI_1 [KTP700 Basic PN]” / “Imágenes”/ “Imagen raíz”, dar doble click en este último apartado (Ver Figura 28).

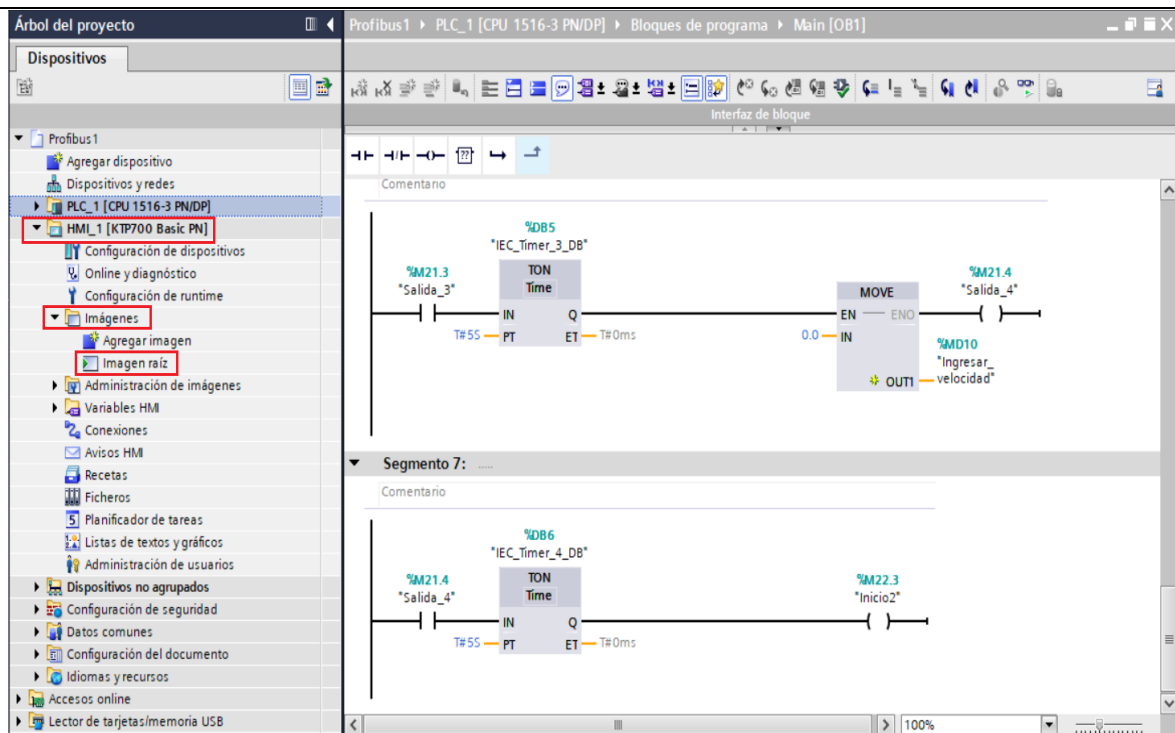


Figura 28. Agregar imagen de avisos.

Configuración de la “Imagen raíz”.

- En la imagen raíz realizar la interfaz con la que el usuario va a interactuar.
- Poner en la pantalla el título “**CONTROL DE CINTA TRANSPORTADORA PARA DOS ETAPAS DE MECANIZADO**”
- Dividir la pantalla en dos campos, en el primer apartado se visualizará el **Estado del motor** y en el segundo es **Estado del proceso** que se está llevando a cabo.
- En el campo “**Estado del motor**” Agregar tres botones, con el nombre “Inicio”, “Paro” y “Reset”. Agregar indicadores tanto de texto como rectángulos para cuando el motor está habilitado y bloqueado, y en caso de que ocurra algún error. Finalmente agregar un “Campo E/S”, que servirá en la visualización de la velocidad actual del motor.
- En el apartado “**Estado del proceso**” agregar indicadores rectángulos para el Inicio del proceso, Reducción de la velocidad, Etapa de mecanizado 1 y Etapa de mecanizado 2.
- A continuación, se muestra la interfaz final de la pantalla, y la disposición de (1) **Textos**, (2) **Rectángulo**, (3) **Botón**, (4) **Campos E/S** (Ver Figura 29).

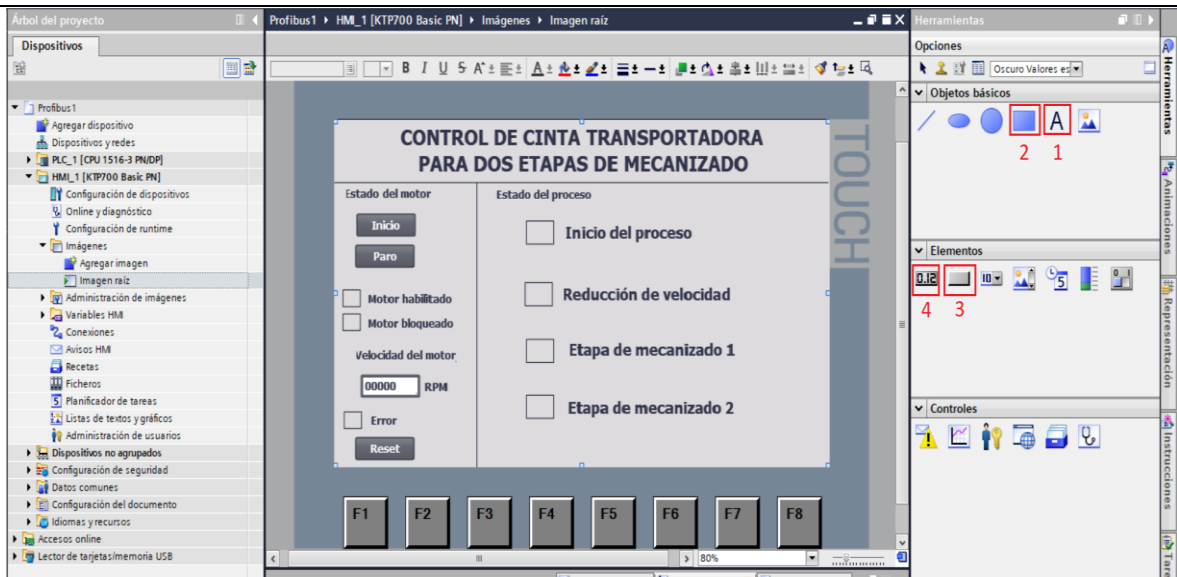


Figura 29. Configuración Imagen raíz.

- Configuración del campo **Estado del motor**.

Botón Inicio: seleccionar el botón Inicio, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.

- En “<Agregar función>” seleccionar “Activar bit”.
- En “Variable (Entrada/Salida)” escoger la variable del PLC_1 “Inicio” (ver Figura 30).

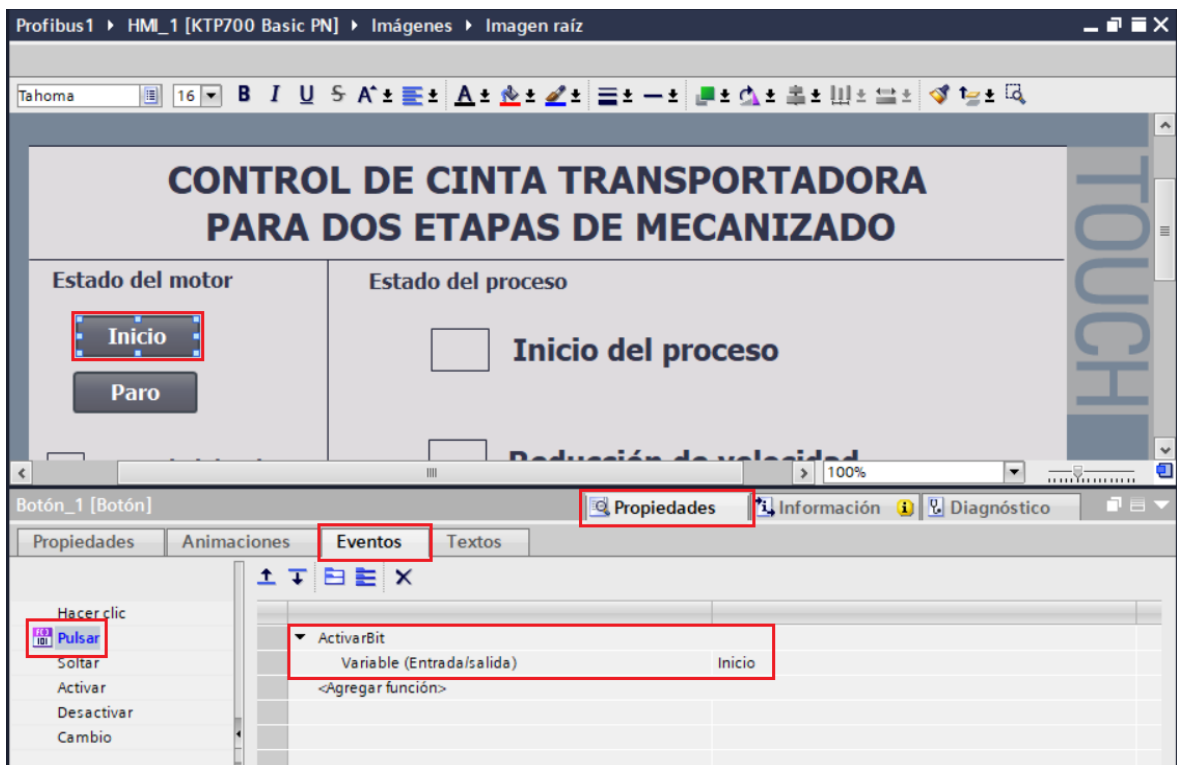


Figura 30: Configuración botón Inicio.

- **Botón Paro:** seleccionar el botón Paro, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “Desactivar bit”.

- En “Variable (Entrada/Salida)” escoger la variable del PLC_1 “**Inicio**” (ver Figura 31).

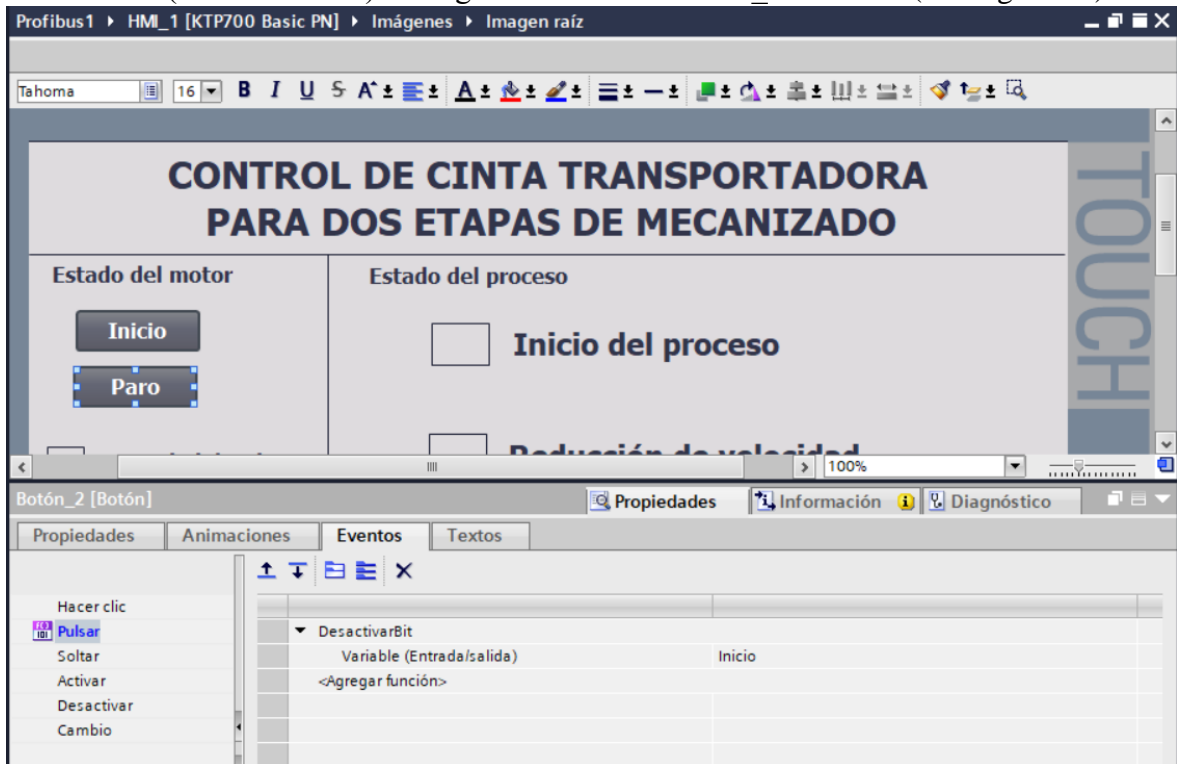


Figura 31: Configuración botón Paro.

- **Botón Reset:** seleccionar el botón Reset, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “**Pulsar**”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “**Activar bit**”.
- En “Variable (Entrada/Salida)” escoger la variable del PLC_1 “**Reset**” (ver Figura 32).

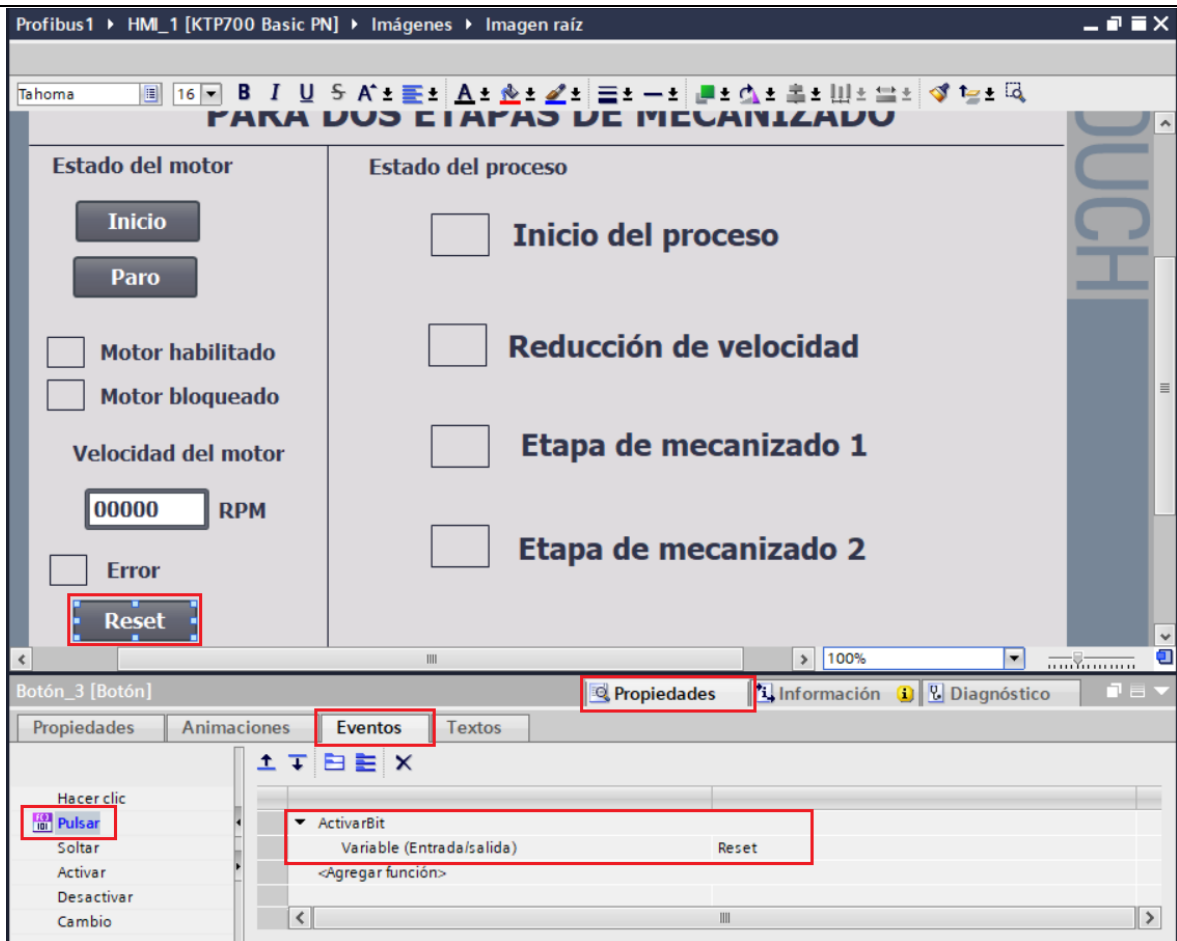


Figura 32: Configuración botón Reset.

- **Campo E/S: Velocidad de la cinta transportadora:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “**Velocidad_Actual**”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “**Entrada/Salida**”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “**9999**” (ver Figura 36).

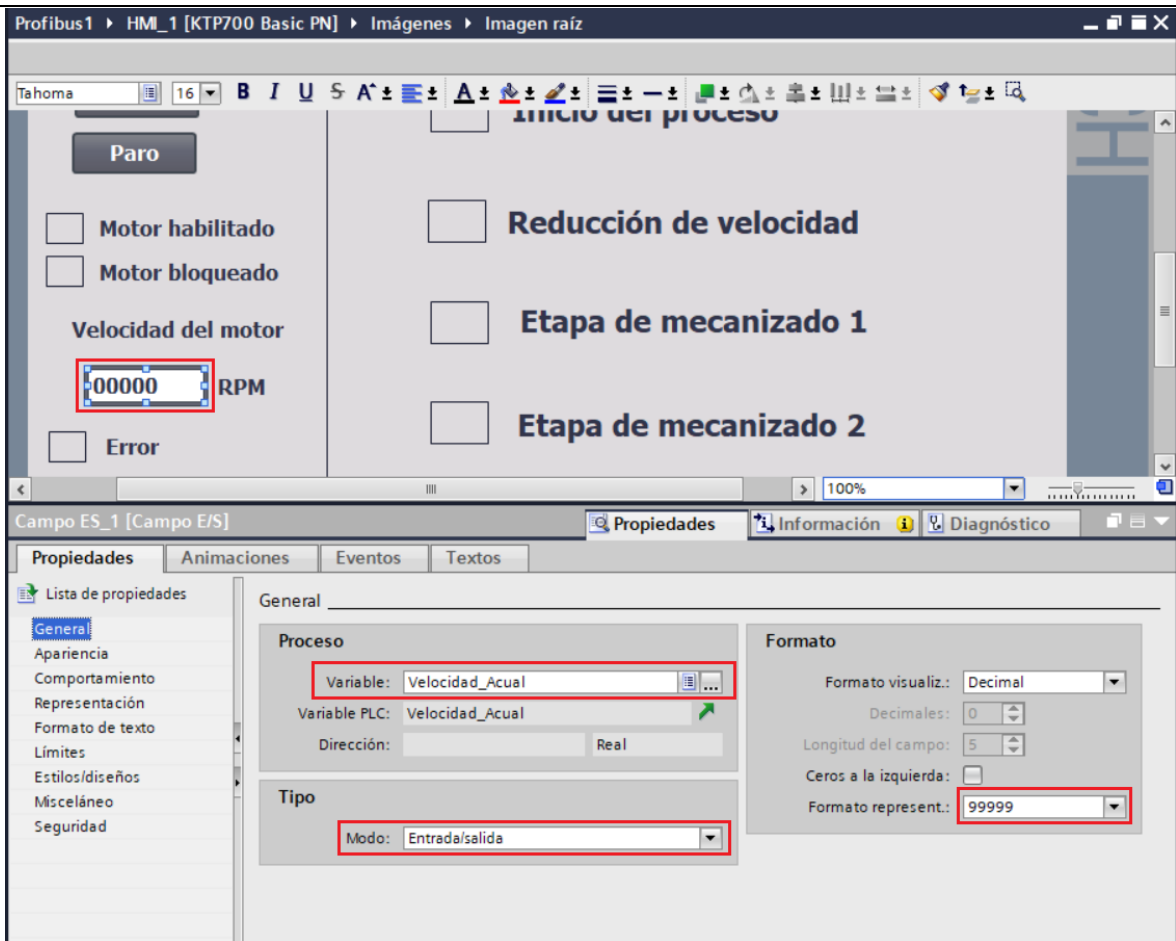


Figura 33. Configuración del Campo E/S.

- **Rectángulo Motor Habilitado:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Motor_habilitado**”.
- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” (ver Figura 34).

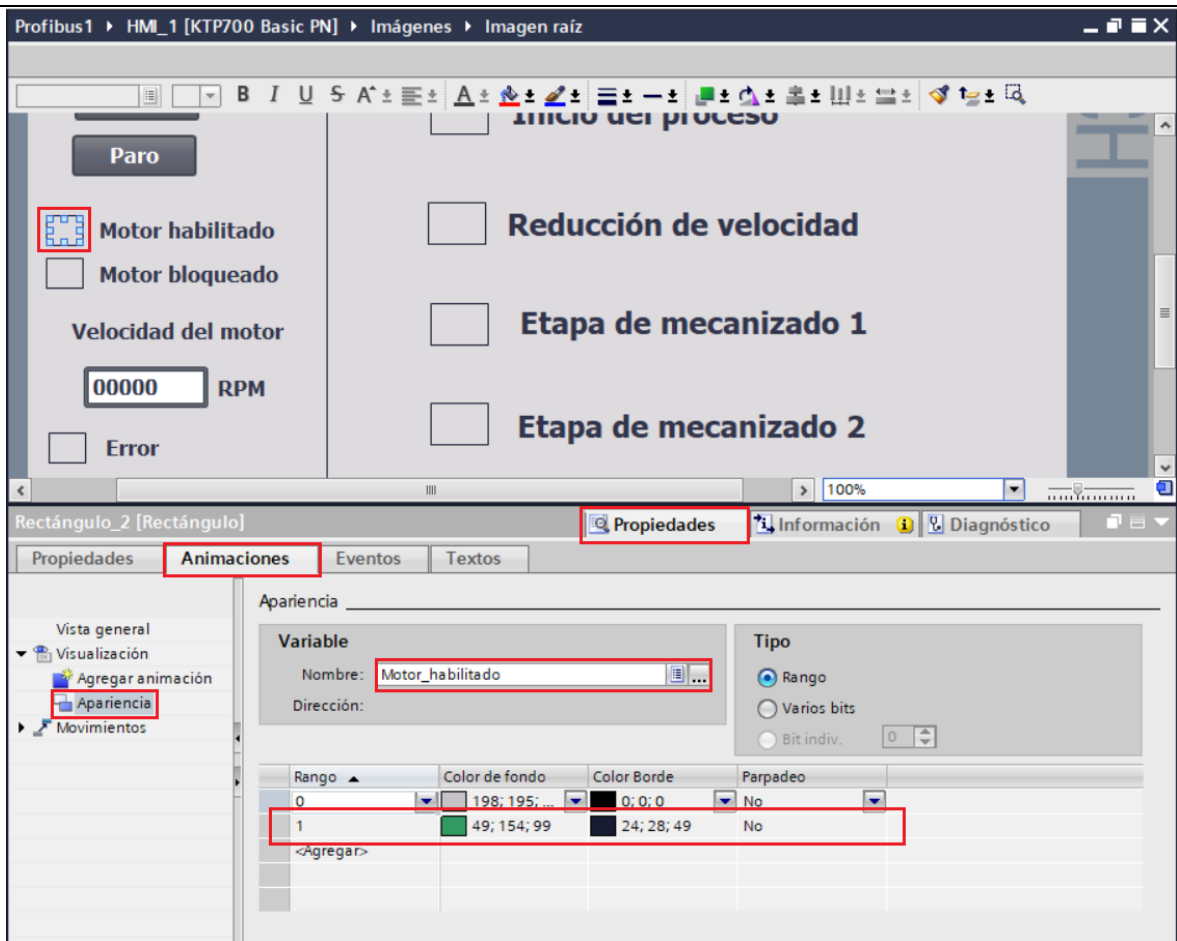


Figura 34. Configuración Motor Habilitado

- **Rectángulo Motor bloqueado:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Motor_deshabilitado**”.
- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Rojo” (ver Figura 35).

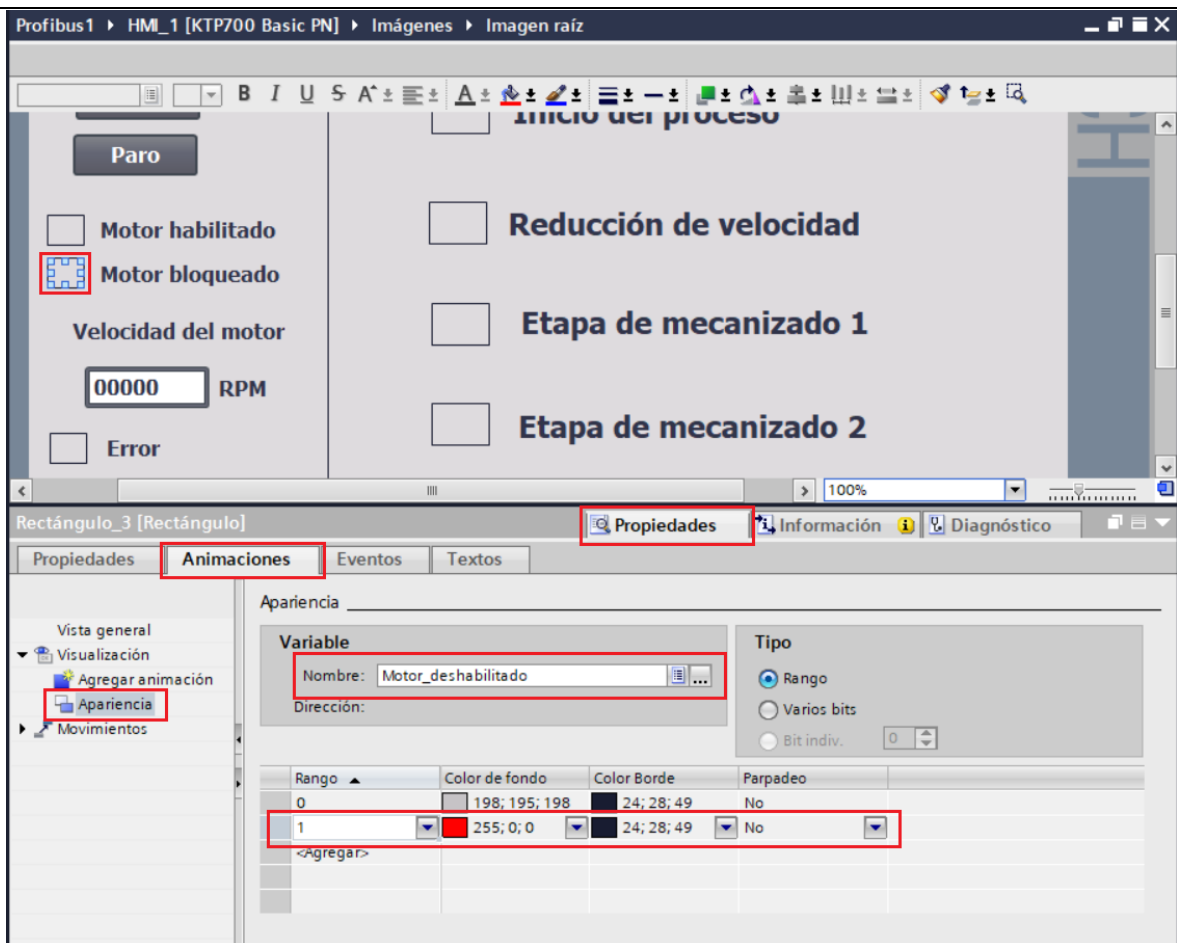


Figura 35. Configuración Motor Bloqueado

- **Rectángulo Error:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Error**”.
- En “Rango” seleccionar “**1**”, en “Color de fondo” seleccionar el color “Rojo” y en “Parpadeo” seleccionar “**Si**” (ver Figura 36).

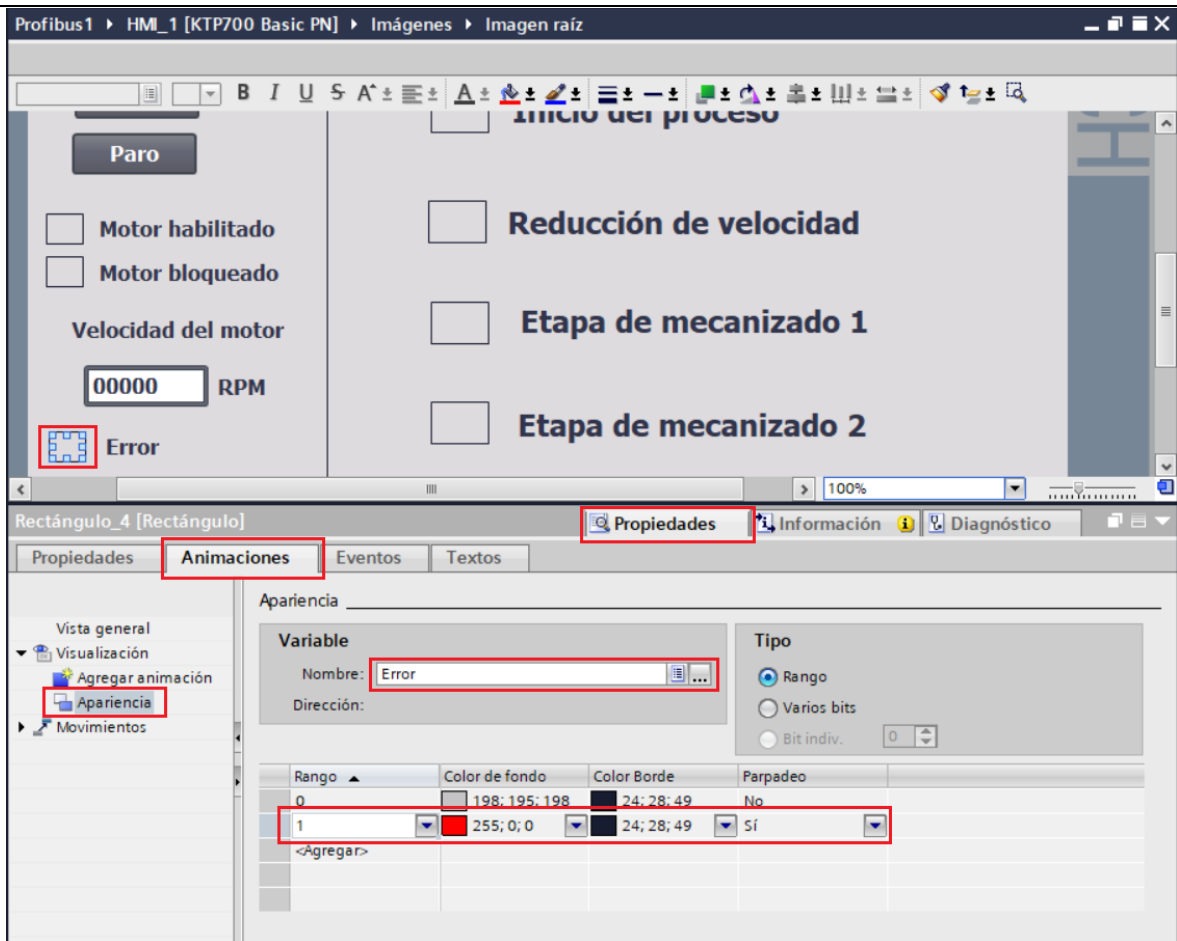


Figura 36. Configuración Error.

- Configuración campo **Valores Actuales**.

- **Rectángulo Inicio del proceso:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Inicio**”.
- En “Rango” seleccionar “**1**”, en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” y en “Parpadeo” seleccionar “**No**” (ver Figura 37).

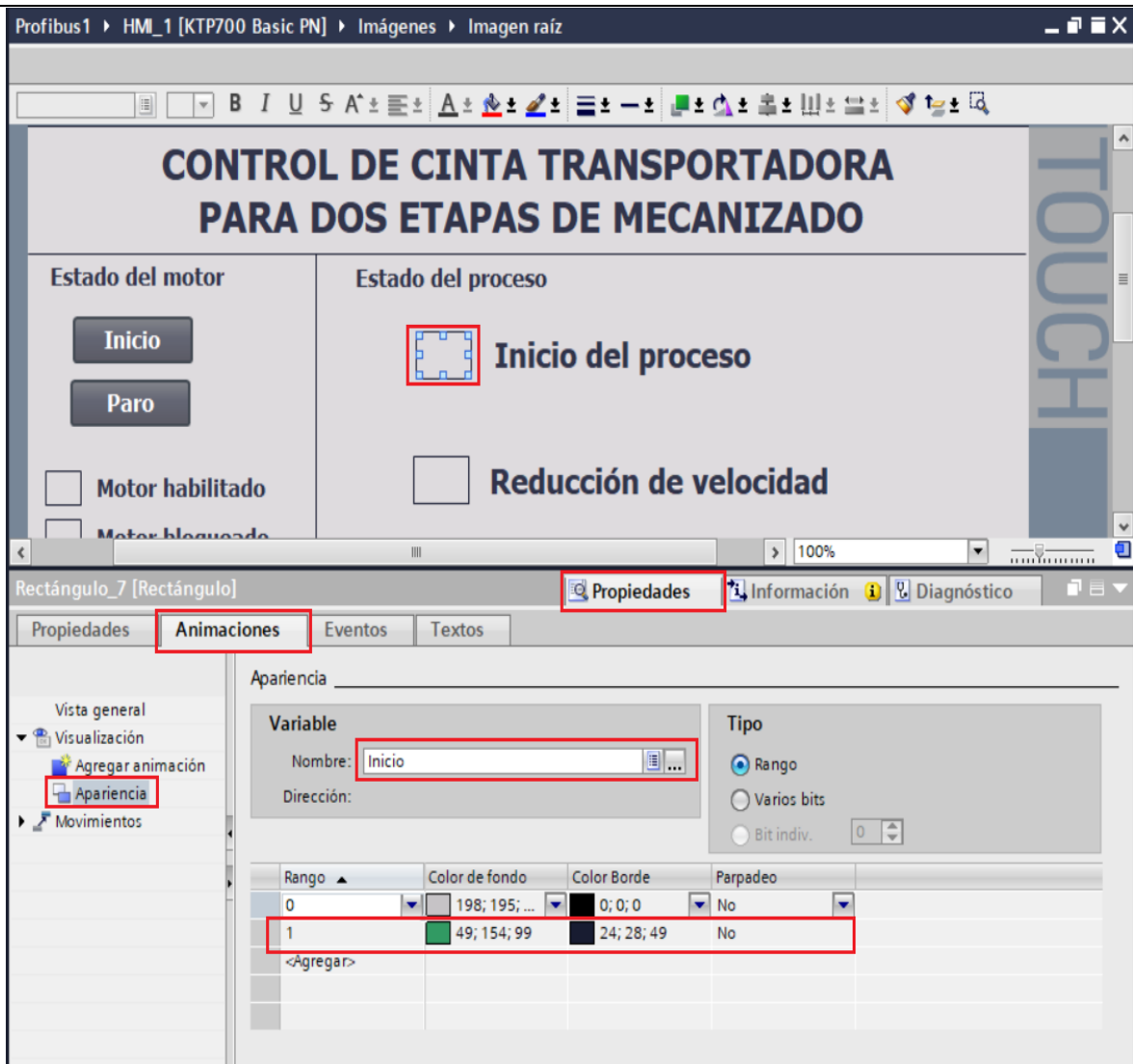


Figura 37. Configuración Velocidad actual.

- **Rectángulo Reducción de velocidad:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “Salida_1”.
- En “Rango” seleccionar “1”, en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” y en “Parpadeo” seleccionar “No” (ver Figura 38).

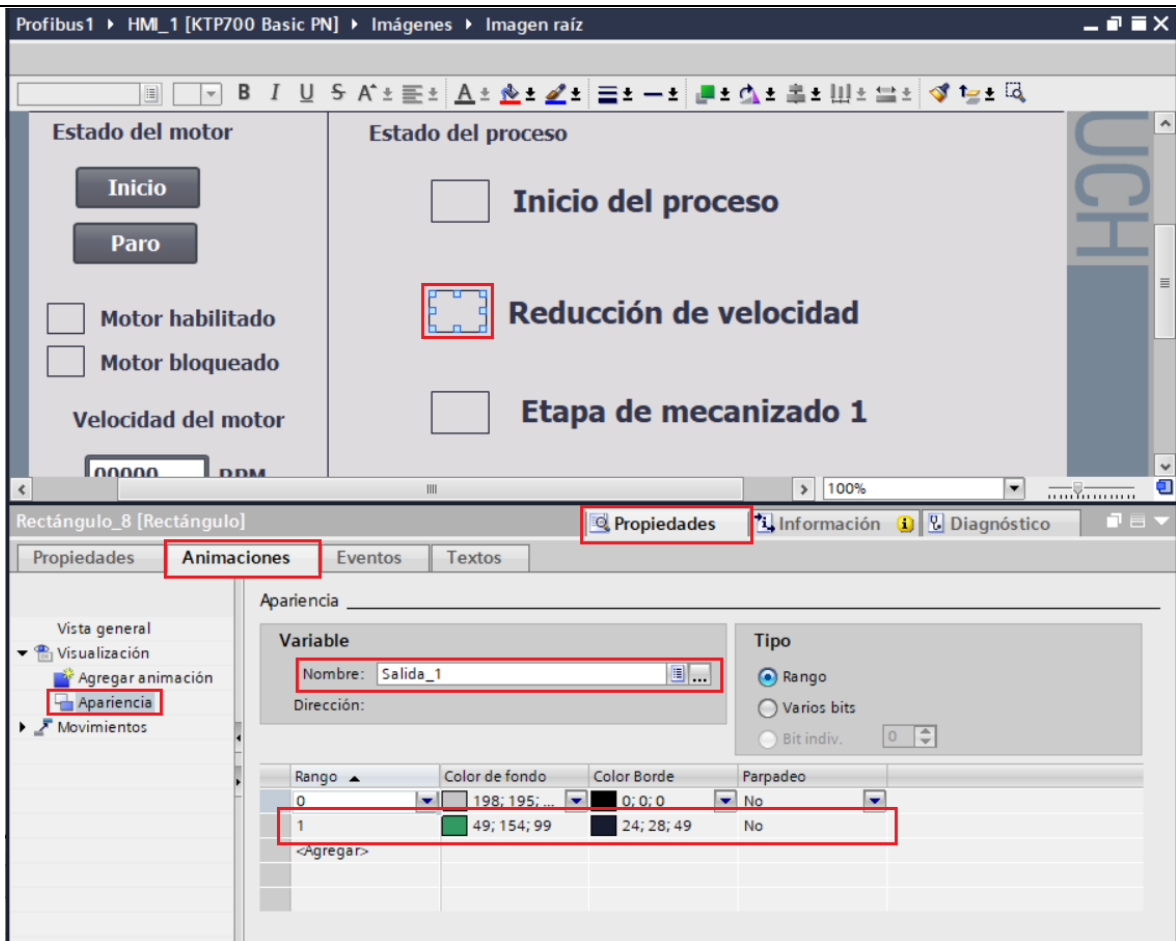


Figura 38. Configuración Corriente actual

- **Rectángulo Etapa de mecanizado 1:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “Salida_2”.
- En “Rango” seleccionar “1”, en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” y en “Parpadeo” seleccionar “No” (ver Figura 39).

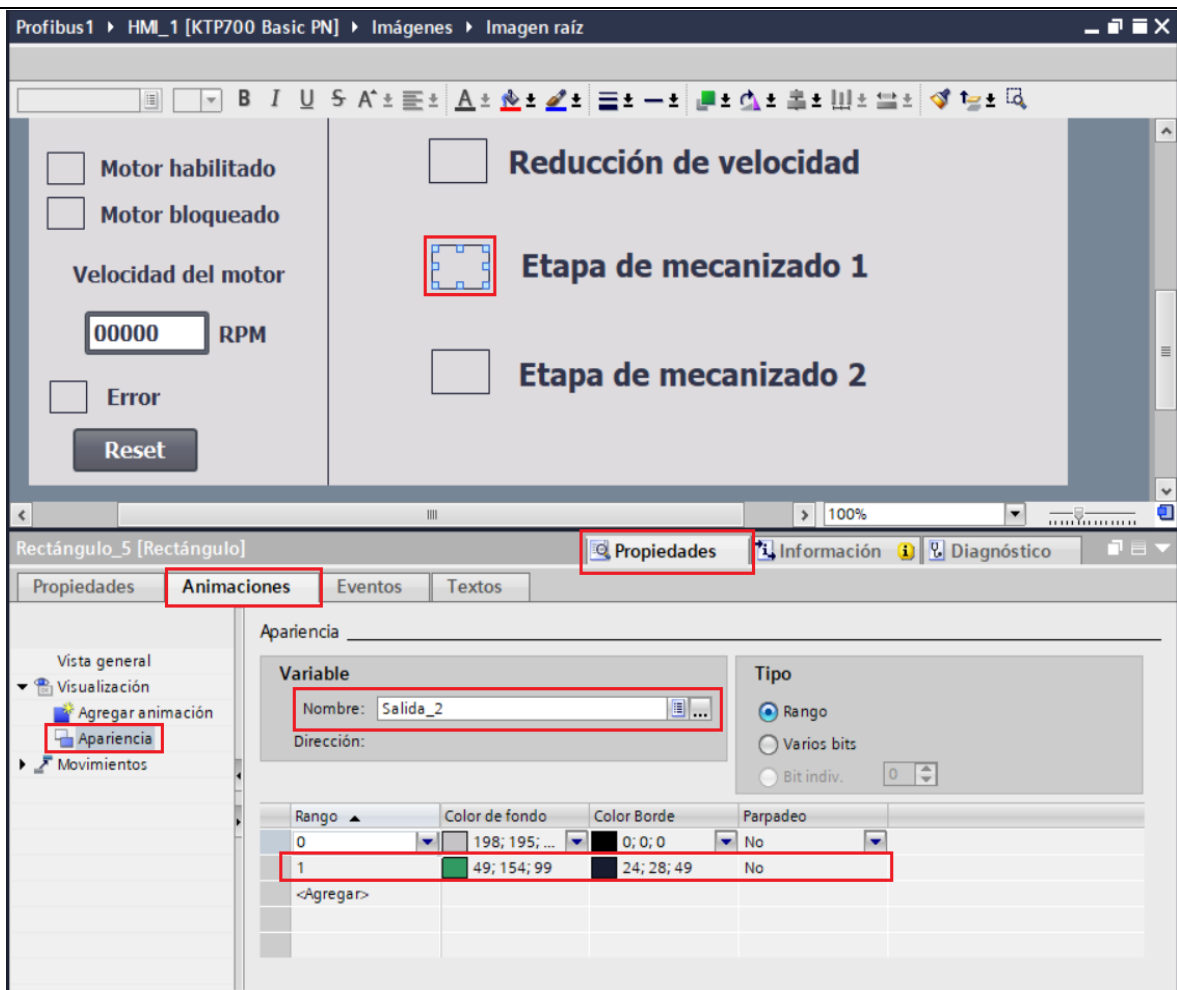


Figura 39. Configuración Torque actual

- **Rectángulo Etapa de mecanizado 1:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Salida_4**”.
- En “Rango” seleccionar “**1**”, en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” y en “Parpadeo” seleccionar “**No**” (ver Figura 40).

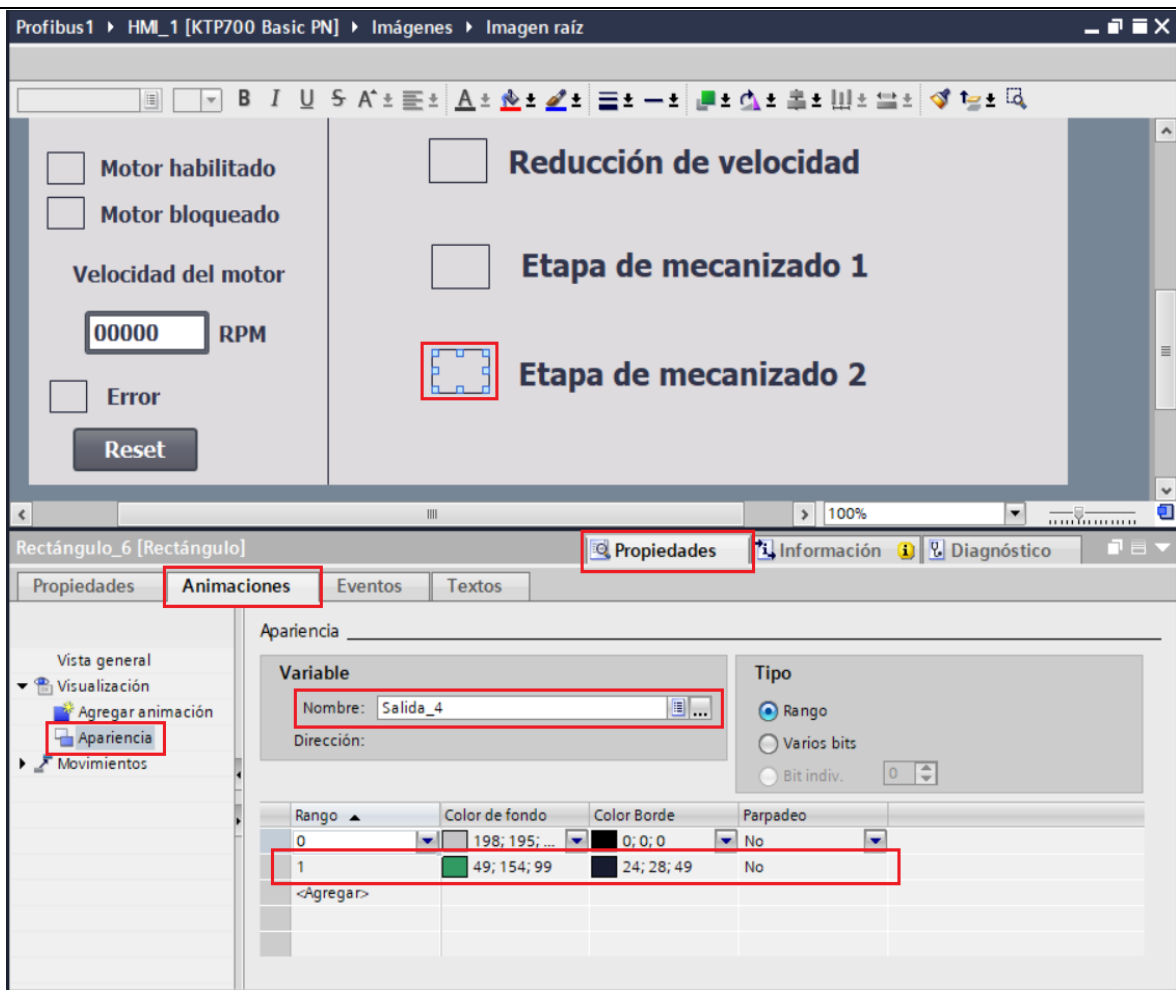


Figura 40. Configuración Potencia actual.

13. Finalmente se carga el programa en el PLC.

14. Verificar el funcionamiento.

Ventana Principal (Imagen raíz)

- En la ventana principal se visualizará el “Estado del Motor” y “Estado del proceso”. En “Estado del motor” se encuentra un botón “Inicio” y “Paro”, para comenzar con el proceso y terminar con el mismo. En caso de existir algún error en la puesta en marcha en el variador, el botón “Reset” sirve para quitar los avisos existentes en el variador, y poder realizar una prueba nuevamente. También existen indicadores visuales, tanto para el motor en estado de funcionamiento y el motor en estado de paro. Finalmente se puede visualizar el indicador “Error” que parpadea en rojo en caso de que exista algún problema al correr el programa.
- En el apartado “Estado del Proceso” al momento de dar clic en el botón “Iniciar”, se podrá observar en qué etapa del proceso de mecanizado se encuentra, con unos indicadores visuales que se irán encendiendo.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

REFERENCIAS:

- [1] Blog Logicbus. 2022. Introducción al protocolo Profibus y sus aplicaciones – Blog Logicbus. [online] Available at: <<https://www.logicbus.com.mx/blog/profibus/>>
- [2] aula21 | Formación para la Industria. 2022. PROFIBUS: Qué es, cómo funciona y tipos | Comunicaciones Industriales. [online] Available at: <<https://www.cursosaula21.com/que-es-profibus/>>
- [3] newsiemens. 2022. SIMATIC S7-1500. [online] Disponible en: <<https://new.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/sistemas/simatic/controladores-simatic/simatic-s7-1500.html>>
- [4] Siemens AG, “Convertidores con las Control Units CU250S-2,” Tech. Rep., 2020. [Online]. Available at: <https://new.siemens.com/global/en/products/drives.html>
- [5] Siemens, “SINAMICS G: Controlling a speed axis with the “SINA_SPEED” block,” 2017. [Online]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/727/109485727/att_926980/v1/109485727_G120_CU240E2PN_at_S7_1200_SINA_SPEED_v10_DOCU_en.pdf
- [6] AUTYCOM. 2022. ¿Qué es un sistema HMI y para qué sirve? | AUTYCOM. [online] Available at: <<https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-hmi/>> [Accessed 21 July 2022].

ANEXO 8



**FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO /
TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN –
PARA DOCENTES**

CARRERA: ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES

NRO. PRÁCTICA:

8

TÍTULO PRÁCTICA: CONTROL DE UN SISTEMA DE PRESIÓN CONSTANTE A TRAVÉS DE LA CONEXIÓN DE UN PLC S7-1500, HMI (WINCC) Y SINAMICS G120 DP.

OBJETIVO: Realizar el control de un sistema de presión constante a través de la conexión de un plc s7-1500, HMI (WinCC) y Sinamics G120 DP.

Objetivos específicos:

- Realizar las conexiones de hardware de la red de comunicación Profibus entre el PLC, S7-1500, y los Variadores G120 para el respectivo control y comunicación de los dispositivos.
- Realizar la conexión entre el PLC S7-1500 y HMI (WinCC) a través de Profinet, para realizar el control gráfico del proceso.
- Configurar los respectivos parámetros de cada uno de los motores, seleccionar el telegrama de comunicación 1 y asignar las direcciones Profibus a cada variador para la respectiva comunicación con el PLC.
- Configurar en Tia Portal el software de la red Profibus, y asignar respectivamente las direcciones Profibus a cada dispositivo.
- Realizar un programa para simular el control de un sistema de presión constante, a través del uso de PID compact.
- Configurar el HMI para visualizar el control del proceso y de las variables.

INSTRUCCIONES

(Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):

1. Requisitos y conocimientos previos

- a) Configuración red Probus.
- b) Configuración de parámetros del motor IOP-2.
- c) Telegramas de comunicación.
- d) Manejo y configuración HMI (WinCC).

2. Equipos, instrumentos y software

Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie
Software TIA PORTAL	1	-	V15.1
PLC S7-1500	1	SIEMENS	S7-1500
Unidad de Control CU250S-2 DP	2	SIEMENS	CU250S-2
Módulo de Potencia PM240-2	2	SIEMENS	PM240-2
IOP-2	2	SIEMENS	IOP-2
Motor Trifásico de 6 bornes	2	-	-
Cable doble Profibus RS485	1	-	-

3. Exposición

Profibus DP

Profibus es un estándar de comunicación dentro de las redes industriales, es un bus de campo, que permite la comunicación entre los dispositivos de campo como sensores, drivers a sistemas de control maestro como PLC's [1]. Existen tres tipos de comunicación Profibus, Profibus FMS (en la actualidad ya no se usa), Profibus DP (protocolo más usado, permite el intercambio de datos rápido y cíclico) y Profibus PA (dirigido a equipos de Automatización de procesos y comunicación con equipos de campo válvulas, transmisores de presión, temperatura, variadores, etc) [2].

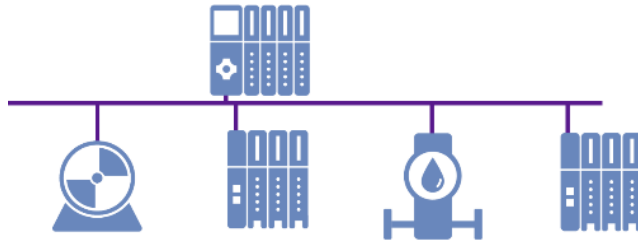


Figura 1. Protocolo Profibus.

PLC SIMATIC S7-1500

El PLC S71500 es uno de los controladores más versátiles dentro de la industria, facilita un gran rendimiento para el uso de máquinas que tienen altos requerimientos de rendimiento, comunicación y sobre todo en funciones tecnológicas.

Su tiempo de procesamiento de bits llega a ser hasta menos de 1ns por lo que incrementa la productividad dentro de la industria, está certificado con grado de protección IP20, pueden integrar módulos analógicos y módulos digitales dependiendo de la aplicación, tiene gran rendimiento en cuanto a la comunicación Profinet. [3]

Por lo general un CPU SIMATIC S7-1500 está conformado de:

- Módulo de potencia.
- Módulos de entradas y salidas digitales.
- Módulos de entradas y salidas analógicas.
- Dispone de un puerto Profibus.
- Dispone de dos puertos Profinet.



Figura 2. PLC S7-1500.

SINAMICS G120

Los convertidores de frecuencia SINAMICS G120 están creados para la regulación exacta y rentable de la velocidad de motores trifásicos. Por lo general están formadas por dos unidades funcionales la Unidad de control (CU) y el Módulo de Poder (PM) [4].



Figura 3. SINAMICS G120.

Telegrama de comunicación

El telegrama sirve para la comunicación PROFINET entre el PLC y el variador de frecuencia G-120.

El telegrama de comunicación telegrama estándar 1 permite el control de la velocidad del motor, a través del bloque Sina Speed, el bloque devuelve variables de estado como motor habilitado, bloqueado, error, velocidad actual [5]

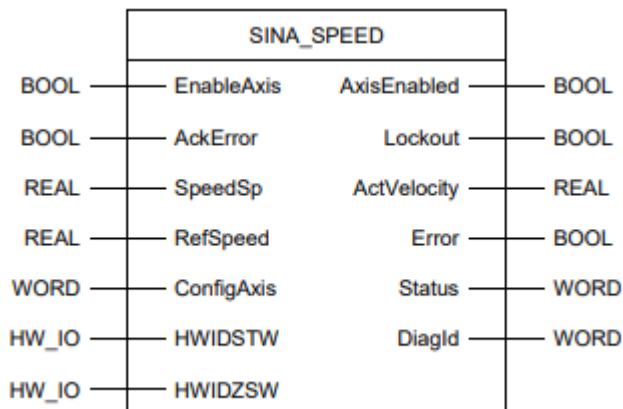


Figura 4. SINASPEED Telegrama estándar 1.

HMI

El HMI es la interfaz en la que se comunica al operador de una fábrica con cualquier proceso de automatización industrial. Esta herramienta permite a supervisores de línea y operarios la coordinación y posterior control de los procesos que se llevan a cabo en la industria, mediante la traducción de variables complejas en información útil y procesable [6].



Figura 5. HMI.

4. Proceso

- 1) Realizar la conexión de hardware de la red de comunicación Profibus entre el PLC S7-1500 y los variadores de frecuencia SINAMCIS G120 DP
- 2) Realizar la conexión de cada uno de los variadores de frecuencia G120 hacia su correspondiente motor trifásico.
- 3) Configurar los parámetros de cada uno de los motores a través del IOP-2, el telegrama 1 y la dirección Profibus a través del dip-switch.
- 4) En Tia Portal crear un nuevo proyecto, y agregar los dispositivos que se usarán: PLC S7-1500 y los variadores Sinamics G120 DP y el HMI (WinCC).
- 5) Configurar las direcciones Profibus del PLC S7-1500 y los Variadores Sinamics G120 DP
- 6) Realizar un programa para simular un sistema de presión constante.
- 7) Configurar el HMI para el control del proceso de las variables.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

Para cumplir con el desarrollo de la presente práctica se debe seguir el siguiente procedimiento.

1. Realizar la conexión de hardware de la red de comunicación Profinet entre el PLC S7-1500 y los dos Variadores de Frecuencia G120 (CU250S-2-DP) (ver Figura 6a).

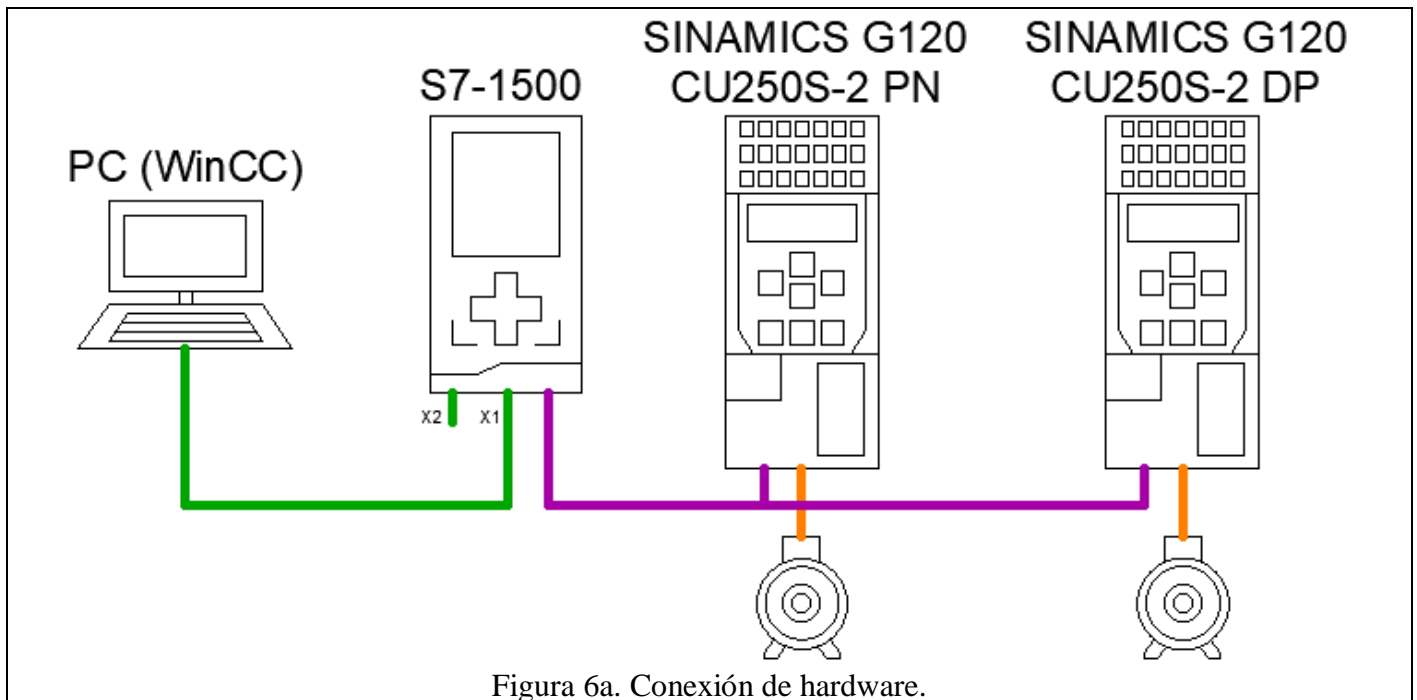


Figura 6a. Conexión de hardware.

2. Realizar la conexión correspondientemente entre el Variador de frecuencia G120 y el motor trifásico, la configuración del motor será triángulo (ver Figura 6b)



Figura 6b. Conexión motor.

3. Configurar los parámetros del motor a través del IOP-2.

- (1) Configurar los parámetros del motor a través del IOP-2 en cada uno de los variadores Sinamics G120 (CU250S-2-DP) de la misma manera que se ha visto en las prácticas anteriores.
- (2) Seleccionar el telegrama de comunicación "Telegrama 1" (ver Figura 7)

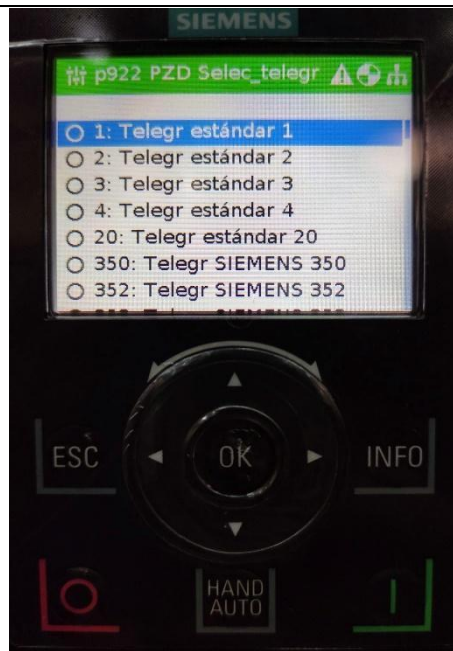


Figura 7. IOP-2 Telegrama de comunicación 1.

(3) Realizar la “Identificación del Motor”

Nota: Verificar que el variador se encuentre en modo “Auto”.

4. Crear un nuevo proyecto en Tia Portal.

(1) Abrir Tia Portal y crear un nuevo proyecto (ver Figura 8).

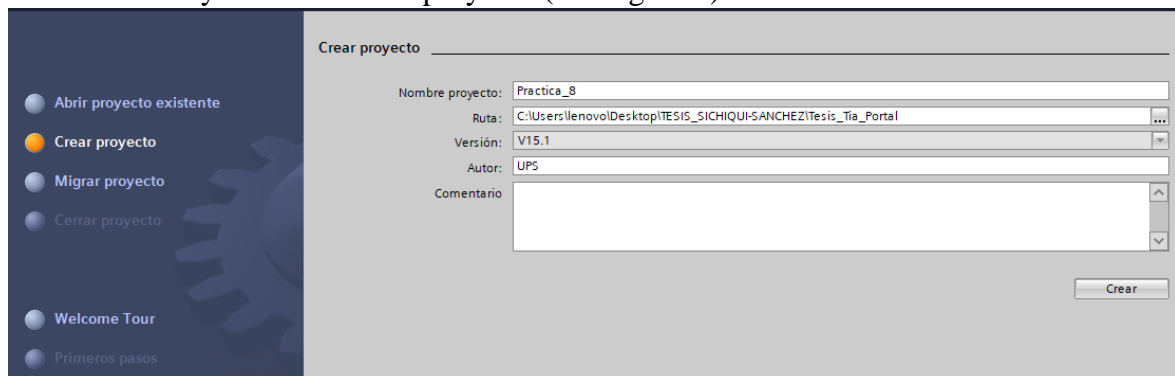


Figura 8. Crear nuevo proyecto.

(2) En la ventana de “Dispositivos y redes”, agregar el PLC S7-1500 para ello seguir los siguientes pasos:

- Dar clic en “Agregar dispositivos” y dar clic en “Controladores” / “SIMATIC S7-1500” / “CPU” / “CPU 1516-3 PN/DP” / “6ES7 516-3AN01-0AB0”, dentro de la opción “Versión” seleccionar “V2.6” (ver Figura 9) y dar clic en “Agregar”.

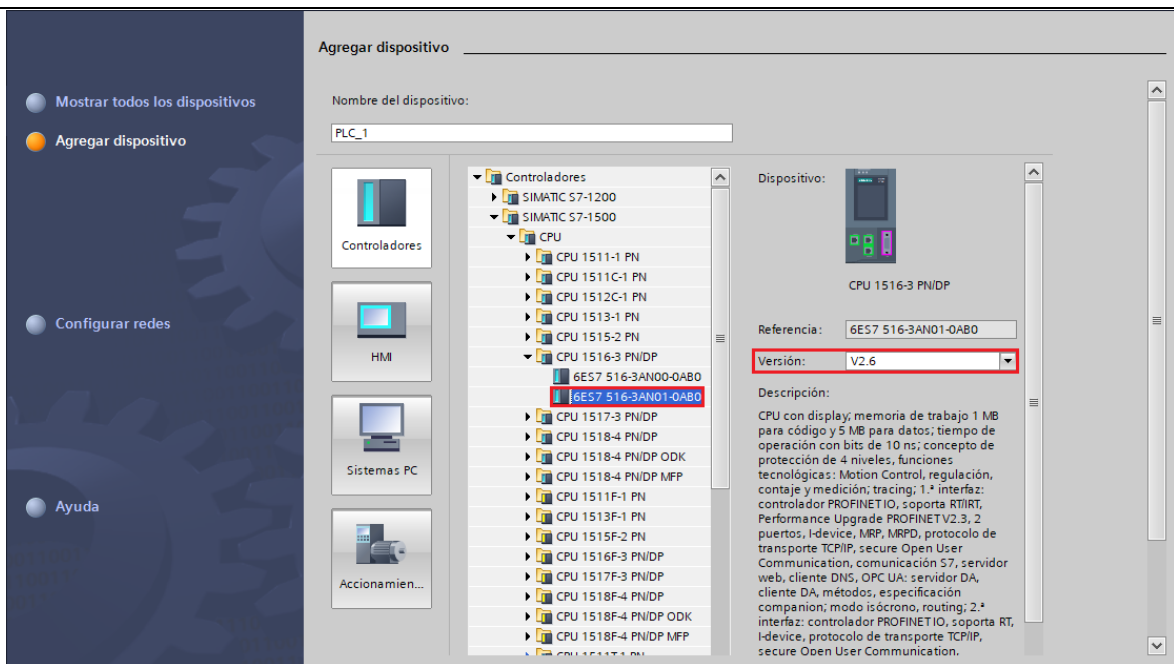


Figura 9. Agregar PLC.

(3) Después de agregar el dispositivo, el mismo aparecerá en la ventana “Dispositivos y Redes”, para que el controlador funciones de manera correcta se debe agregar los módulos que componen al controlador. Entonces se debe agregar los módulos siguiendo los siguientes pasos:

- Ubicarse en la ventana de “**Catálogo de Hardware**” en la parte derecha de la pantalla.
- Para agregar el “Módulo de potencia” hacer clic en **PM** / “**PM 190W 120/230VAC**” / “**6EP1333-4BA00**”.
- Para agregar el “Módulo entrada analógica” hacer clic en “**AI**” / “**8xU/I/RTD/TC ST**” / “**6ES7 531-7KF00-0AB0**”, seleccionar la versión “**V2.2**”.
- Para agregar el “Módulo de salida analógica” hacer clic en “**AQ**” / “**AQ 4xU/I ST**” / “**6ES7 532-5HD00-0AB0**”, seleccionar la versión “**V2.2**”.
- Para agregar el “Módulo de entradas digitales” hacer clic sobre DA en “**DI**” / “**DI 32x24VDC HF**” / “**6ES7 521-1BL00-0AB0**”, seleccionar la versión “**V2.1**”.
- Para agregar el “Módulo de salidas digitales” hacer clic en “**DQ**” / “**DQ 32x24VDC/0.5A HF**” / “**6ES7 522-1BL01-0AB0**”, seleccionar la versión “**V1.1**” (ver Figura 10).

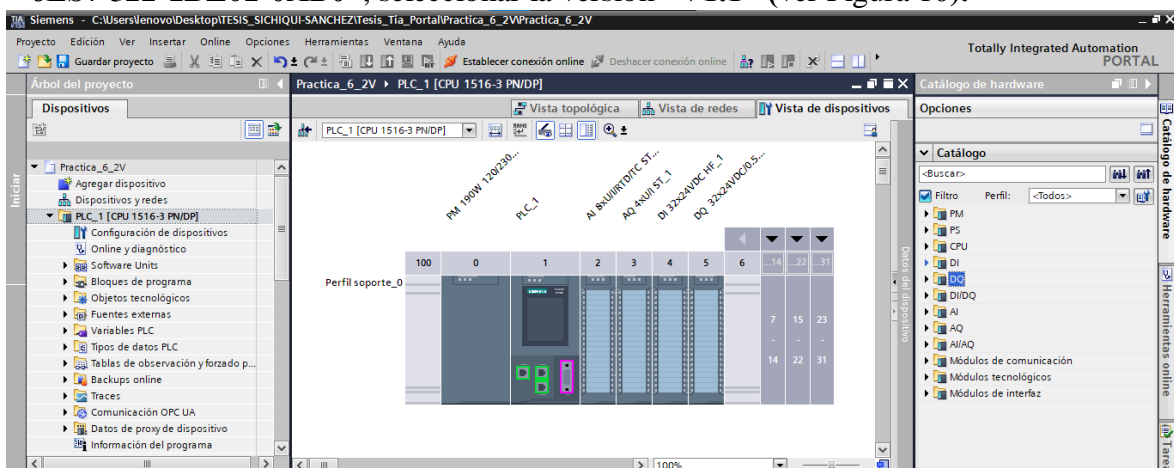


Figura 10. Módulos PLC S7-1500.

5. Activar marcas de ciclos para comunicación Profibus

- Para activar las marcas de ciclo se debe seleccionar el controlador y ubicarse en “**Propiedades**” /

“General” / “Marcas de sistema y de ciclo”.

- En “Bits de marca de sistema” hacer clic en “Activar utilización de byte de marcas de sistema”.
- En “Bit de marcas de ciclo” hacer clic en “Activar utilización del byte de marcas de ciclo” (ver Figura 11).

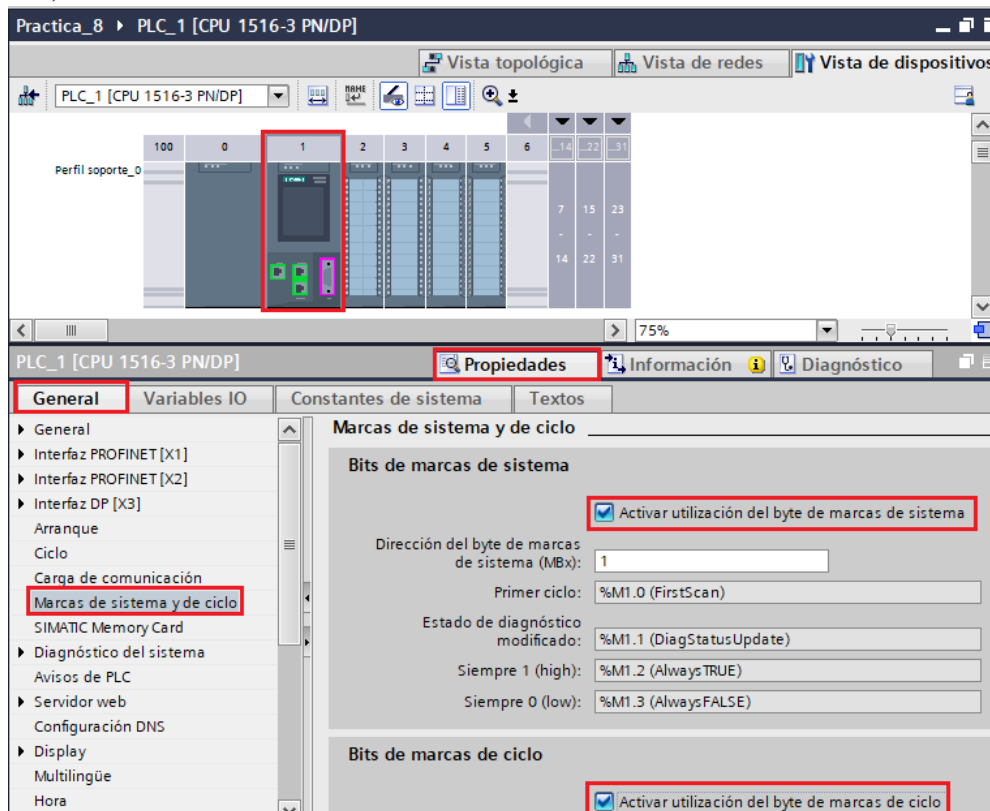


Figura 11. Activar marcas de ciclo.

- También se debe activar la opción “Accesos vía PUT/GET del interlocutor remoto”, para ello ubicarse en “Protección y seguridad” / “Mecanismo de conexión” y activar “Permitir acceso vía comunicación PUT/GET del interlocutor remoto” (ver Figura 12).

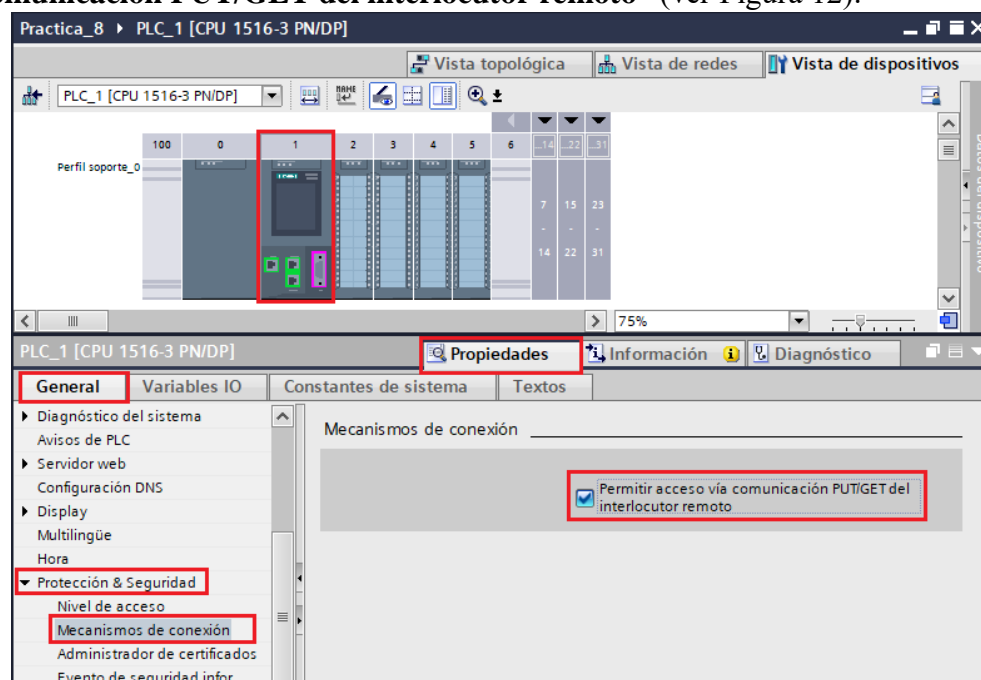


Figura 12. Permitir acceso vía comunicación PUT/GET.

6. Configurar la dirección Profibus DP de cada uno de los variadores G120.

(1) Para realizar la configuración de la dirección Profibus, se debe abrir la tapa de la CU250S-2 DP en la cual se encuentra un “DIP - SWITCH”, el cual nos permite direccionar el variador (ver Figura 13).

Nota: El direccionamiento se da en binario.

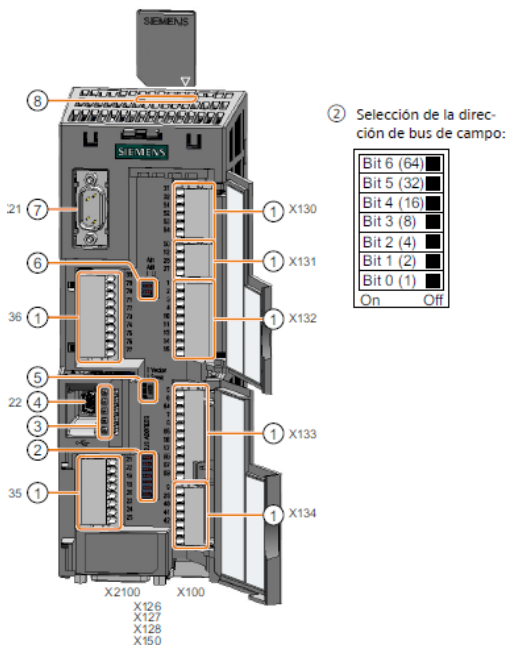


Figura 13. Accesos Online.

(2) Para el primer equipo variador de frecuencia se debe asignar la dirección número 3 (ver Figura 14).
 (3) Par el segundo equipo variador de frecuencia se debe asignar la dirección número 4 (ver Figura 15).

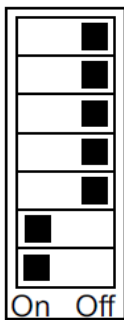


Figura 14. Dirección Profibus de dispositivo 1

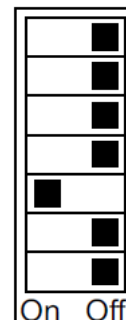


Figura 15. Dirección Profibus de dispositivo 2

7. Agregar el Variador de frecuencia SINAMICS G120

(1) Para agregar el variador de frecuencia se debe ubicar en “Dispositivos y Redes” y seguir los siguientes pasos:

- Hacer clic sobre “**Vista de redes**”.
- Ubicare sobre la ventana “**Catalogo de hardware**”.
- Para agregar el variador, hacer clic sobre “**Otros dispositivos de campo**” / “**PROFIBUS DP**” / “**Accionamientos**” / “**SIEMENS AG**” / “**SINAMICS**” / “**SINAMICS G120 CU250S-2 PN VECTOR V4.7**” / “**6SL3 246-0BA22-1PAX**” (ver Figura 16). Luego dar doble clic para agregar el dispositivo.

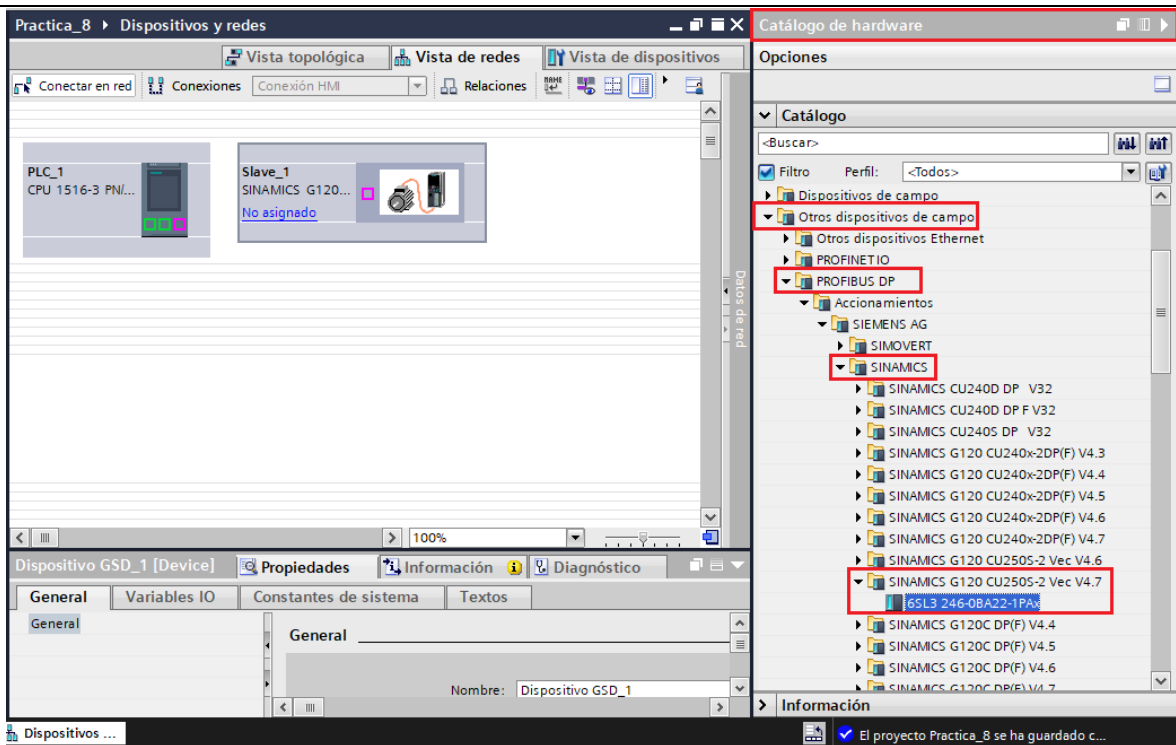


Figura 16. Agregar dispositivo SINAMICS G120 DP.

(2) Luego de agregar el variador de frecuencia, se debe asignar el telegrama de comunicación (Telegrama 20), para lo cual se debe dar doble clic sobre el Variador de frecuencia y luego ubicarse en “Catálogo de Hardware”.

- Luego dar clic sobre “Catálogo” / “Telegrama estándar 1, PZD 2/2” (ver Figura 17).
- Luego dar doble clic para que se agregue automáticamente el telegrama.

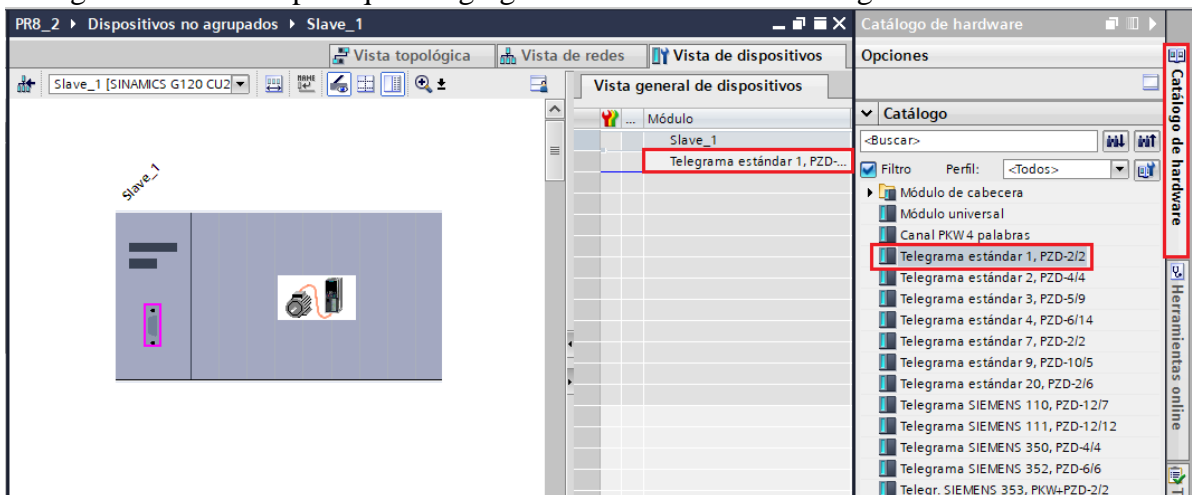


Figura 17. Agregar telegrama estándar 1, PZD 2/2.

8. Agregar el segundo Variador SINAMICS G120,

- Para ello se debe replicar el paso anterior y de igual manera asignar el telegrama de comunicación “Telegrama 1”.
- Una vez agregado el nuevo Variador en la ventana “Vista de Dispositivos” se deben visualizar los dos variadores de frecuencia SINAMICS G120 DP y el PLC_1. (ver Figura 18).



Figura 18. Vista de redes.

9. Agregar la dirección Profibus a cada variador G120 DP.

- Para ello se debe hacer clic en el puerto Profibus del variador.
- Luego debe ubicarse en **“Propiedades” / “General” / “Dirección PROFIBUS”**.
- Luego en la sección **“Parámetros”** en **“Dirección”** configurar la dirección número **“3”** (ver Figura 19).

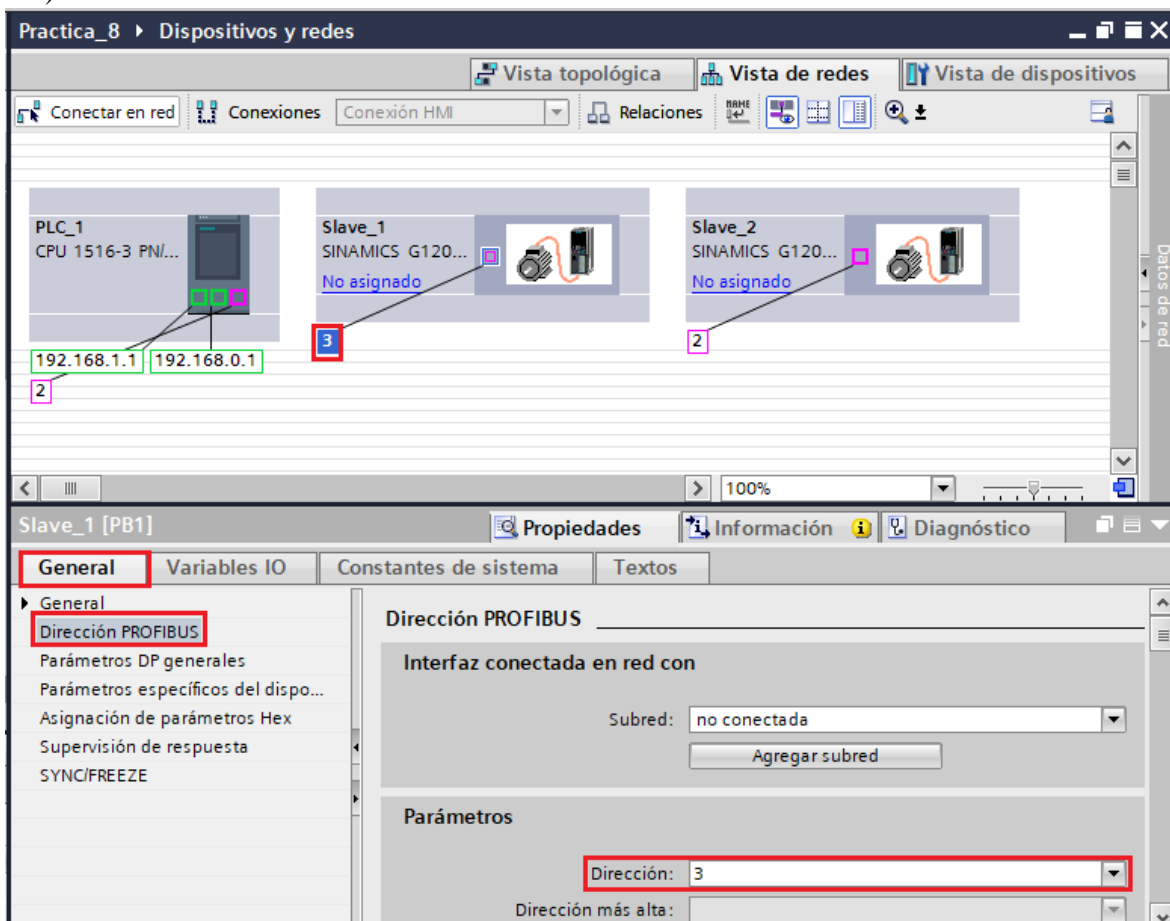


Figura 19: Configuración dirección Profibus.

- Para agregar la dirección Profibus al segundo variador, realizar de la misma manera el paso anterior, para este caso configurar la dirección Profibus número **“4”** (ver Figura 20).

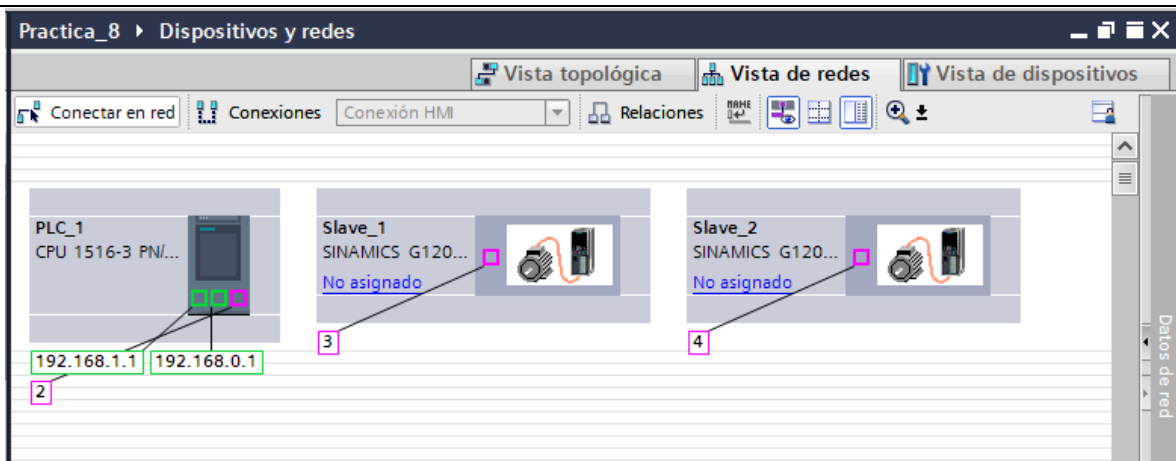


Figura 20: Configuración dirección Profibus de los dispositivos.

10. Configuración de la red PROFIBUS.

- Para realizar la configuración de la red Profibus, se debe seleccionar el puerto Profibus de cada variador y arrastrarlo hasta el puerto Profibus del PLC_1 (ver Figura 21).

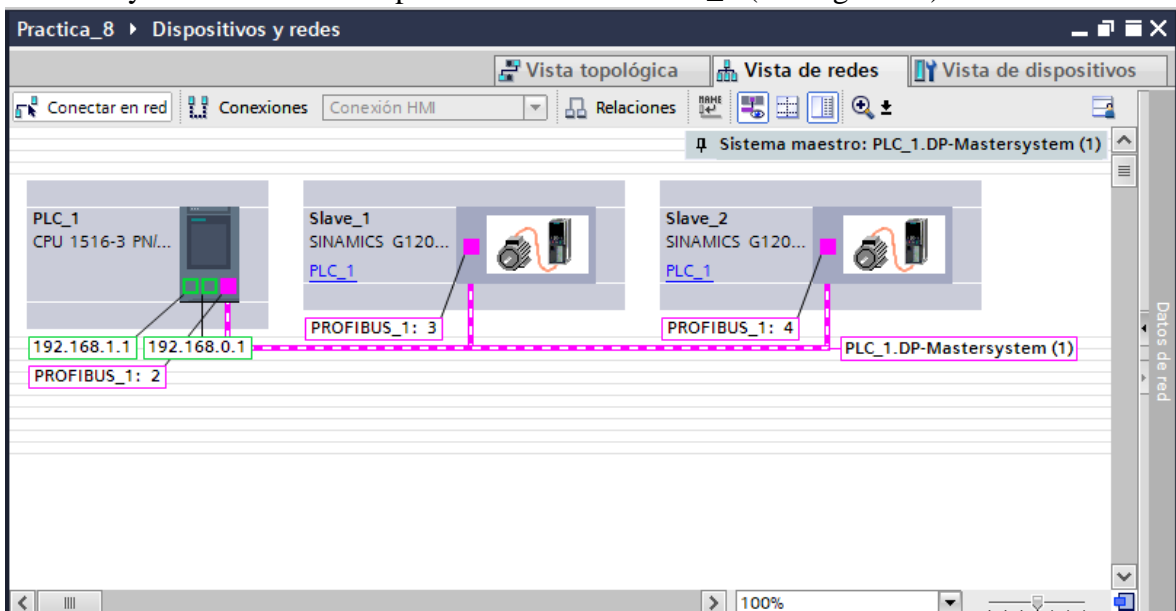


Figura 21. Configuración red Profibus.

- Una vez configurada la red se recomienda cargar la configuración y verificar que la conexión sea correcta, para ello cargar el programa y establecer conexión online (ver Figura 22).

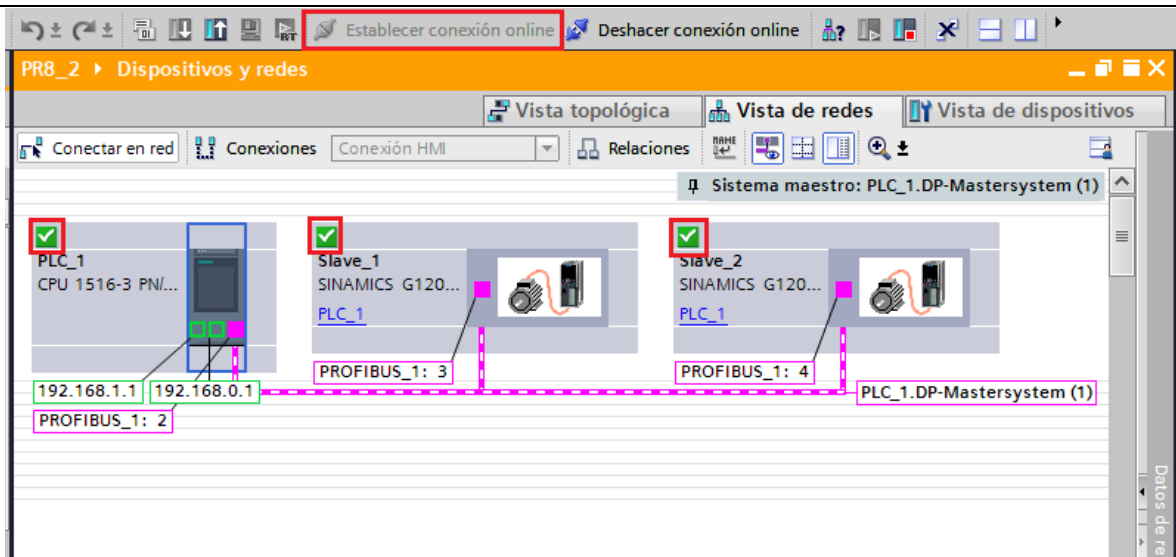


Figura 22. Conexión online.

- Si los dispositivos se han conectado de forma correcta continúe con la configuración del HMI.

11. Agregar HMI.

(1) Para agregar el HMI se debe seguir los siguientes pasos:

- Ubicarse en el “Árbol de proyecto” y hacer clic en “Agregar dispositivo”.
- Luego dar clic sobre “HMI” / “SIMATIC Basic Panel” / “7” Display” / “KTP700 Basic” / “6AV2 123-2GB03-0AX0” (ver Figura 23). Luego dar clic en aceptar.

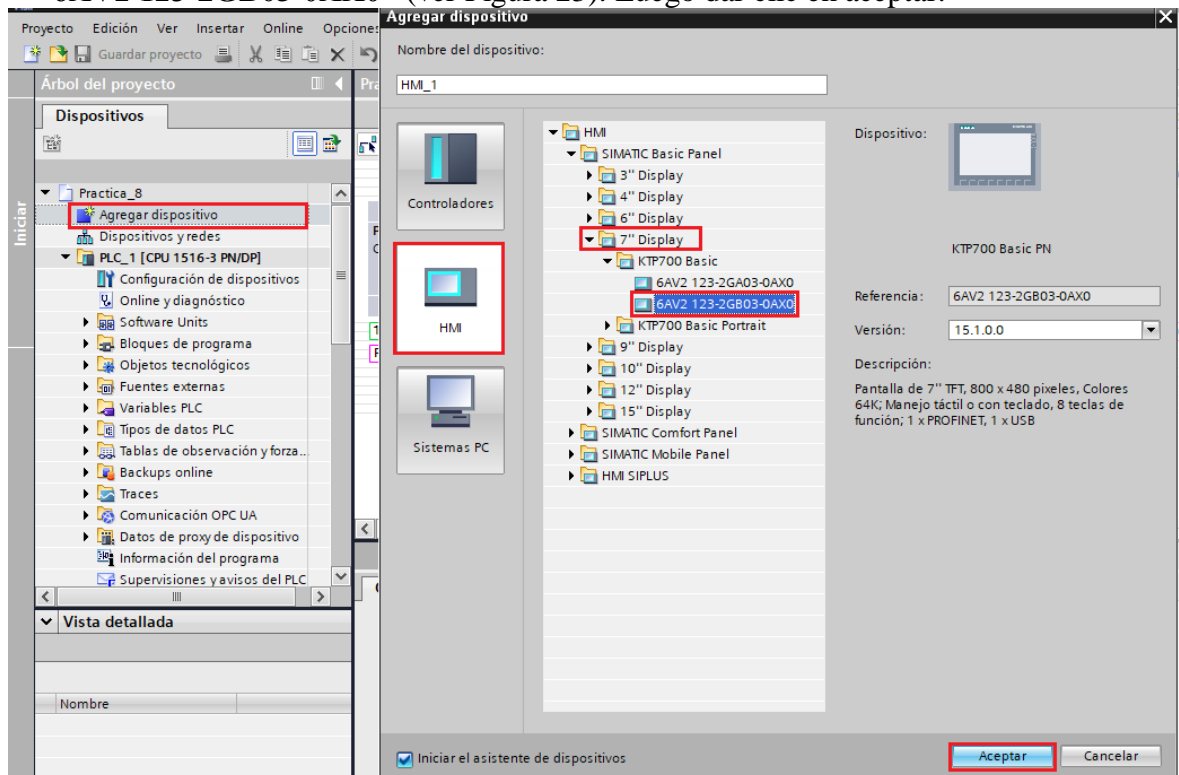


Figura 23. Agregar HMI.

(2) Luego se procede a configurar el HMI, mediante el “Asistente de panel de operador” en la ventana “Conexiones PLC”, seleccionar el PLC al que se conectara el HMI mediante Profinet, para ello hacer clic en “Examinar” y luego seleccionar el “PLC_1” (ver Figura 24). Luego presionar el botón “Finalizar”.

Nota: En el “Asistente de panel de operador”, en la ventana “Avisos”, desactivar todos los avisos.

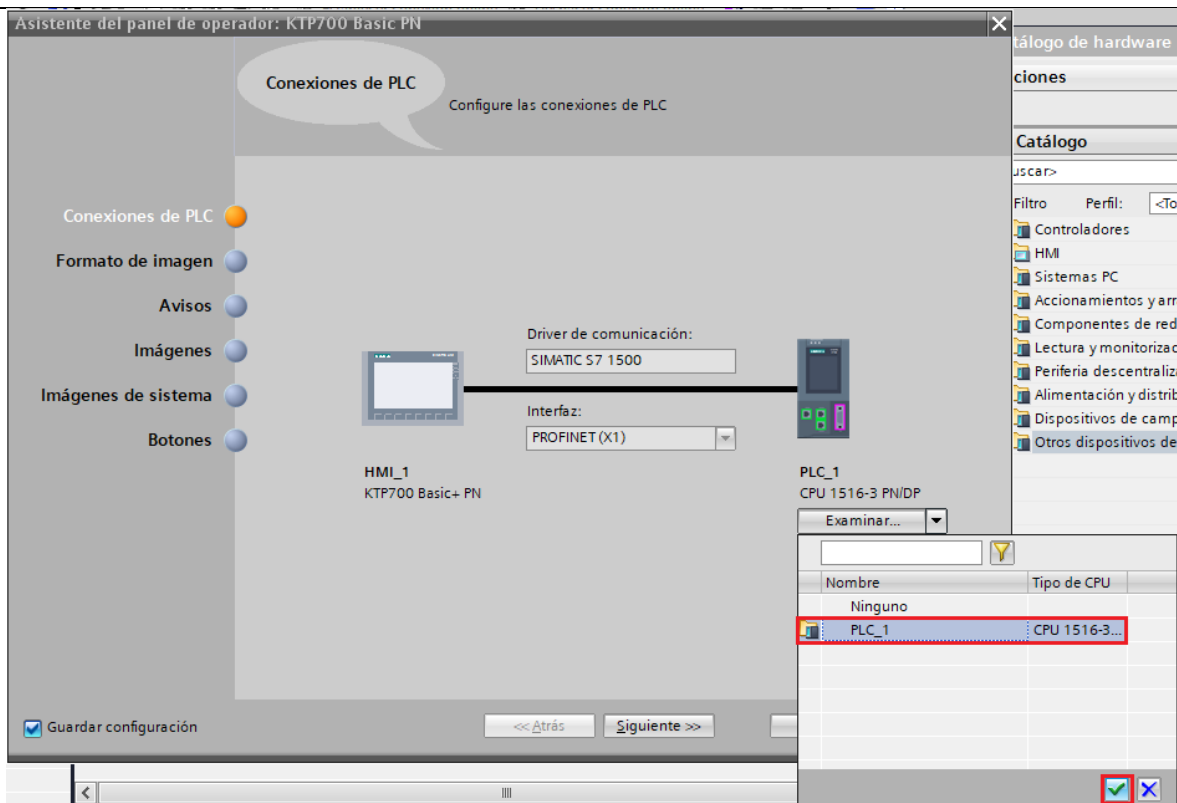


Figura 24. Conexión HMI- PLC_1.

- Finalmente, la conexión de red agregando el HMI queda de la siguiente manera (ver Figura 25).

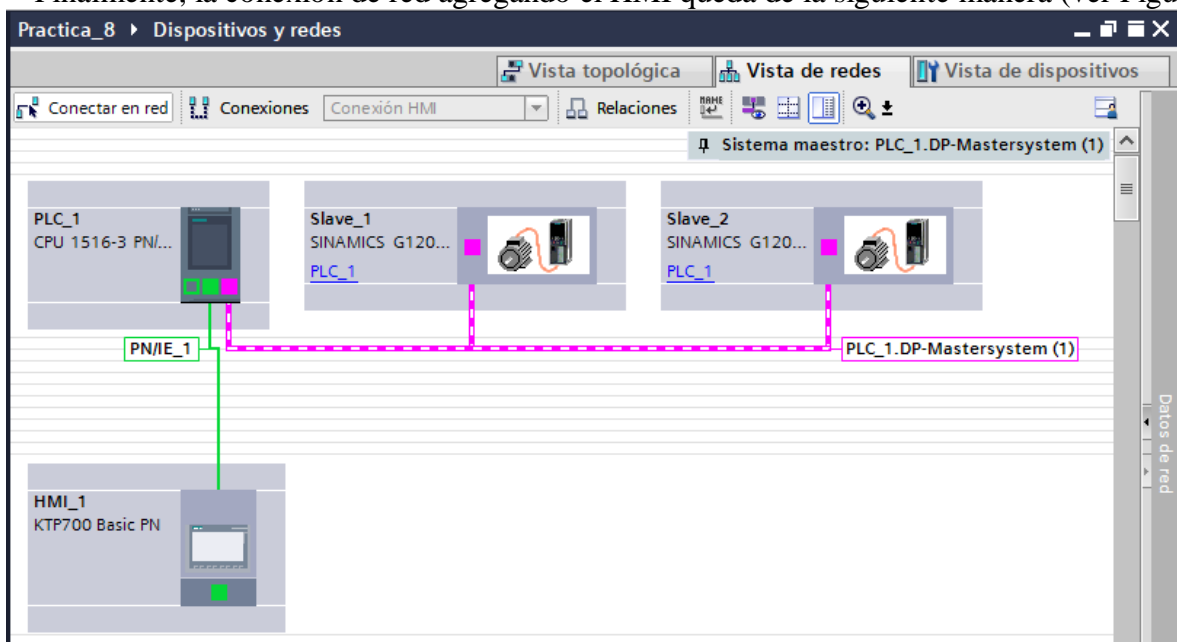


Figura 25. Conexión de la red.

12. Realizar la programación para el proyecto.

- Primero se debe asignar el nombre a las variables que se usaran dentro del proyecto, para ello ubicarse en el "Árbol del proyecto" y hacer clic en "PLC_1 [CPU 1516-3 PN/DP]" / "Variables PLC" / "Agregar tabla de variables", se agregara una tabla de variables para el proyecto denominada "Variables_PR8". (ver Figura 26).

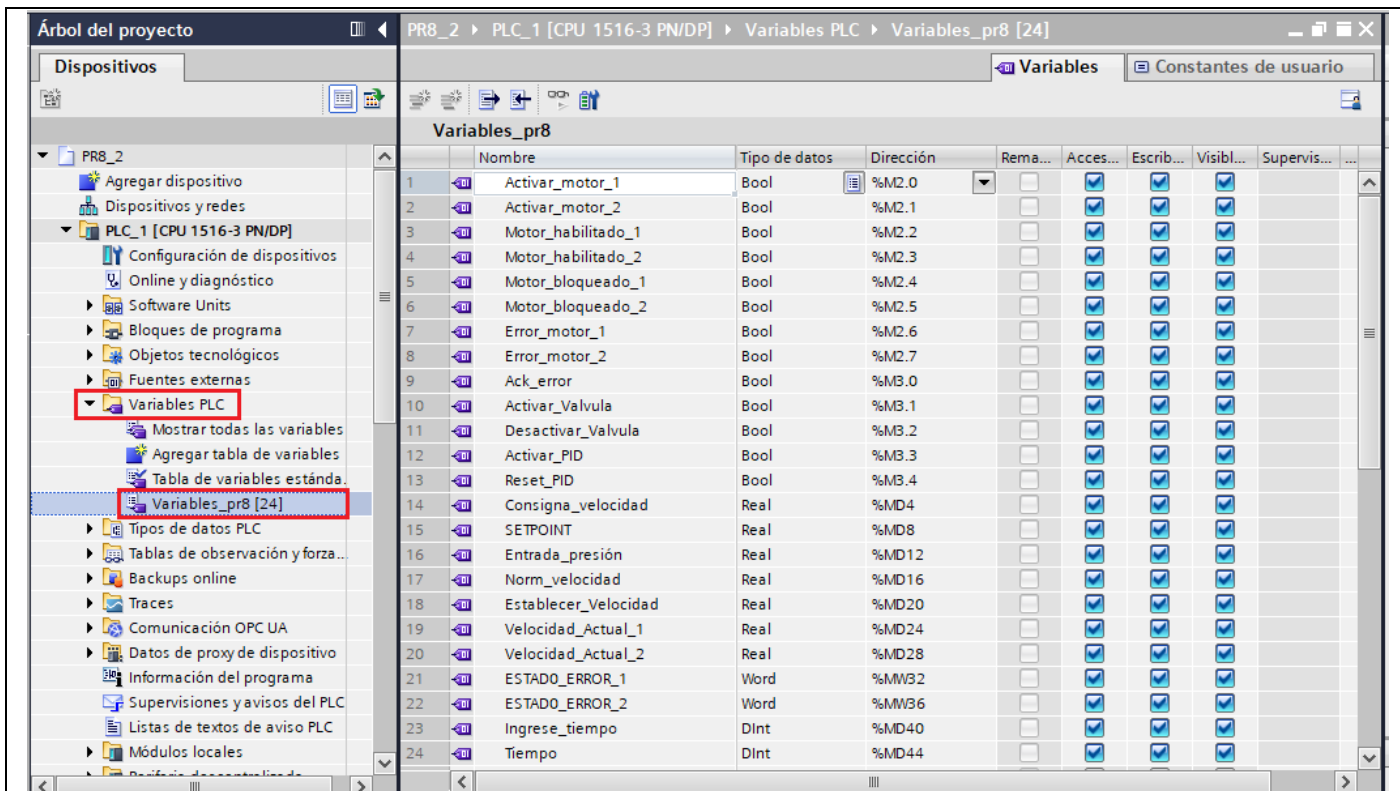


Figura 26. Variables de proyecto.

- Luego se procede a realizar la programación para ello hacer clic en “**PLC_1 [CPU 1516-3 PN/DP]**” / “**Bloques de programa**” / “**MAIN [OB1]**”.
- En el primer y segundo segmento se configurará el bloque de comunicación SINA-SPEED Telegrama 1 para cada variador. Para agregar el bloque SINA_SPEED ubicarse “**Instrucciones**” / “**Paquetes opcionales**” / “**SINAMICS**” / “**SinaSpeed**” y dar doble clic para agregar al segmento correspondiente (ver Figura 27).

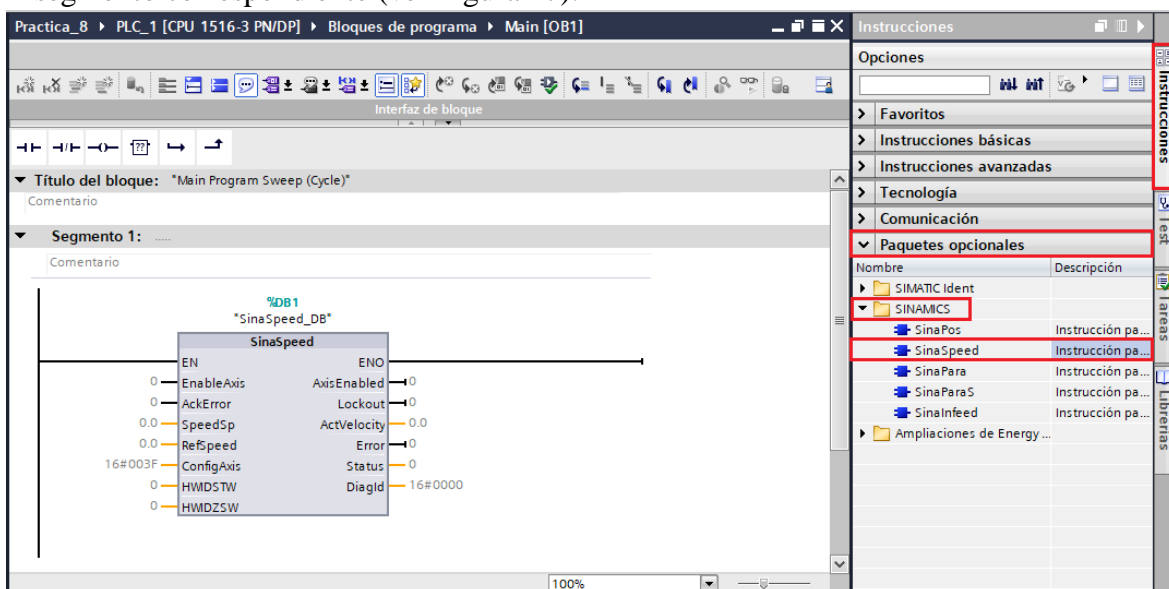


Figura 27. Agregar bloque SinaSpeed.

- Después de agregar el bloque, asignar las siguientes variables a las entrada y salidas del bloque (ver Figura 28).

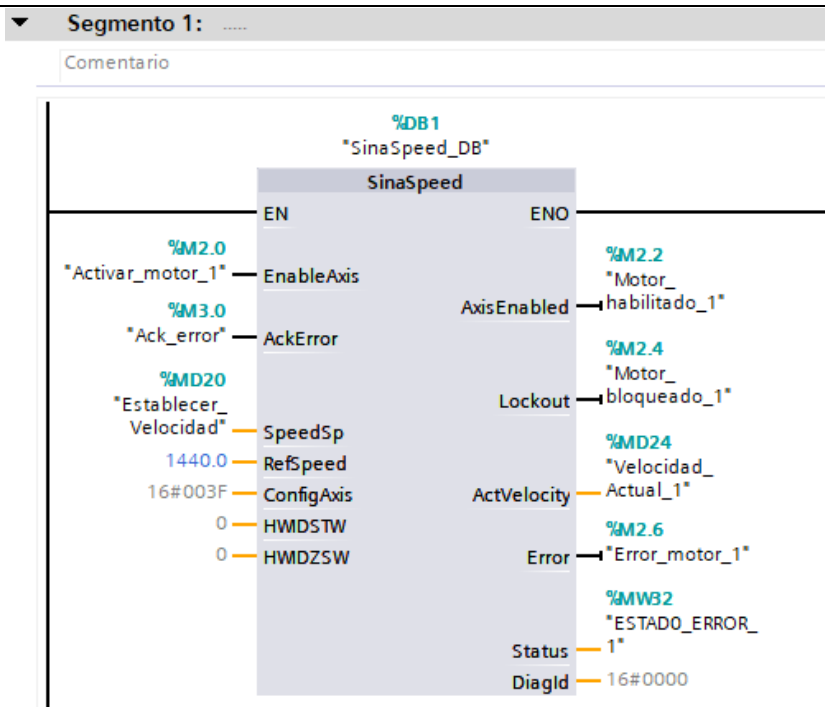


Figura 28. Configuración bloque SinaSpeed.

- Por ultimo establecer el telegrama de comunicación “Telegrama 1” a las entradas “HMDSTW” y “HMDZSW”, para establecer la comunicación con el PLC_1 (ver Figura 29).

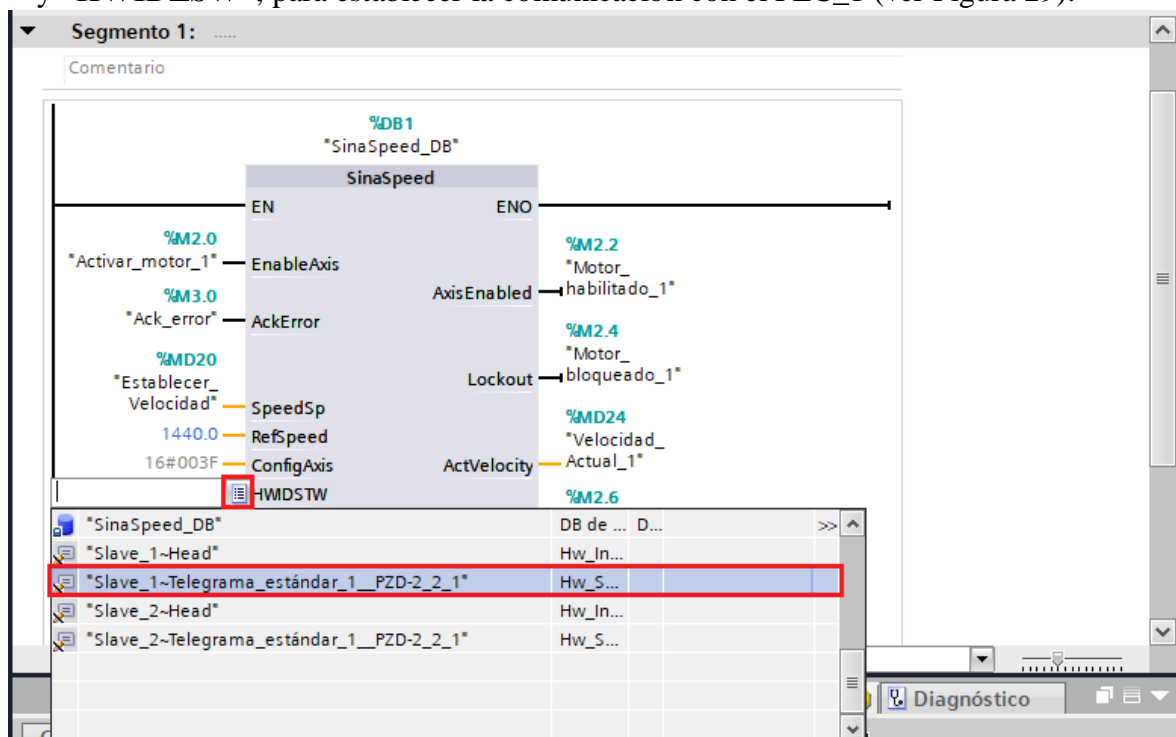


Figura 29. Comunicación Telegrama 1.

- El bloque SinaSpeed para el primer variador queda configurado de la siguiente manera (ver Figura 30).

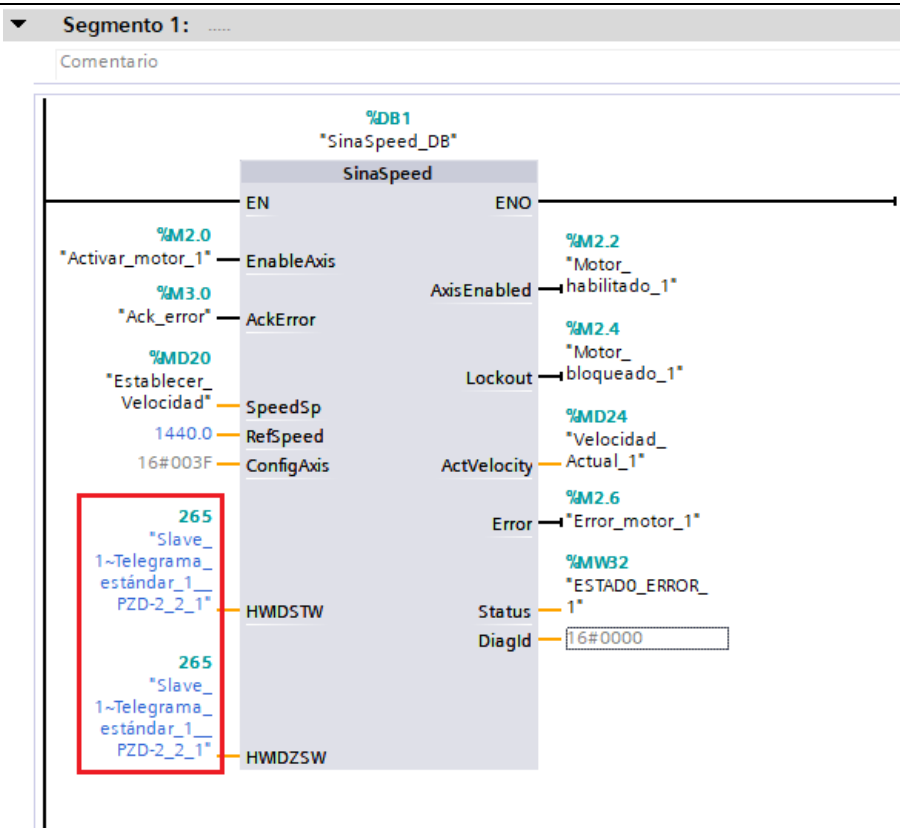


Figura 30. Bloque SinaSpeed Motor 1.

- El bloque SinaSpeed para el segundo variador queda configurado de la siguiente manera (ver Figura 31).

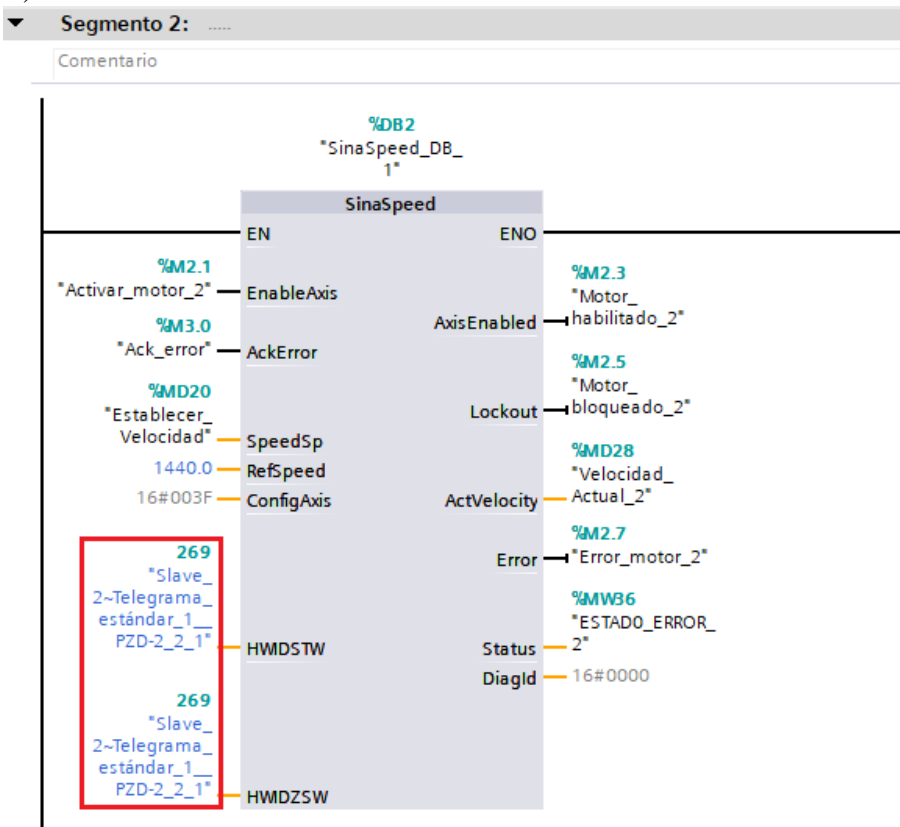


Figura 31. Bloque SinaSpeed Motor 2.

- Para el tercer segmento se procede a configurar el encendido del proceso que se está desarrollando para lo cual se usará marcas SET/RESET (ver Figura 32).

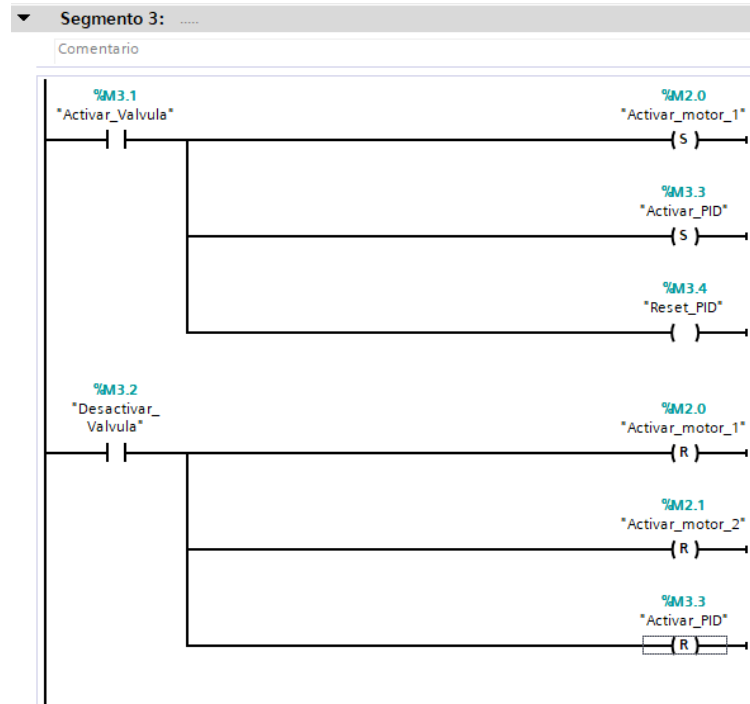


Figura 32. Configuración segmento 3.

- Para el cuarto segmento se configurará el tiempo de encendido de los motores, el tiempo de encendido será el mismo para los dos motores, se usó bloques TON que se ubican en “Instrucciones” / “Instrucciones básicas” / “Temporizadores” / “TON” (ver Figura 33).

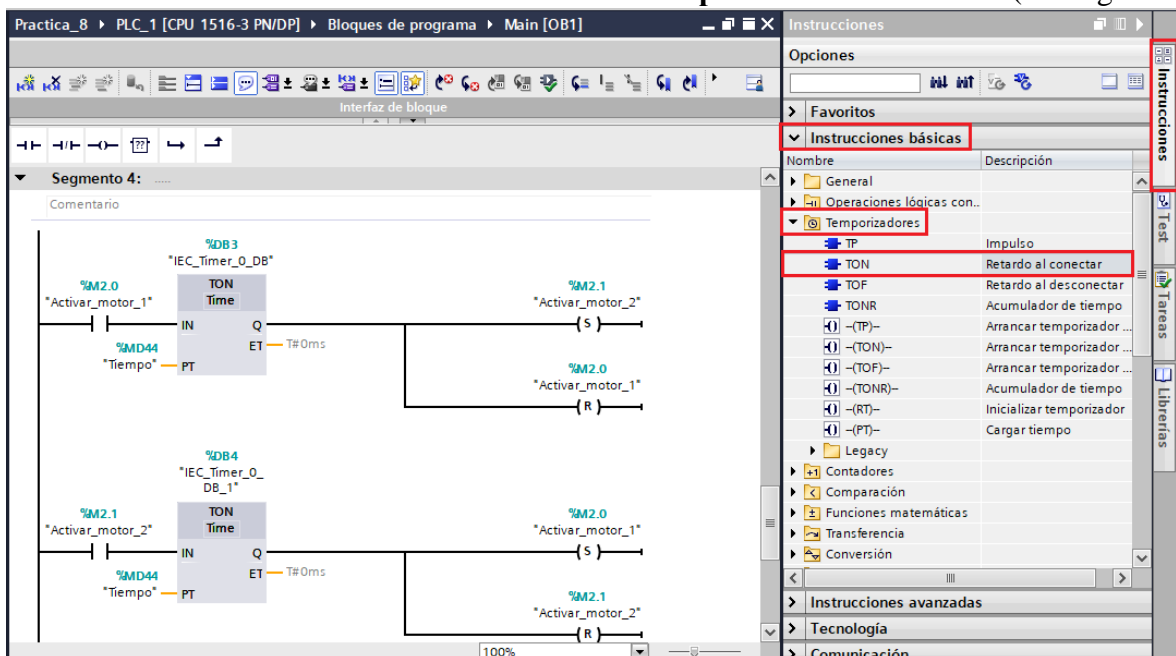


Figura 33. Configuración segmento 4.

- En el quinto segmento se configurará un bloque “NORM_X” y “SCALE_X” con el objetivo de configurar la velocidad de funcionamiento del motor (ver Figura 34).

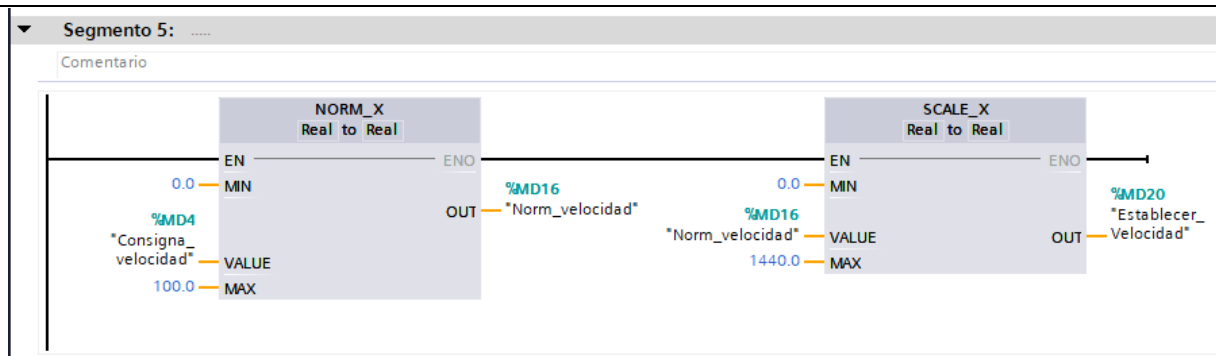


Figura 34. Configuración segmento 5.

- En el sexto segmento se configura un bloque de multiplicación “MUL” con el fin de ingresar el tiempo de funcionamiento de cada motor en minutos desde el HMI.
- En el séptimo segmento se configurará un bloque “Move”, para ajustar una variable cuando el procesos no está en funcionamiento (ver Figura 35).

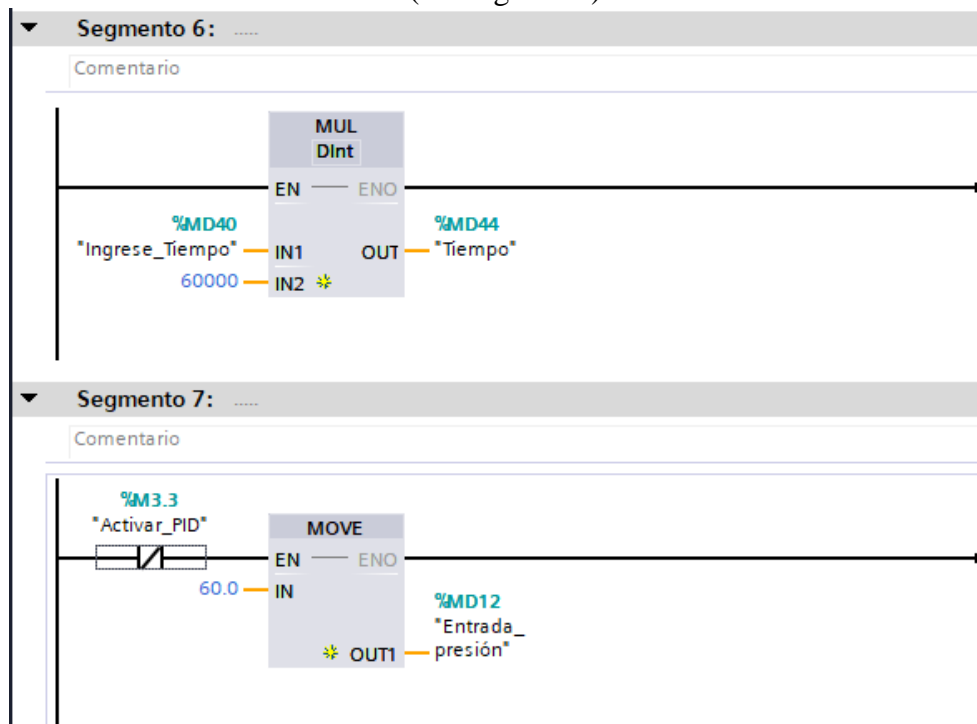


Figura 35. Configuración segmento 6 y 7.

13. Configurar PID

- Para realizar el control del proceso que se está desarrollando se configurará un bloque PID que permita controlar la velocidad del motor.
- Para ello se debe hacer clic en “**Agregar nuevo bloque**” luego hacer clic en “**Bloque de organización**” / “**Cyclic interrupt**”, seguidamente hacer clic en “**Aceptar**” (ver Figura 36).

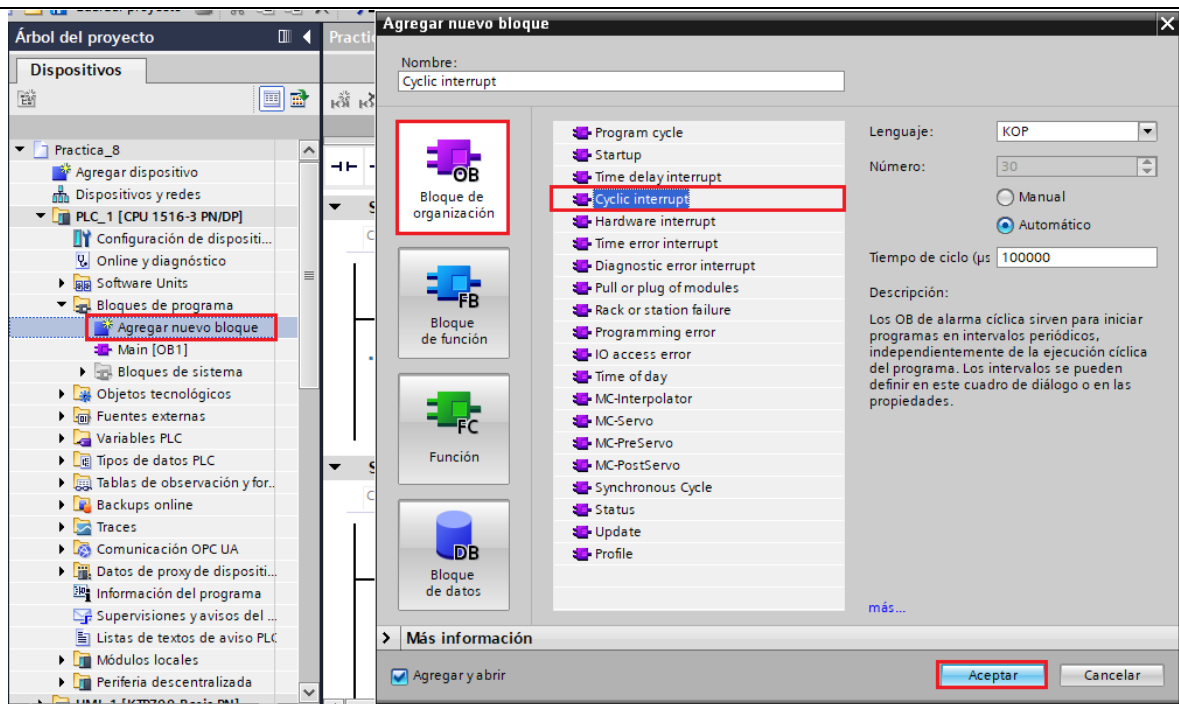


Figura 36. Agregar bloque Cyclic interrupt.

- En el bloque agregado se debe insertar el PID, para ello ubicarse en “Instrucciones” luego hacer clic en “Tecnología” / “PID Control” / “Compact PID” / “PID_Compact” (ver Figura 37).

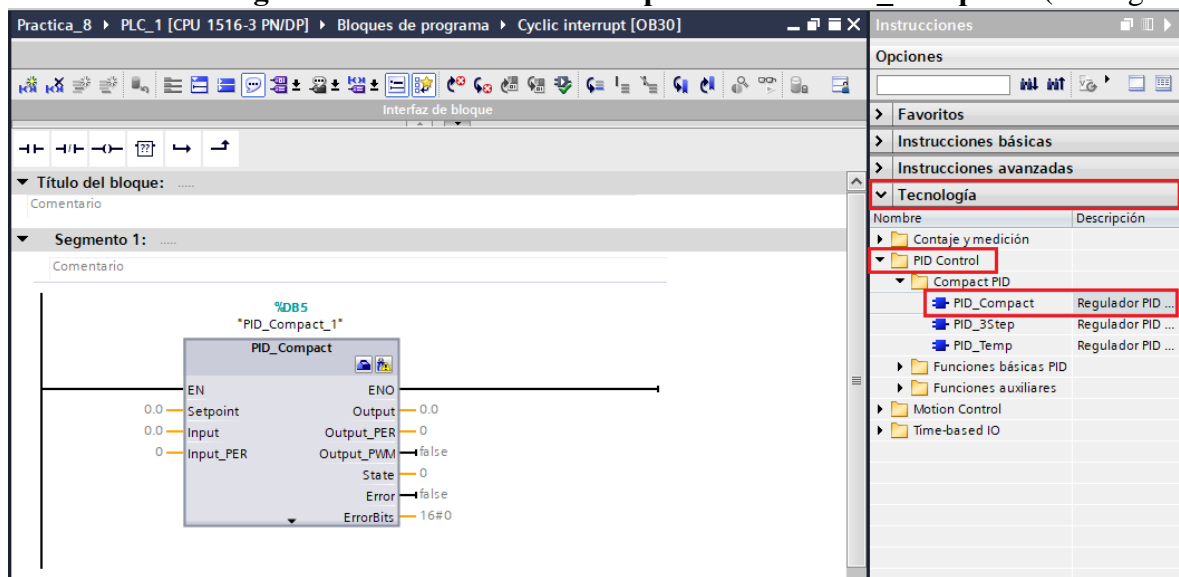


Figura 37. Agregar bloque PID_Compact.

- Luego se procede a configurar el bloque PID, para ello primero debe dirigirse a él “Árbol del proyecto” / “Objetos tecnológicos” / “PID_Compact_1 [DB1]” / “Configuración”. En la pestaña “Tipo de regulación” escoger las siguientes opciones (ver Figura 38).

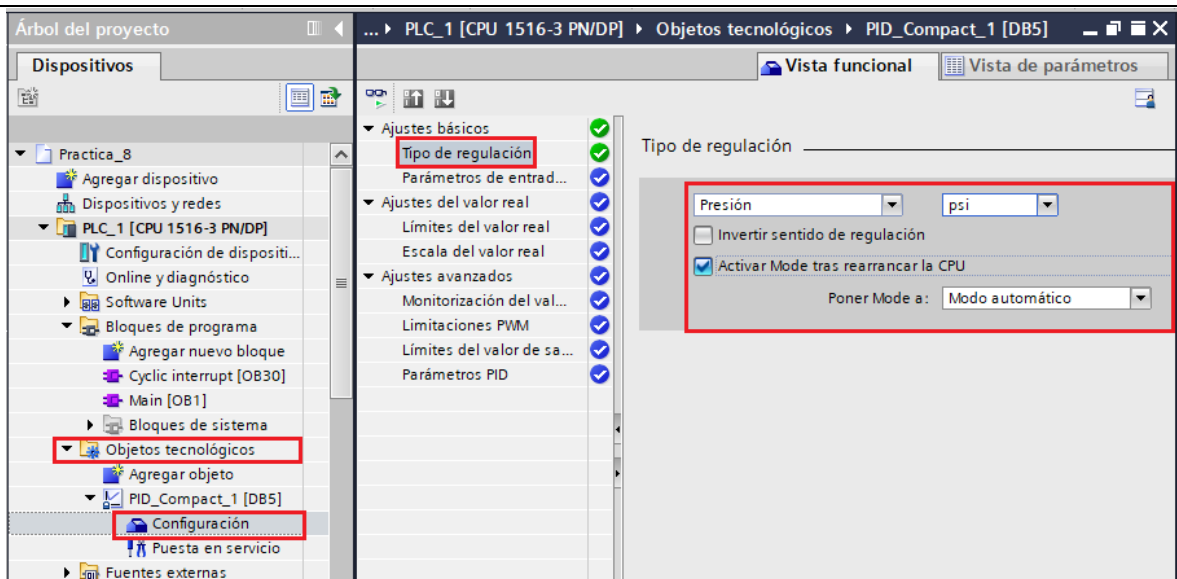


Figura 38. Configuración de parámetros PID.

Nota: En caso de que desee configurar los parámetros PID, ingrese en la pestaña “Parámetros PID”, en esta práctica no se configurarán este parámetro, ya que se escogió la opción “Modo Automático”.

- En la pestaña “Parámetros de entrada” seleccionar las siguientes opciones (ver Figura 39).

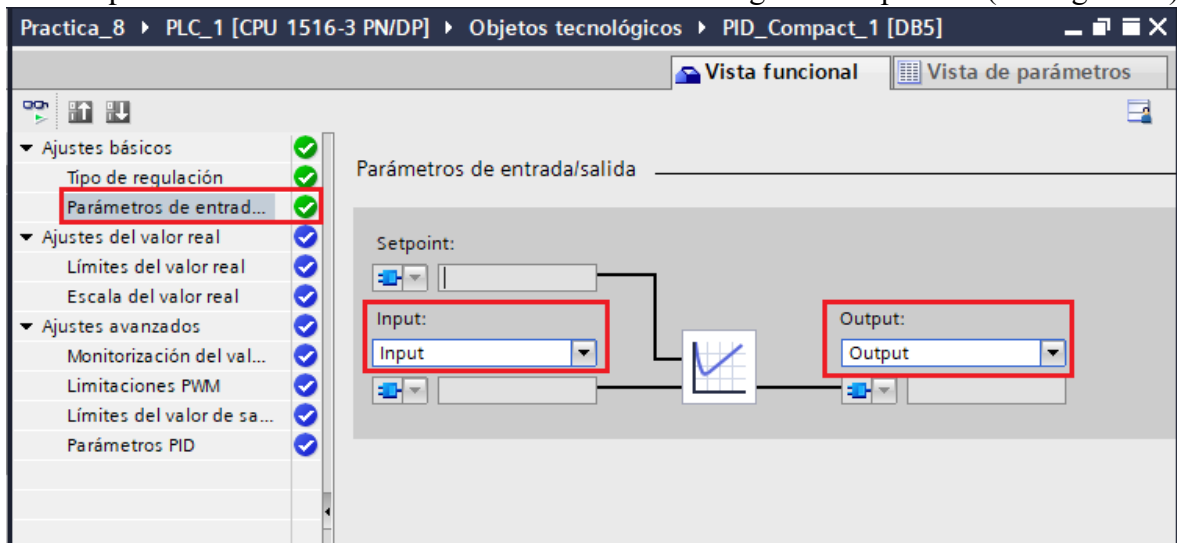


Figura 39. Configuración parámetros PID.

- Después de realizar las configuraciones se debe regresar a “Cyclic interrupt [OB30]” y se procede a configurar el bloque de la siguiente manera (ver Figura 40).

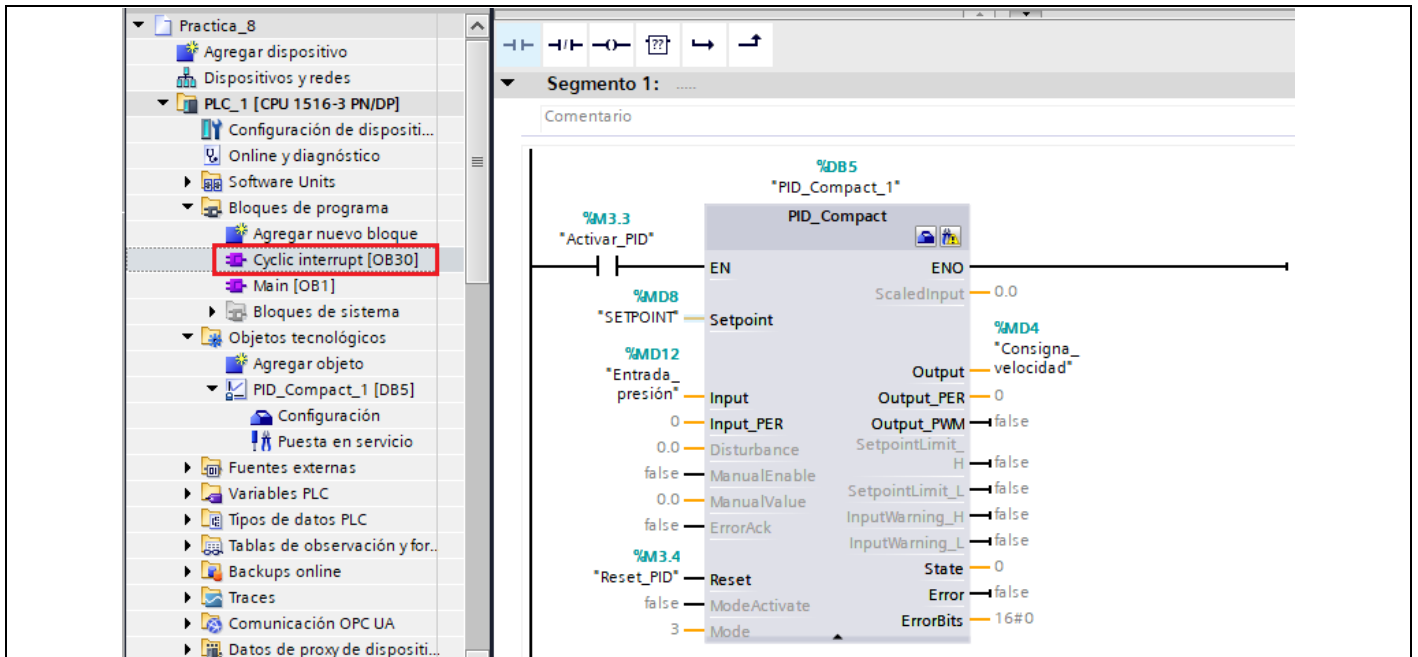


Figura 40. Configuración bloque PID_Compact.

- Luego se procede a agregar un bloque Lsim, el cual permite simular el comportamiento de un sensor, para ello se debe descargar la librería desde la página de siemens (ver Figura 41). https://support.industry.siemens.com/cs/document/79047707/control-en-lazo-cerrado-de-los-sistemas-controlados-simulados-en-el-s7-1500-con-el-pid_compact-v2?dti=0&lc=es-CL

Figura 1

Ventajas

Esta aplicación le ofrece las siguientes ventajas:

- Documentación paso a paso para la primera puesta en servicio de un regulador "PID_Compact"
- Vía rápida para empezar con el manejo de funciones del "PID_Compact"
- Ahorro de tiempo y costes gracias a la simulación de los sistemas controlador con la ayuda de la librería de sistema controlado "LSim"

Descargas

- PDF Documentación: "Librería para simulación de sistema controlado con STEP 7 V14 (TIA Portal)" (1,5 MB)
- ZIP STEP 7 V14 (TIA Portal) Librería de bloques "LSim" (501,6 MB)**
- PDF Documentación: "Control en lazo cerrado con el PID_Compact V2.3" (1,9 MB)
- ZIP TIA Portal V14 Proyecto de ejemplo "S7-1500 con PID_Compact V2.3" (1,4 MB)

Figura 41. Descargar librería LSim.

- Luego se procede a agregar la librería al proyecto para ello se debe ubicar en "Librerías" / "Librerías globales" / "Abrir librería global" (ver Figura 42).

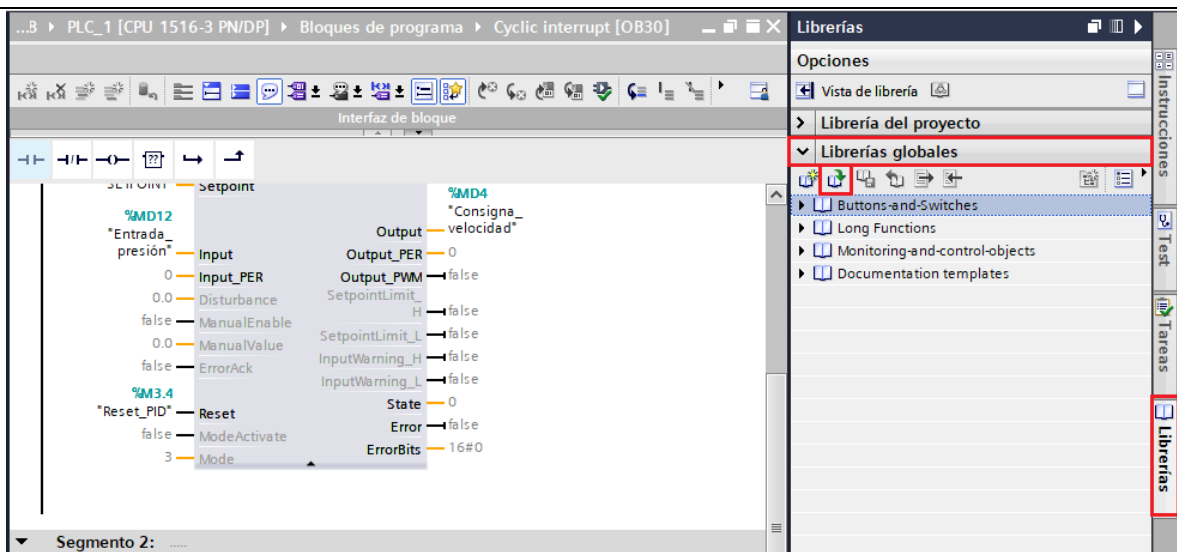


Figura 42. Agregar librería LSim.

- Luego se procede a agregar el bloque Lsim (ver Figura 43).

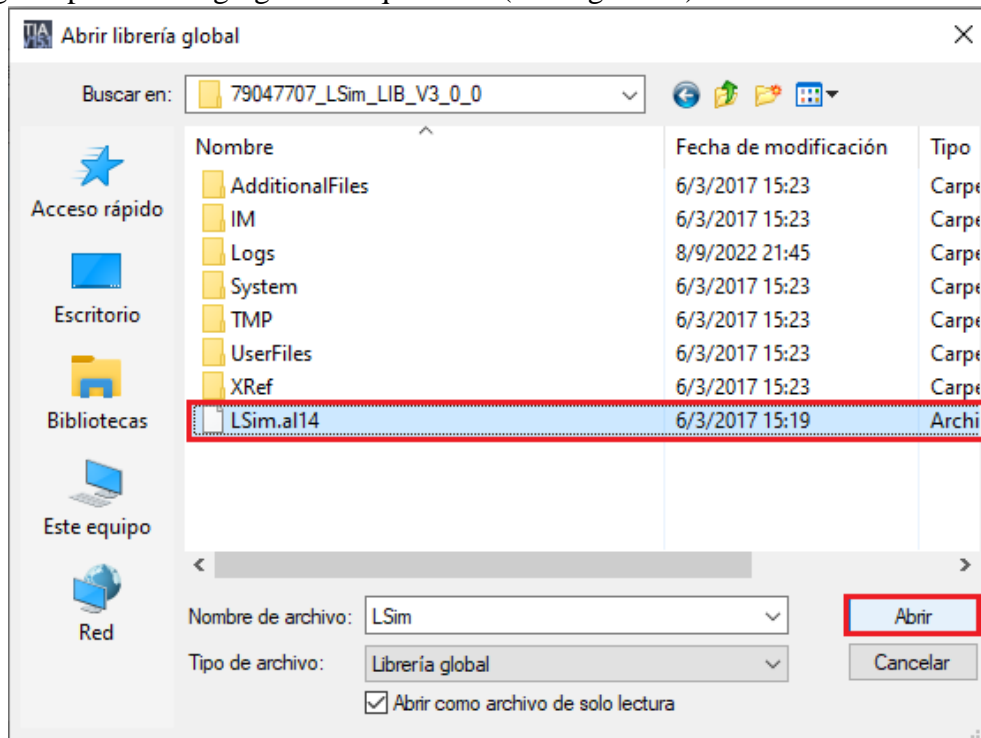


Figura 43. Agregar librería global LSim.

- Una vez agregado la librería, se procede a instalarlo en el segundo segmento, para ello hacer clic en la librería agregada y seleccionar el bloque "LSim_PT3" (ver Figura 44).

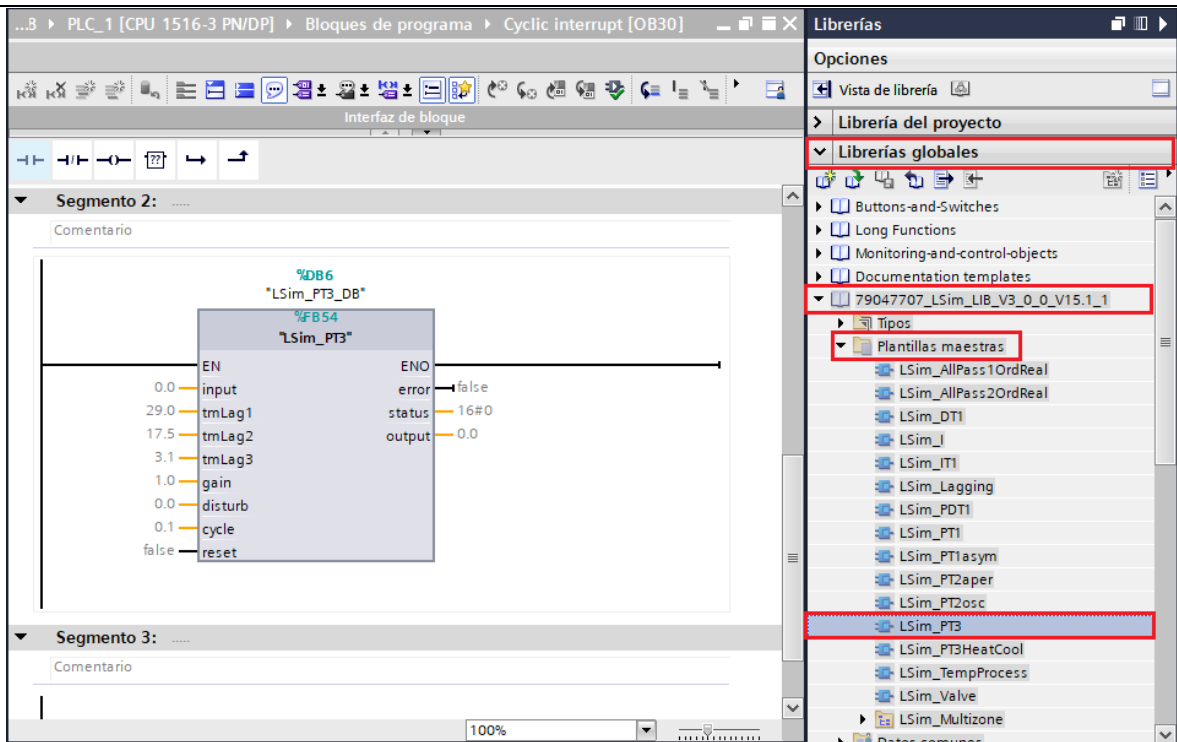


Figura 44. Agregar plantilla LSim_PT3.

- Luego se procede a configurar los parámetros de entrada y salida del bloque LSim_PT3_DB (ver Figura 45).

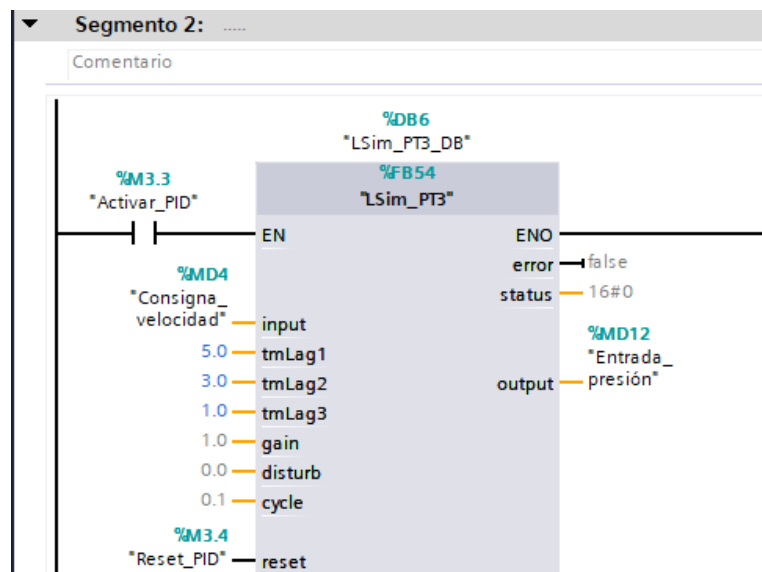


Figura 45. Configuración del bloque LSim_PT3.

14. Configuración HMI (WINCC) para realizar el control de parámetros de dos variadores de frecuencia G120.

- (1) Para iniciar con la configuración, se deben agregar cuatro imágenes, en las cuales se va a configurar el control del proceso de un sistema de presión constante, para ello primero se debe dirigir a "HMI_1 [KTP700 Basic PN]" / "Imágenes".
 - Por defecto aparece una imagen principal denominada "Imagen raíz".
 - Para agregar una nueva imagen, presionar "Agregar Imagen".
 - Se debe agregar dos imágenes que se denominarán "AVISOS", "CONTROL_PROCESO". (ver Figura 46).

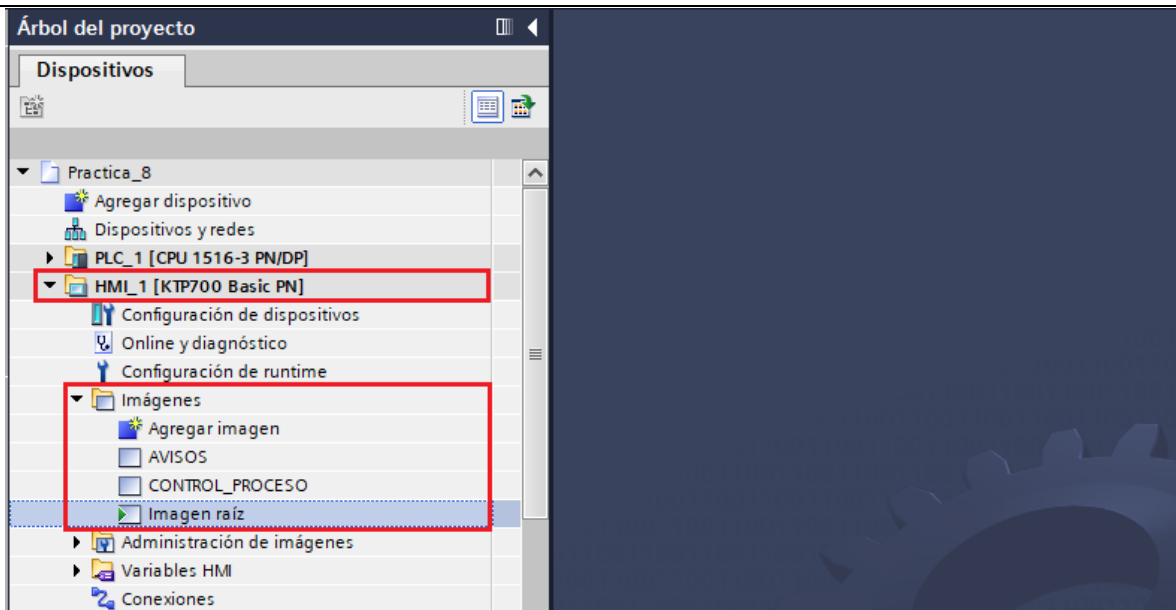


Figura 46. Agregar imágenes para control del proceso.

15. Configuración de un Menú principal para ingresar a las ventanas de “AVISOS” y “CONTROL_PROCESO”.

- (1) Para realizar la configuración de un menú, dirigirse a “Administración de imágenes” / “Plantillas” / “Plantilla_1”.
- En esta ventana se configurará dos botones denominados, botón “CONTROL PROCESO”, botón “AVISOS” (ver Figura 47).

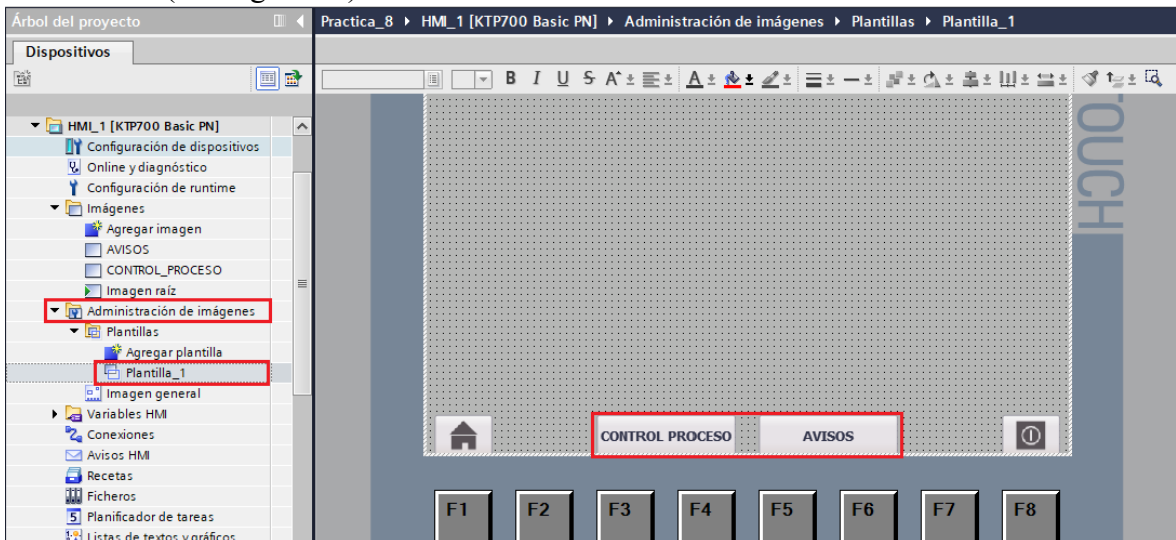


Figura 47. Configuración menú principal.

- (2) Configuración del menú.

- **Botón CONTROL PROCESO:** seleccionar el botón CONTROL PROCESO, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarImagen”.
- En “Nombre de imagen” seleccionar “CONTROL_PROCESO” (ver Figura 48).

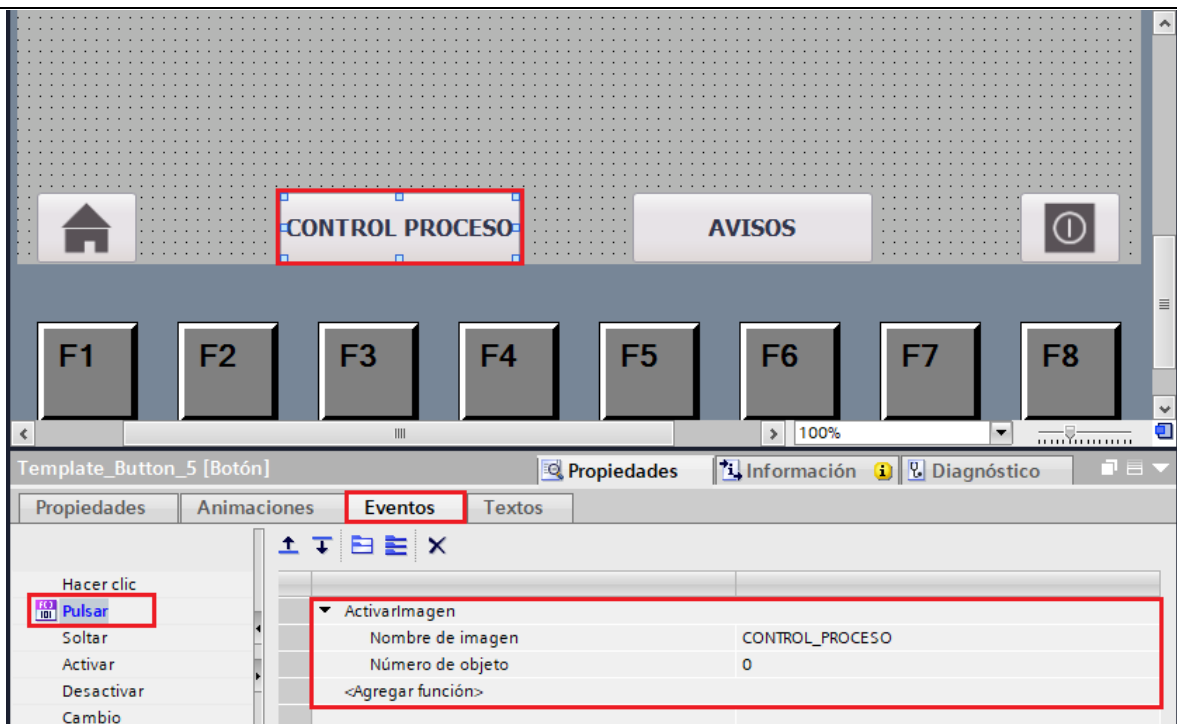


Figura 48. Configuración botón “CONTROL_PROCESO”.

- **Botón AVISOS:** seleccionar el botón AVISOS, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarImagen”.
- En “Nombre de imagen” seleccionar “AVISOS” (ver Figura 49).

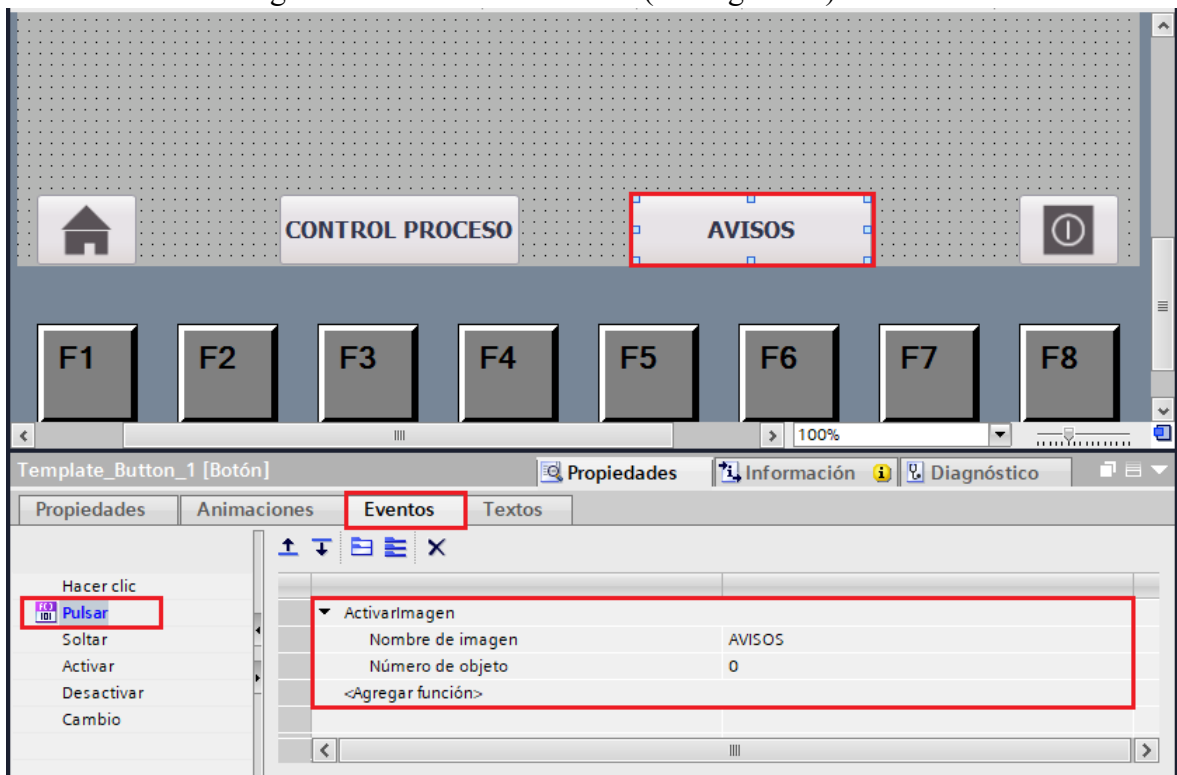


Figura 49. Configuración botón “AVISOS”.

16. Configuración de la ventana “Imagen Raíz”.

- (1) Agregar elementos a la imagen raíz.

Para ello se debe ubicar en “**Imágenes**” / “**Imagen raíz**”, en la imagen raíz se configurará la imagen principal del proyecto, en esta imagen se agregarán símbolos de bombas y válvulas de la norma ISA que representan el proceso (ver Figura 50).

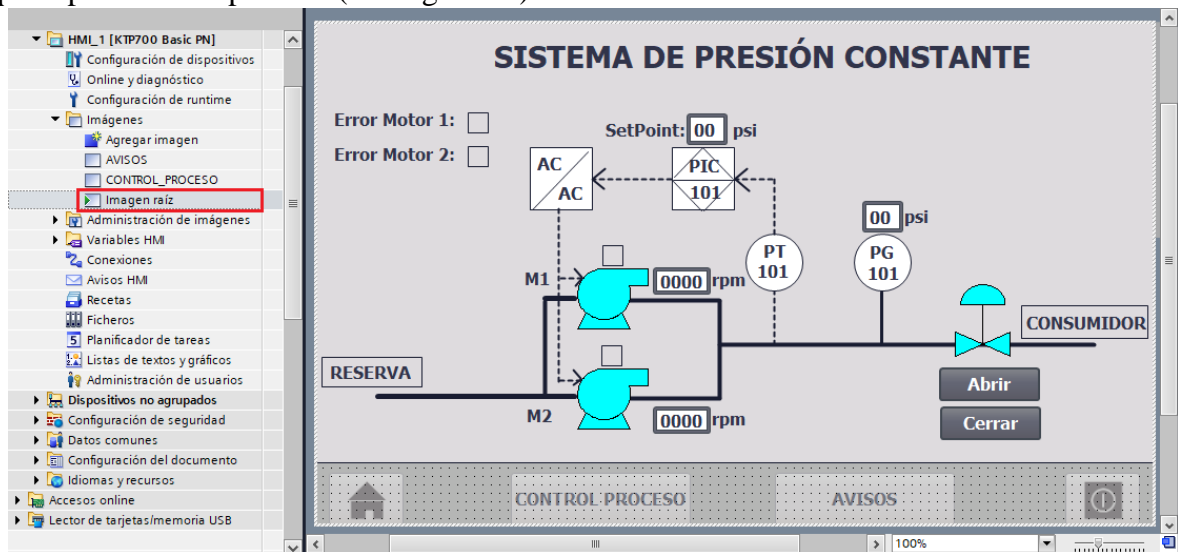


Figura 50. Configuración Imagen raíz.

Para agregar los símbolos de bombas y válvulas se debe ubicar en “**Gráficos**” / “**Technology**” / “**Standardized symbols [WMF]**” / “**ISA Symbols**” (ver Figura 51).

- También se agregará elementos básicos de un HMI: pulsantes, campos E/S, textos y rectángulos.

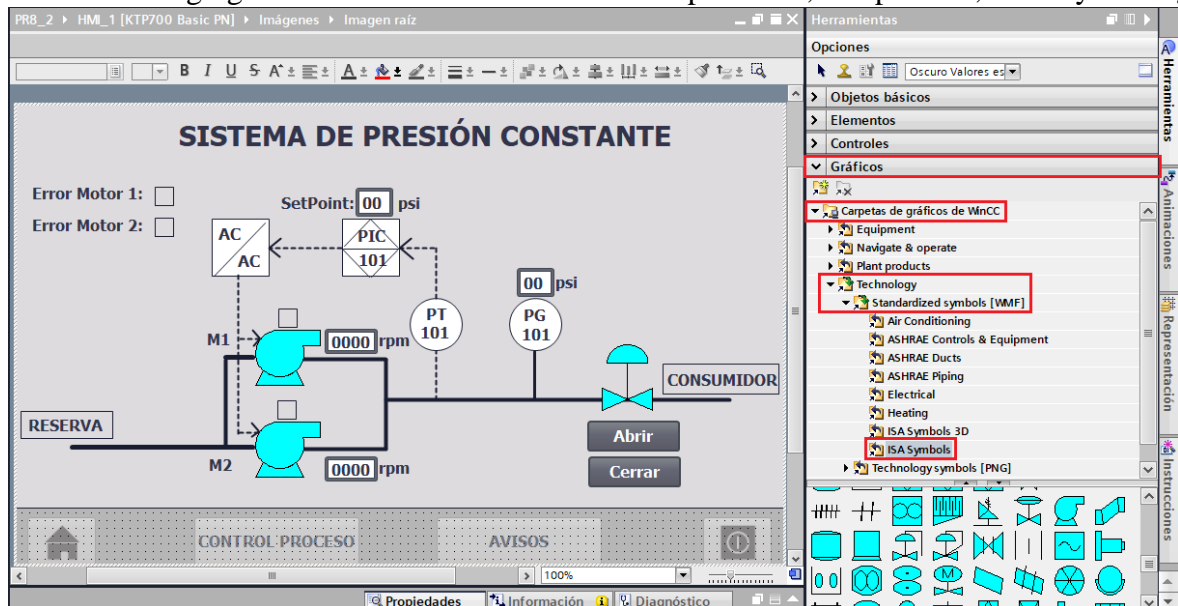


Figura 51. Agregar símbolos ISA.

(2) Configuración de los elementos de la imagen.

- **Rectángulo Error Motor 1:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Error_motor_1**”.
- En “Rango” seleccionar “**1**” y en “Color de fondo” seleccionar el color “**Rojo**” (ver Figura 52).

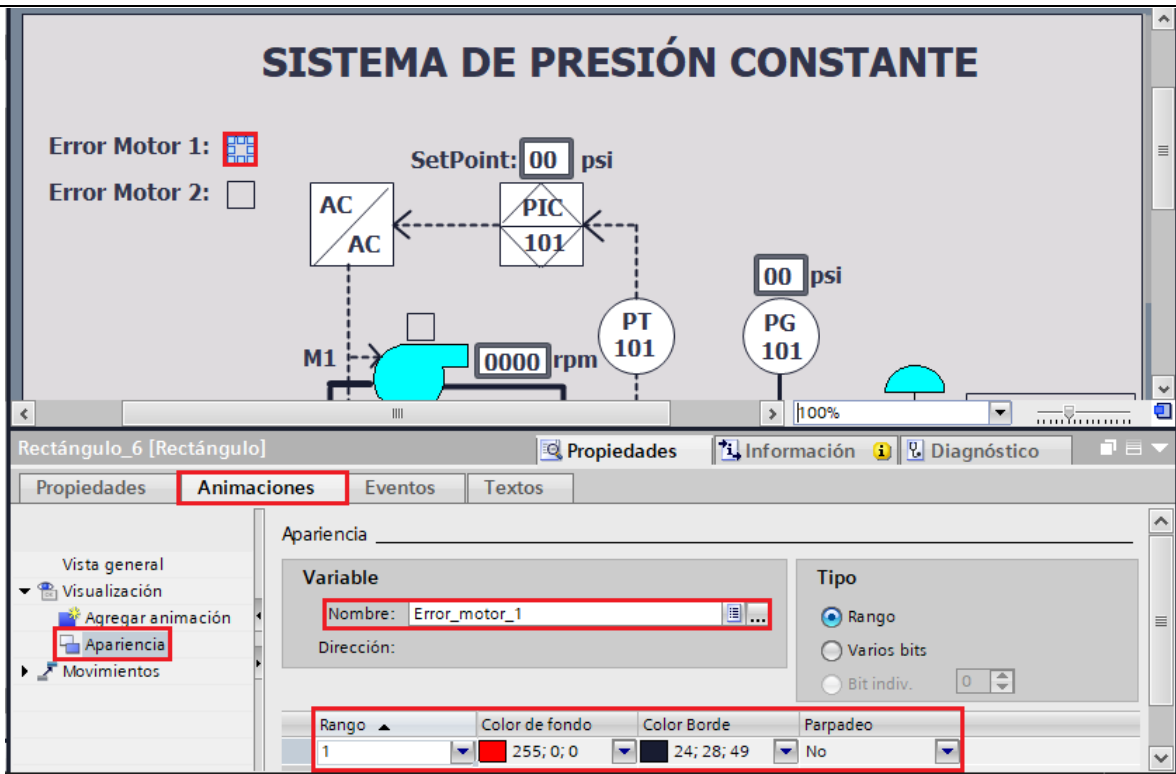


Figura 52. Configuración de rectángulo “Error motor 1”.

- **Rectángulo Error Motor 2:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “Error_motor_2”.
- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Rojo” (ver Figura 53).

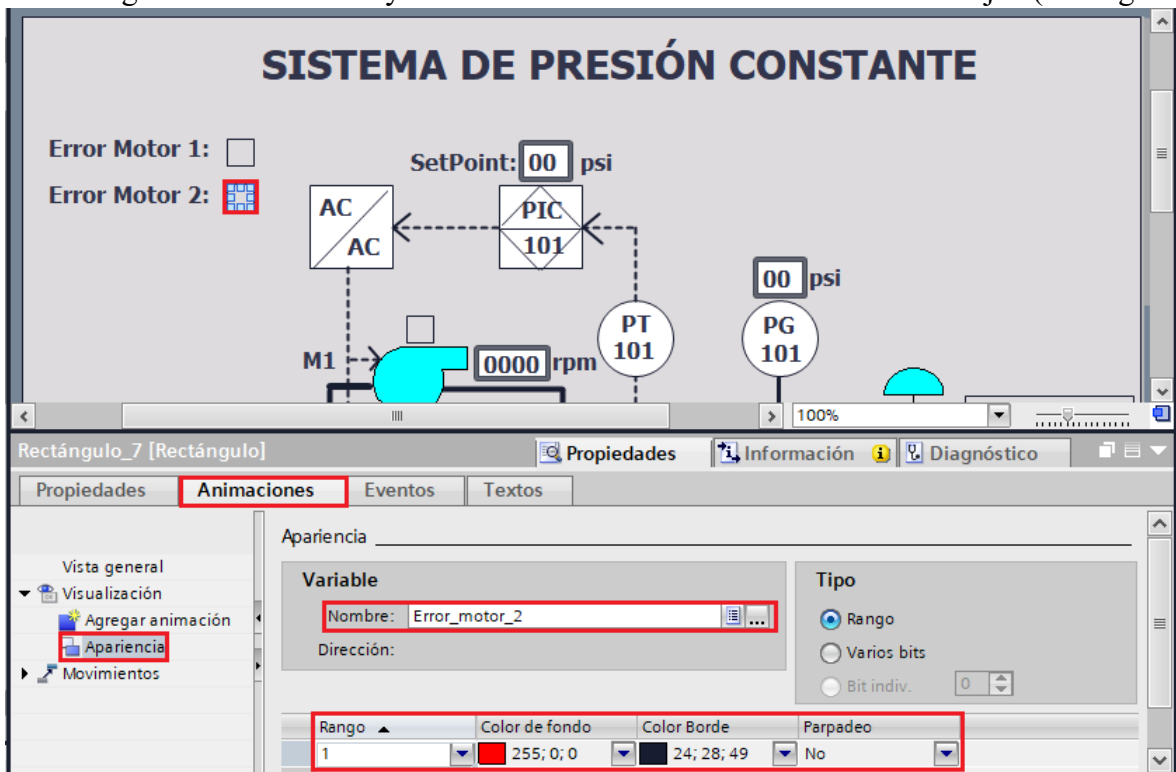


Figura 53. Configuración de rectángulo “Error motor 2”.

- **Rectángulo Motor habilitado 1:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” /

“Animaciones” / “Apariencia”.

- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Error_habilitado_1**”.
- En “Rango” seleccionar “**1**” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” (ver Figura 54).

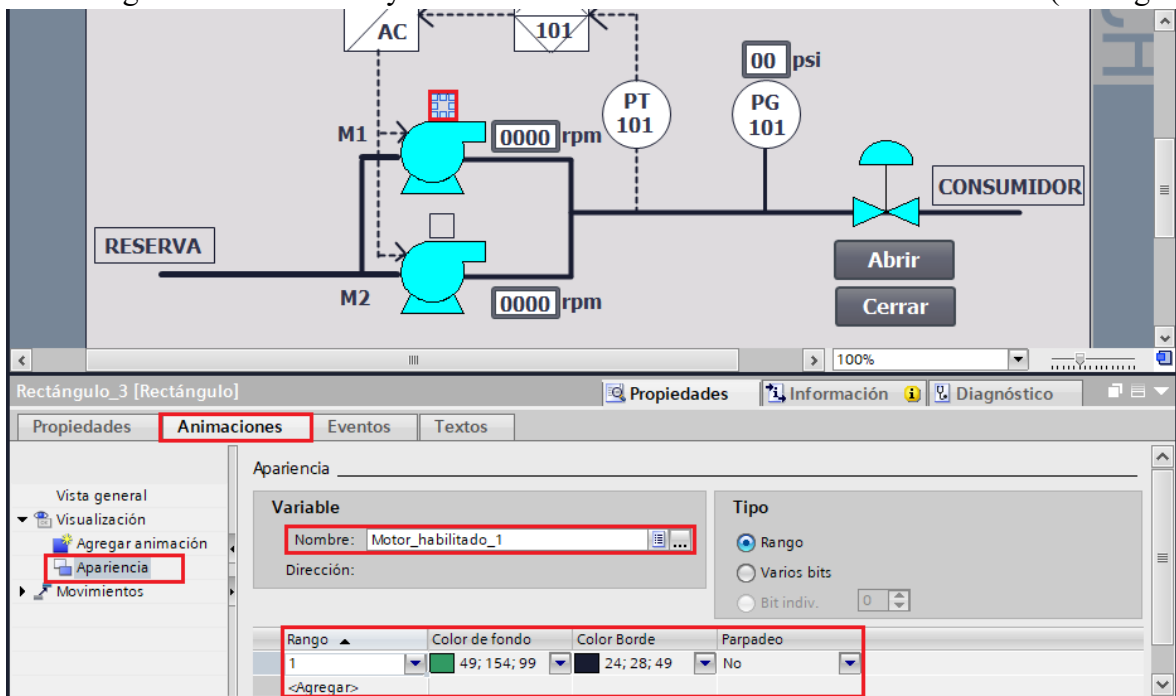


Figura 54. Configuración de rectángulo “Motor habilitado 1”.

- **Rectángulo Motor habilitado 2:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Error_habilitado_2**”.
- En “Rango” seleccionar “**1**” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” (ver Figura 55).

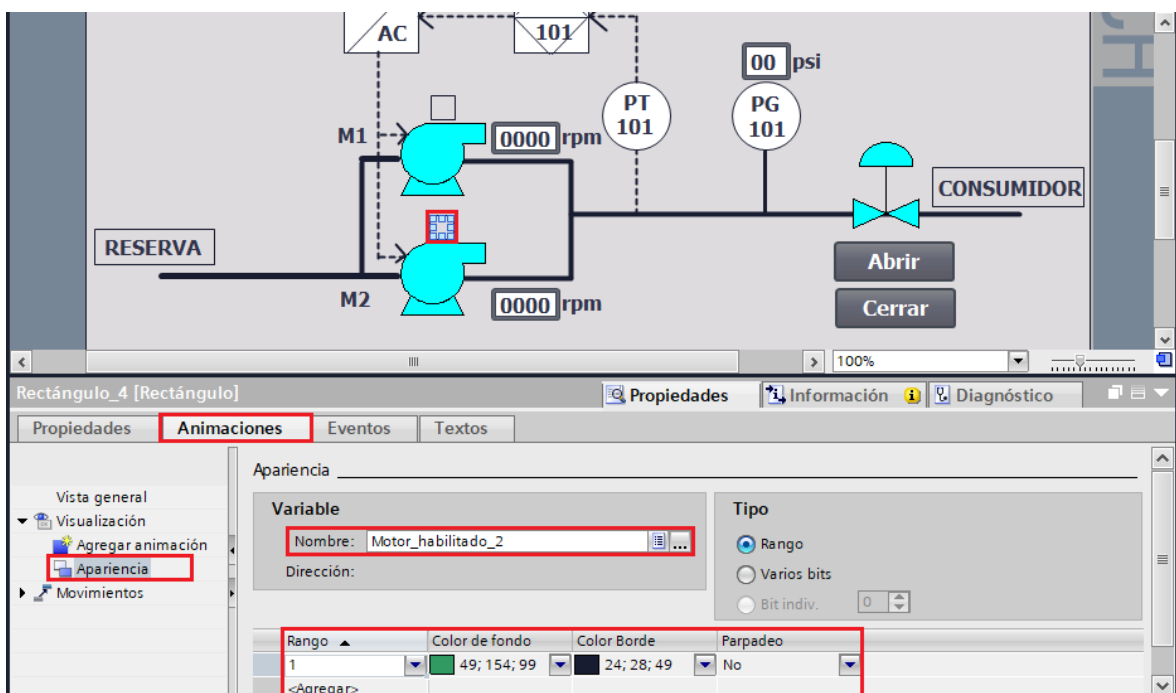


Figura 55. Configuración de rectángulo “Motor habilitado 2”.

- **Campo E/S: SETPOINT:** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” /

“Propiedades” / “General”.

- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “SETPOINT”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99” (ver Figura 56).

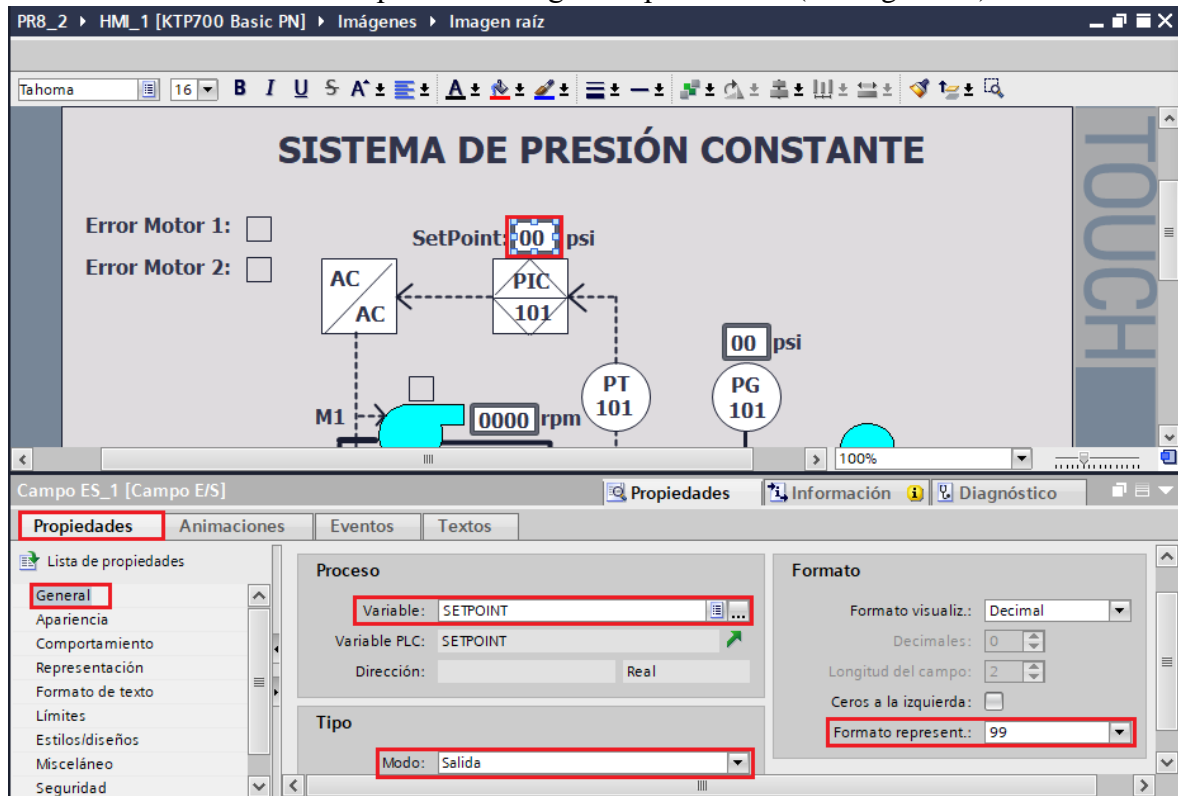


Figura 56. Configuración Campo E/S “SETPOINT”.

- **Campo E/S: Entrada presión.** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “Entrada presión”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99” (ver Figura 57).

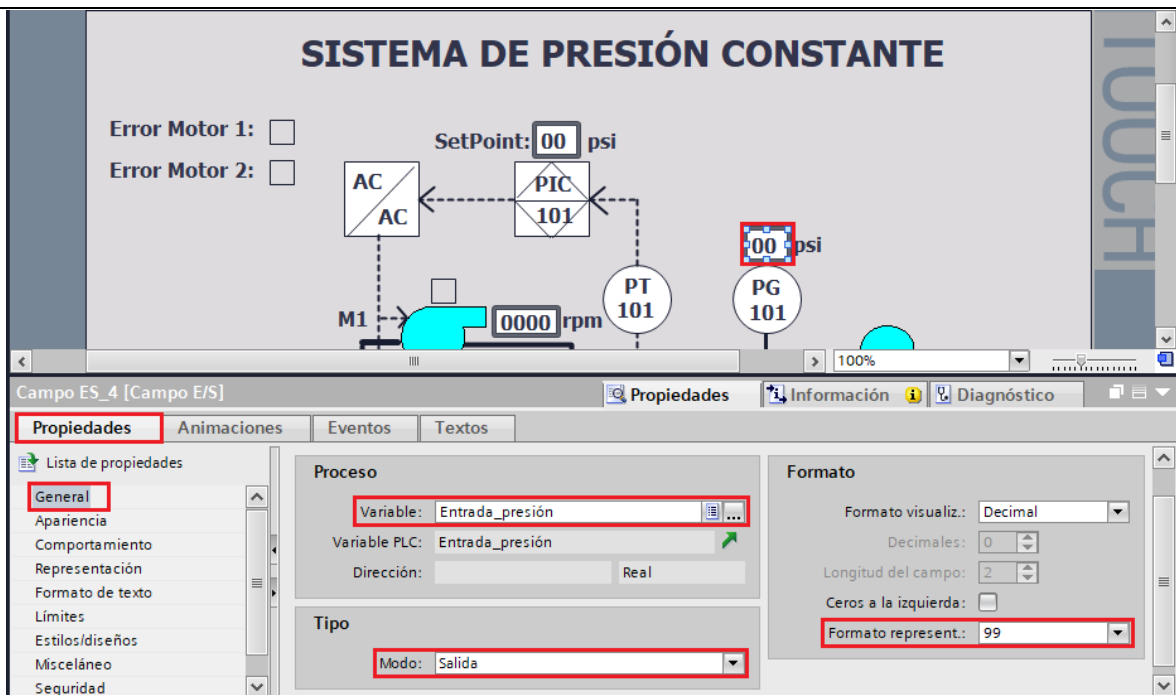


Figura 57. Configuración Campo E/S “Entrada presión”.

Campo E/S: Velocidad actual M1. Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.

- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “Velocidad_Actual_1”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “9999” (ver Figura 58).

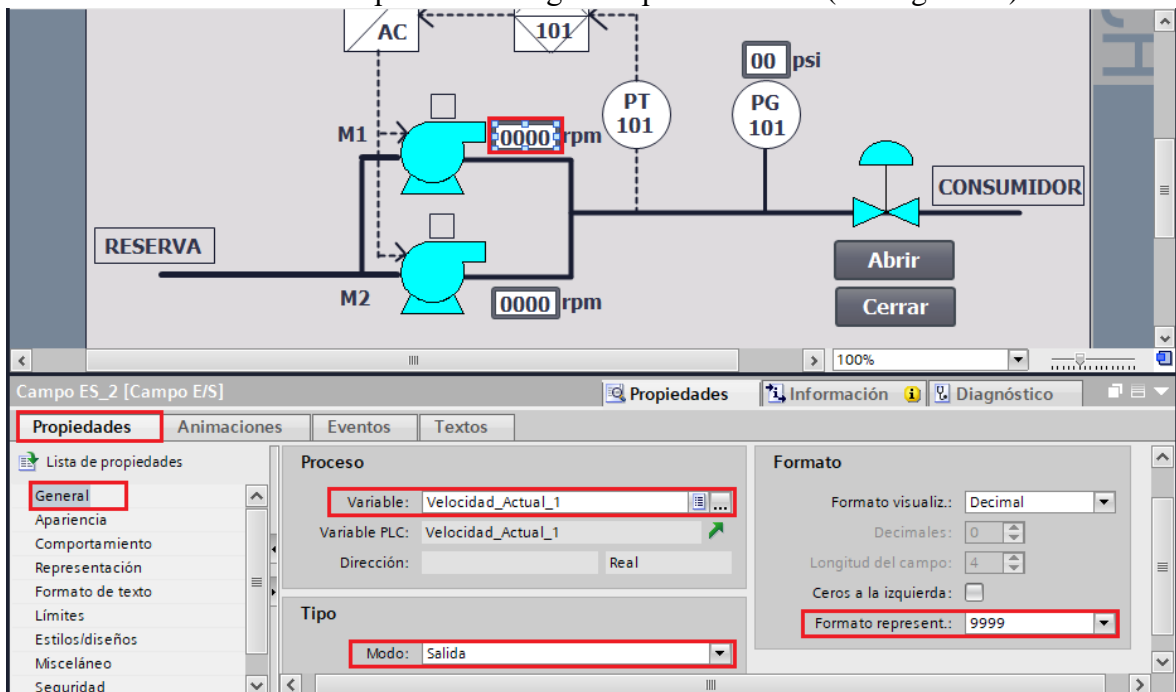


Figura 58. Configuración Campo E/S “Velocidad Actual 1”.

- **Campo E/S: Velocidad actual M2.** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “Velocidad_Actual_2”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Salida”.

- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “9999” (ver Figura 59).

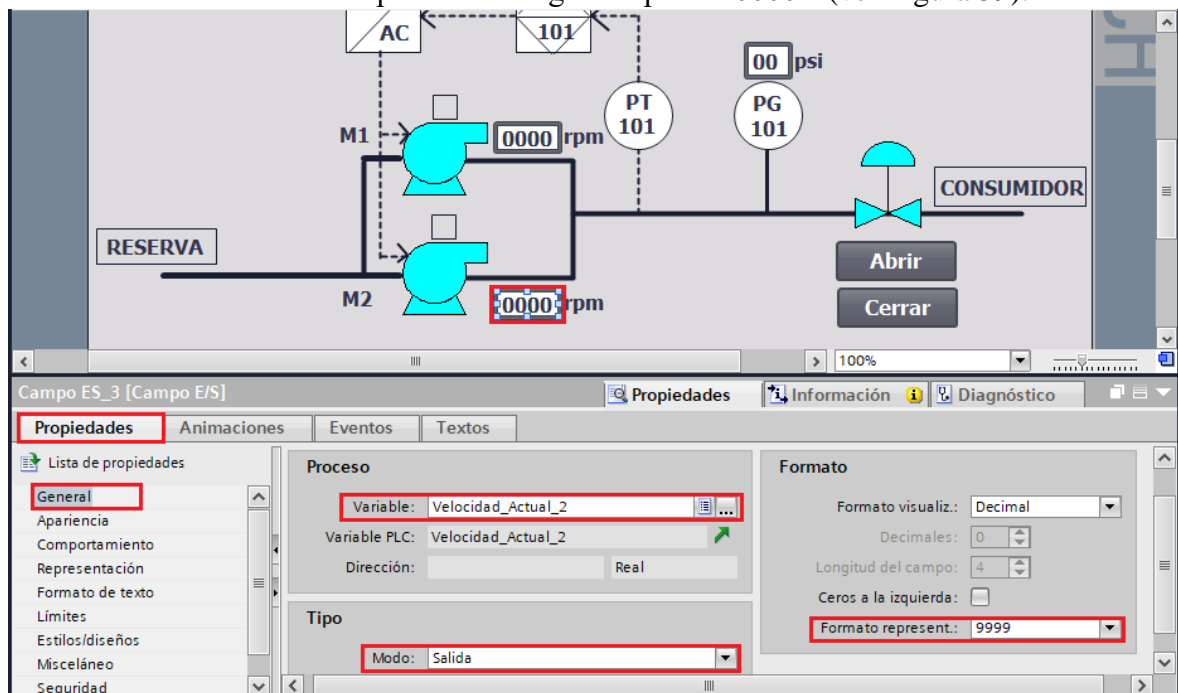


Figura 59. Configuración Campo E/S “Velocidad Actual 2”.

- **Botón Abrir Válvula:** seleccionar el botón Abrir, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarBitMientrasTeclaPulsada”.
- En “Variable (Entrada/salida)” seleccionar la variable del PLC_1 “Activar_Valvula” (ver Figura 60).

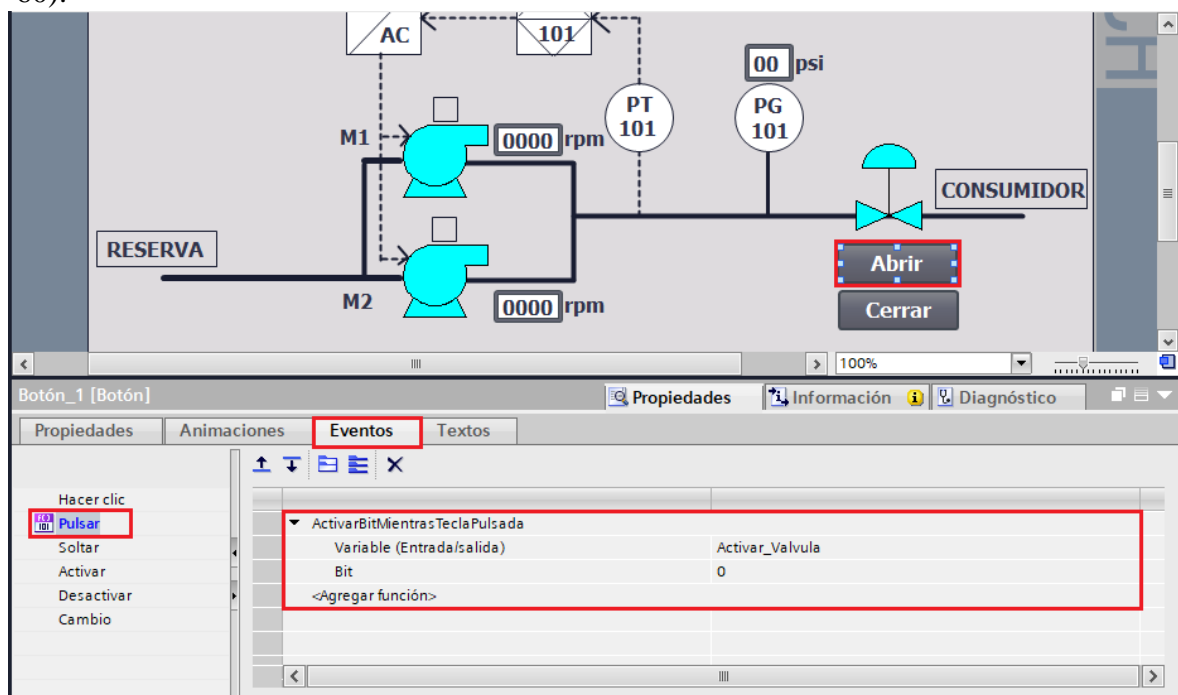


Figura 60. Configuración botón “Abrir”.

- **Botón Desactivar Válvula:** seleccionar el botón Cerrar, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarBitMientrasTeclaPulsada”.

- En “Variable (Entrada/salida)” seleccionar la variable del PLC_1 “Desactivar_Valvula” (ver Figura 61).

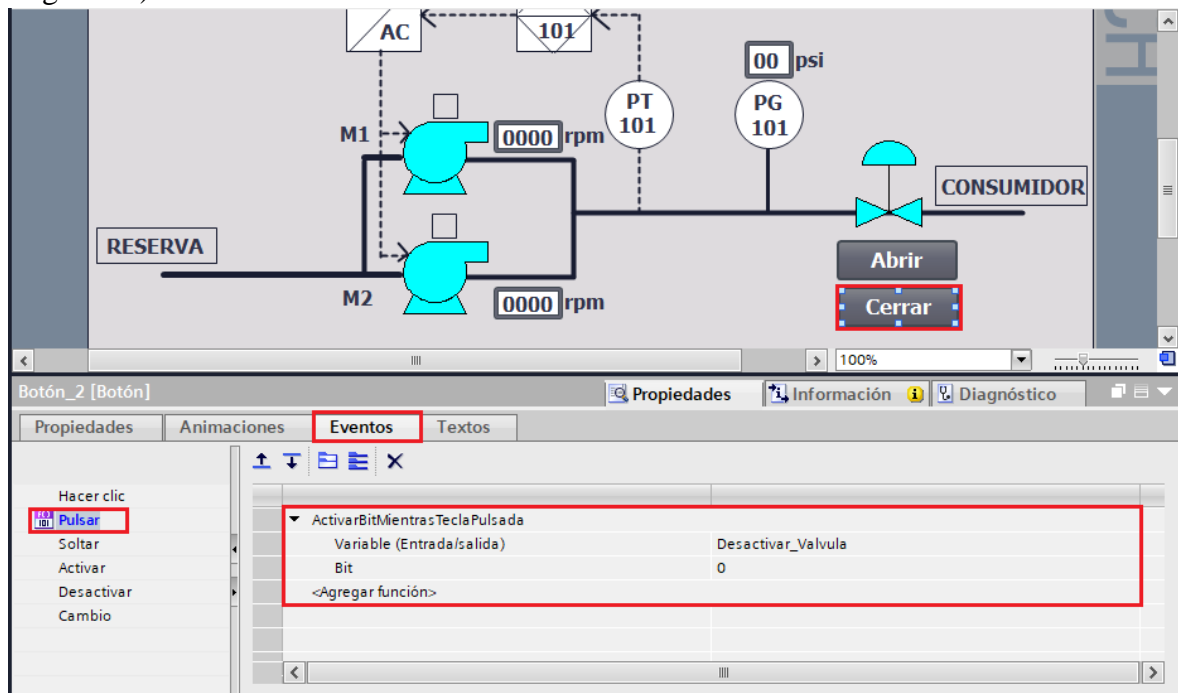


Figura 61. Configuración botón “Cerrar”.

17. Configuración de la ventana “CONTROL PROCESO”.

- (1) Agregar elementos a la imagen CONTROL_PROCESO.

Para ello se debe ubicar en “Imágenes” / “CONTROL_PROCESO”, en esta imagen se configurará el setpoint para el sensor de presión, el tiempo de funcionamiento para los motores y el estado de los mismo (ver Figura 62).

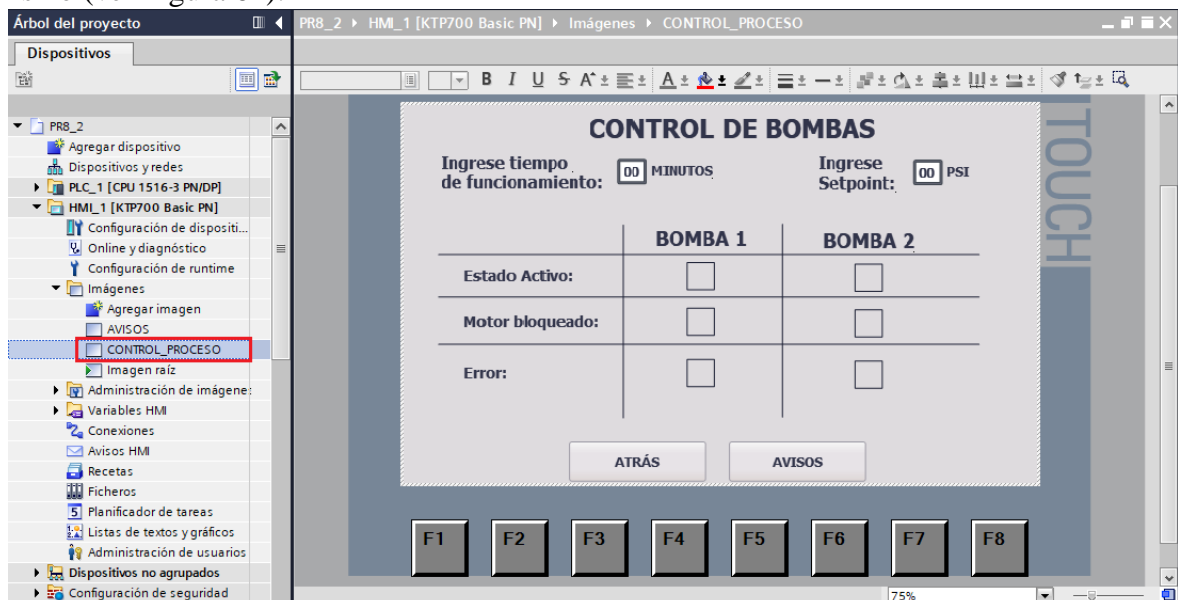


Figura 62. Configuración ventana “CONTROL_PROCESO”.

- (2) Configuración de los elementos de la ventana.

- **Campo E/S: Ingrese tiempo.** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “Ingreso_tiempo”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Entrada/salida”.

- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99” (ver Figura 63).

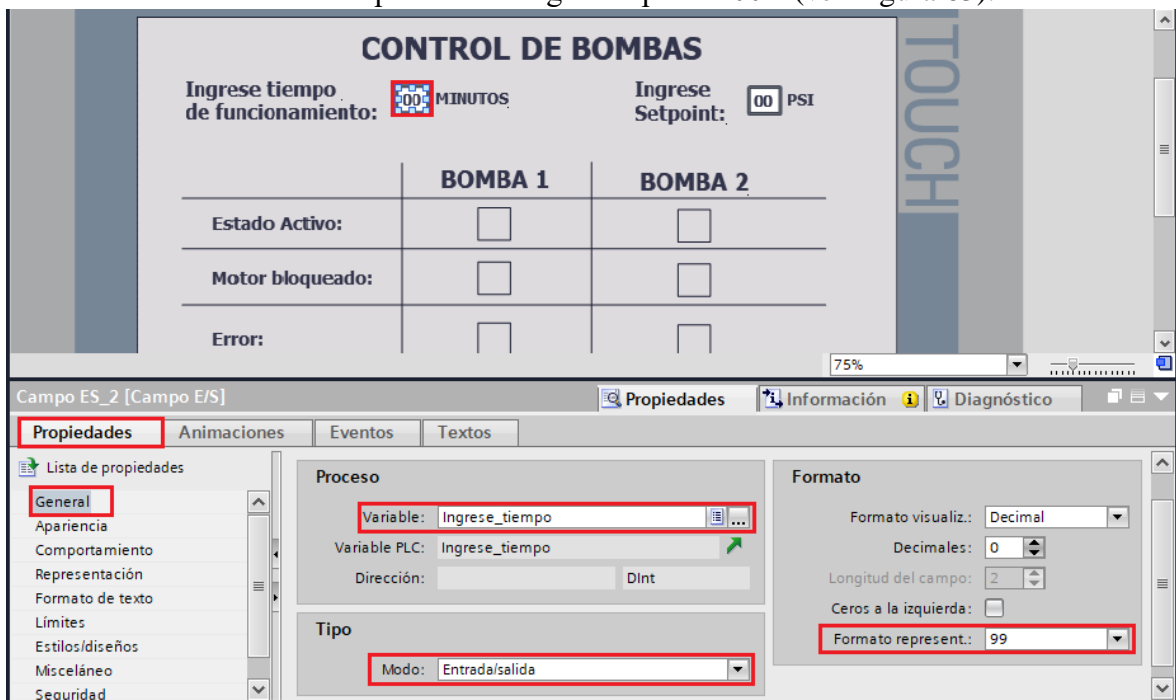


Figura 63. Configuración Campo E/S “Ingreso tiempo”.

- **Campo E/S: Ingreso SETPOINT.** Seleccionar el Campo E/S, luego dirigirse a “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Proceso” / “Variable” escoger la variable del PLC_1 “SETPOINT”.
- En “Tipo” / “Modo” escoger la opción “Entrada/salida”.
- En “Formato” / “Formato represent” escoger la opción “99” (ver Figura 64).

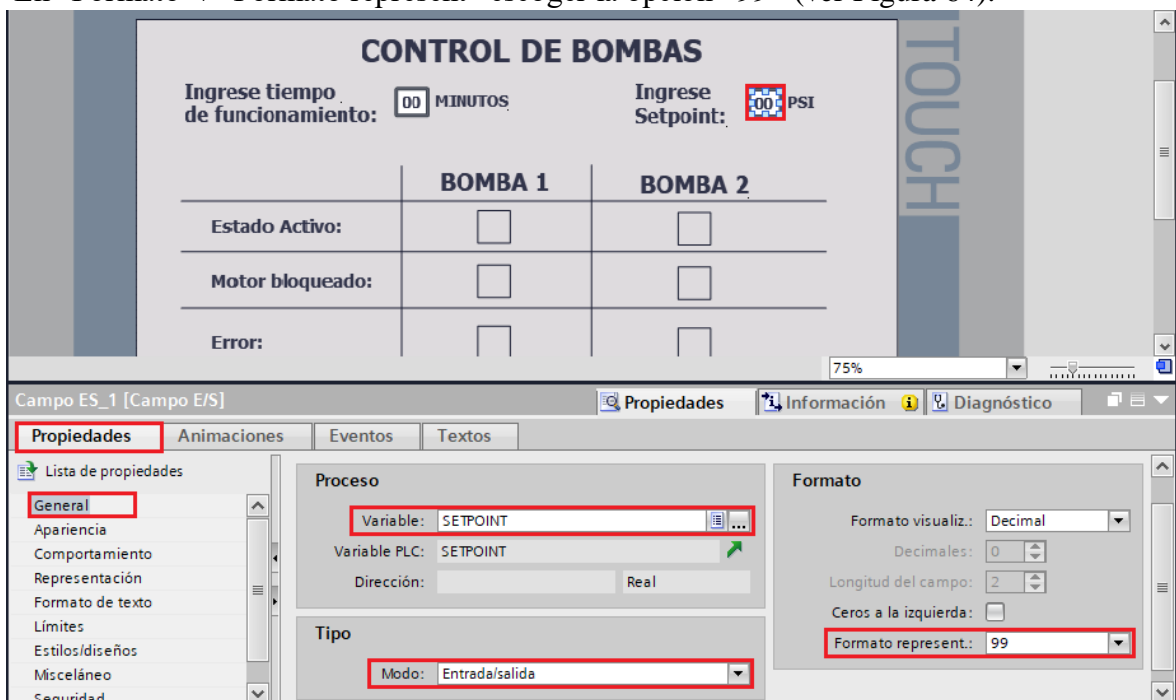


Figura 64. Configuración Campo E/S “Ingreso setpoint”.

- **Configuración de estados de la BOMBA 1.**
- **Rectángulo Estado Activo 1:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” /

“Animaciones” / “Apariencia”.

- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Motor_habilitado_1**”.
- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Verde” (ver Figura 65).

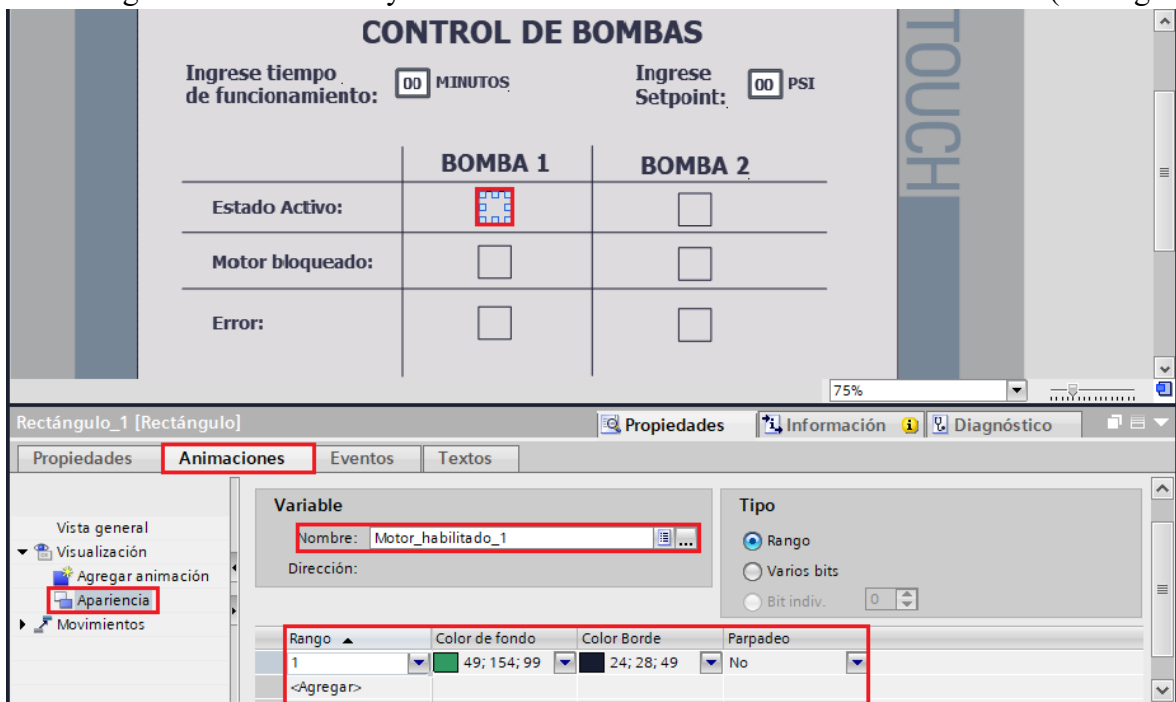


Figura 66. Configuración de rectángulo “Motor habilitado 1”.

- **Rectángulo Motor Bloqueado 1:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.
- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Motor_bloqueado_1**”.
- En “Rango” seleccionar “1” y en “Color de fondo” seleccionar el color “Rojo” (ver Figura 67).

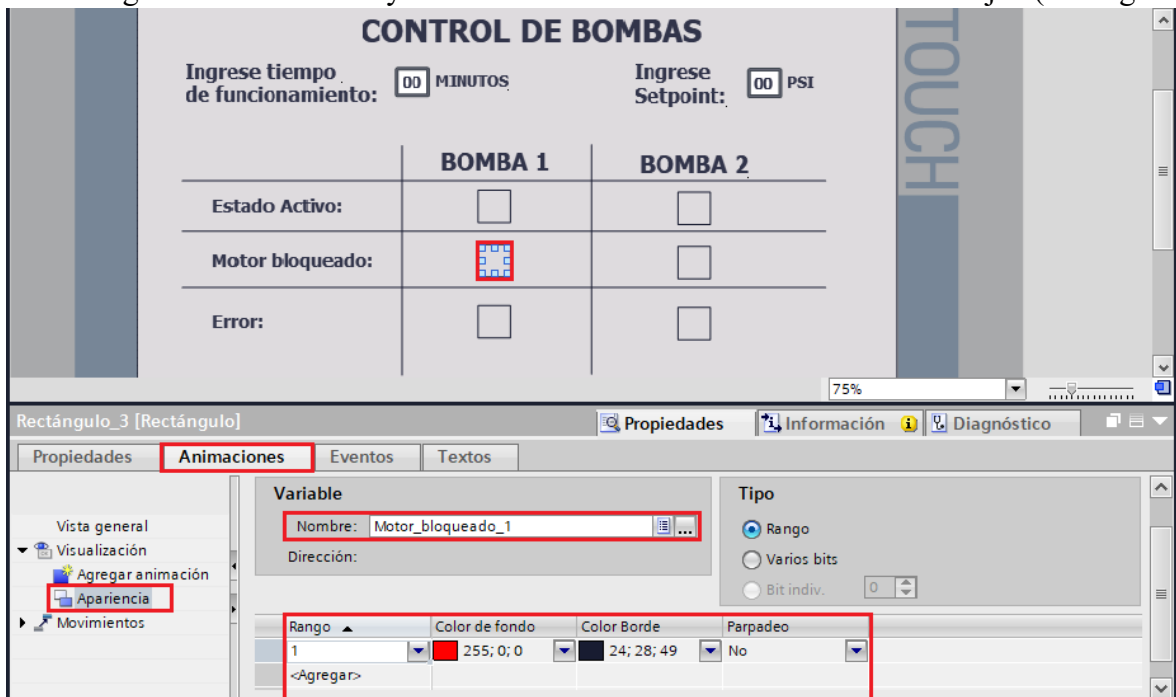


Figura 67. Configuración de rectángulo “Motor bloqueado 1”.

- **Rectángulo Error motor 1:** Seleccionar el rectángulo, luego dirigirse a “Propiedades” / “Animaciones” / “Apariencia”.

- En “Variable” seleccionar la variable del PLC_1 “**Error_motor_1**”.
- En “Rango” seleccionar “**1**” y en “Color de fondo” seleccionar el color “**Rojo**” (ver Figura 68).

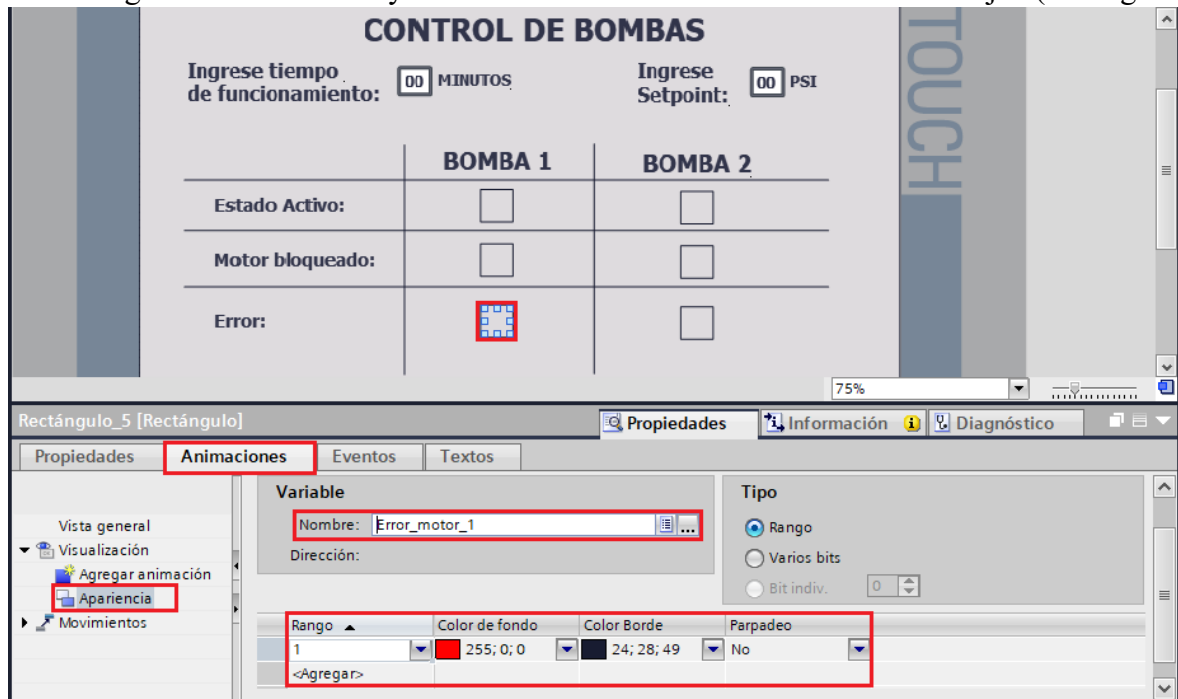


Figura 68. Configuración de rectángulo “Error motor 1”.

- Realizar los mismos pasos para configurar los estados de la “**BOMBA 2**”.
- (3) Configuración de menú de la ventana de CONTROL_PROCESO.
- **Botón ATRÁS:** seleccionar el botón ATRÁS, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “**Pulsar**”.
 - En “<Agregar función>” seleccionar “**ActivarImagenAnterior**” (ver Figura 69).

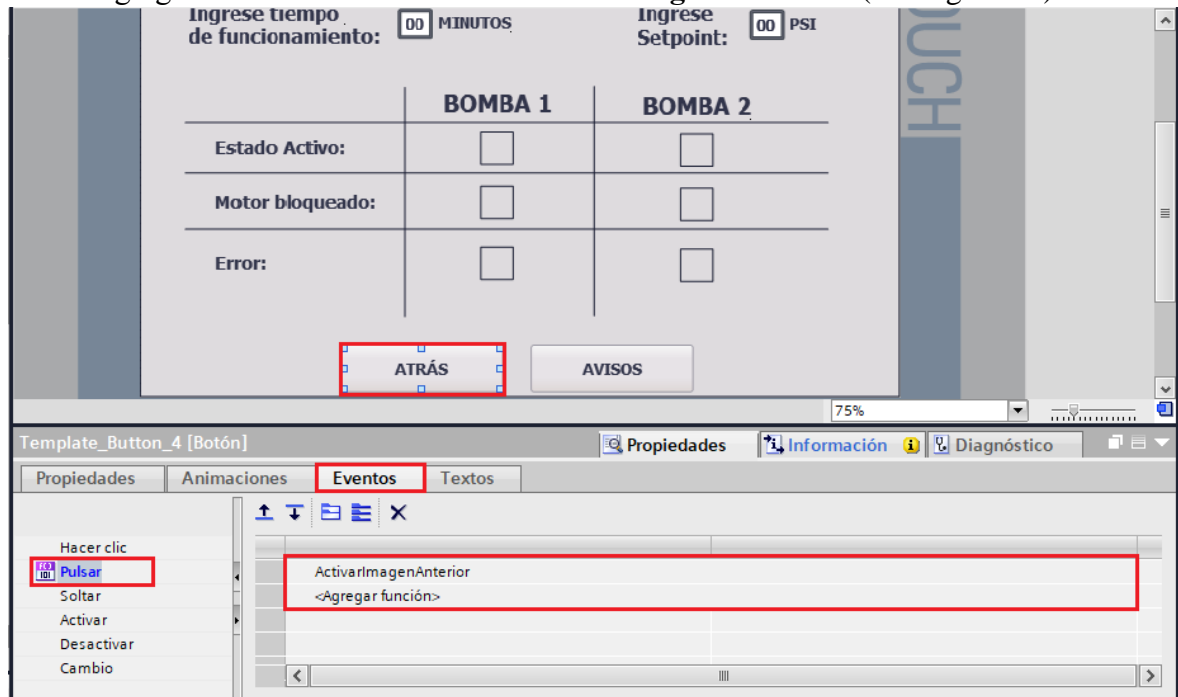


Figura 69. Configuración botón “ATRÁS”.

- **Botón AVISOS:** seleccionar el botón AVISOS, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “**Pulsar**”.

- En “<Agregar función>” seleccionar “**ActivarImagen**”.
- En “Nombre de imagen” seleccionar “**AVISOS**” (ver Figura 70).

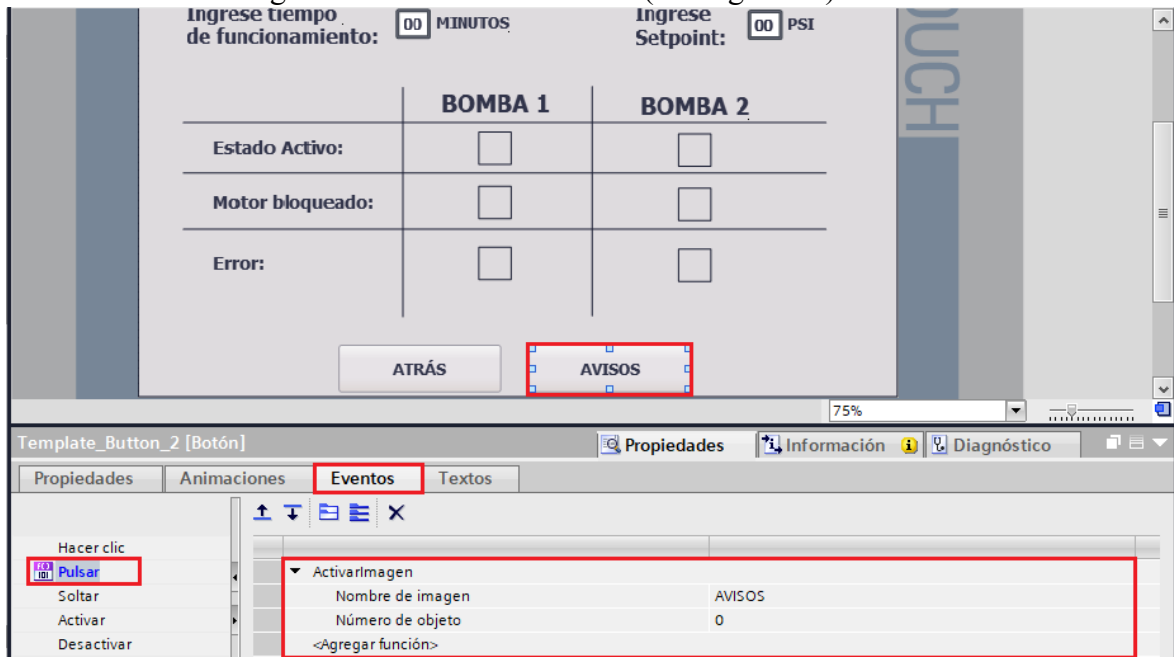


Figura 70. Configuración botón “AVISOS”.

18. Configuración de la ventana “AVISOS”.

- (1) Agregar elementos a la ventana “AVISOS”.

Para ello se debe ubicar en “**Imágenes**” / “**CONTROL PROCESO**”, en esta imagen se configurará un visor de avisos el cual permitirá observar si ha ocurrido algún problema en uno de los motores, también dispone de un botón que permitirá acusar el fallo que ha ocurrido. (ver Figura 71).

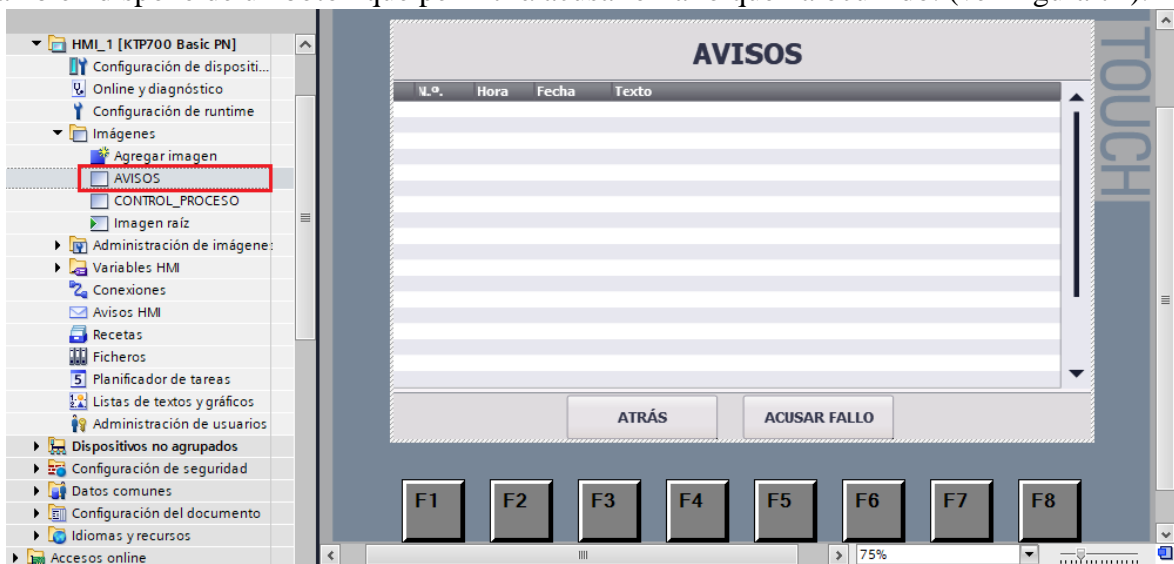


Figura 71. Configuración ventana “AVISOS”

- Para agregar el Visor de avisos de debe ubicar en “**Herramientas**” / “**Controles**” / “**Visor de Avisos**” (ver Figura 72).

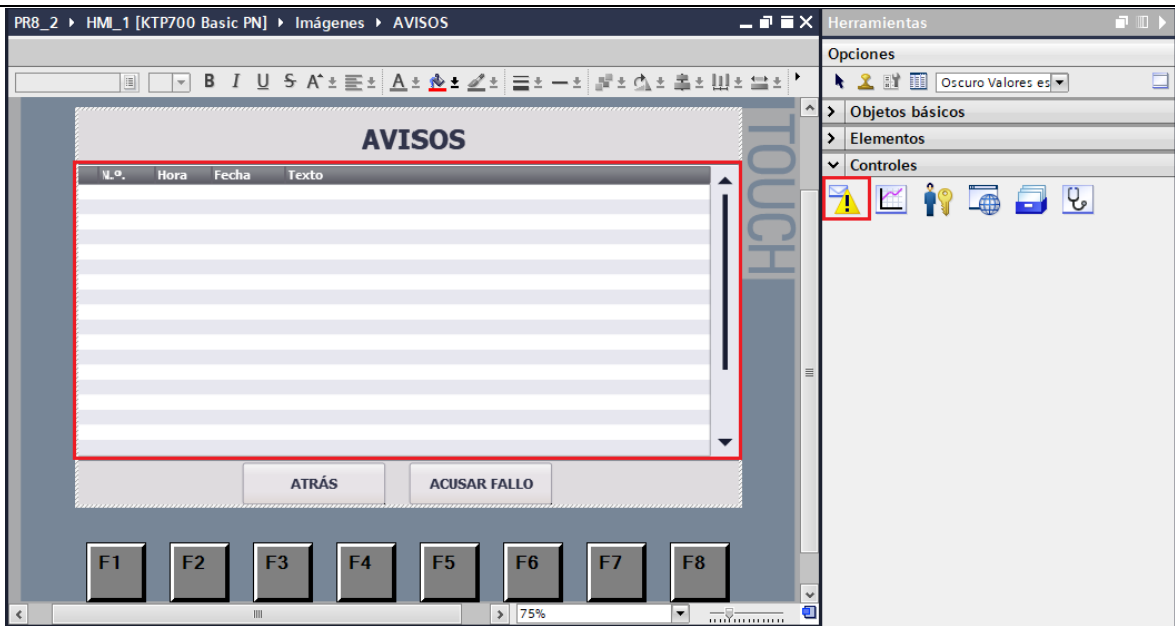


Figura 72. Agregar Visor de avisos.

- **Configuración Visor de Avisos:** Seleccionar el Visor de avisos, luego hacer clic en “Propiedades” / “Propiedades” / “General”.
- En “Visualización” seleccionar “Avisos pendientes”.
- En “Categoría de aviso” seleccionar “Errors” (ver Figura 73).

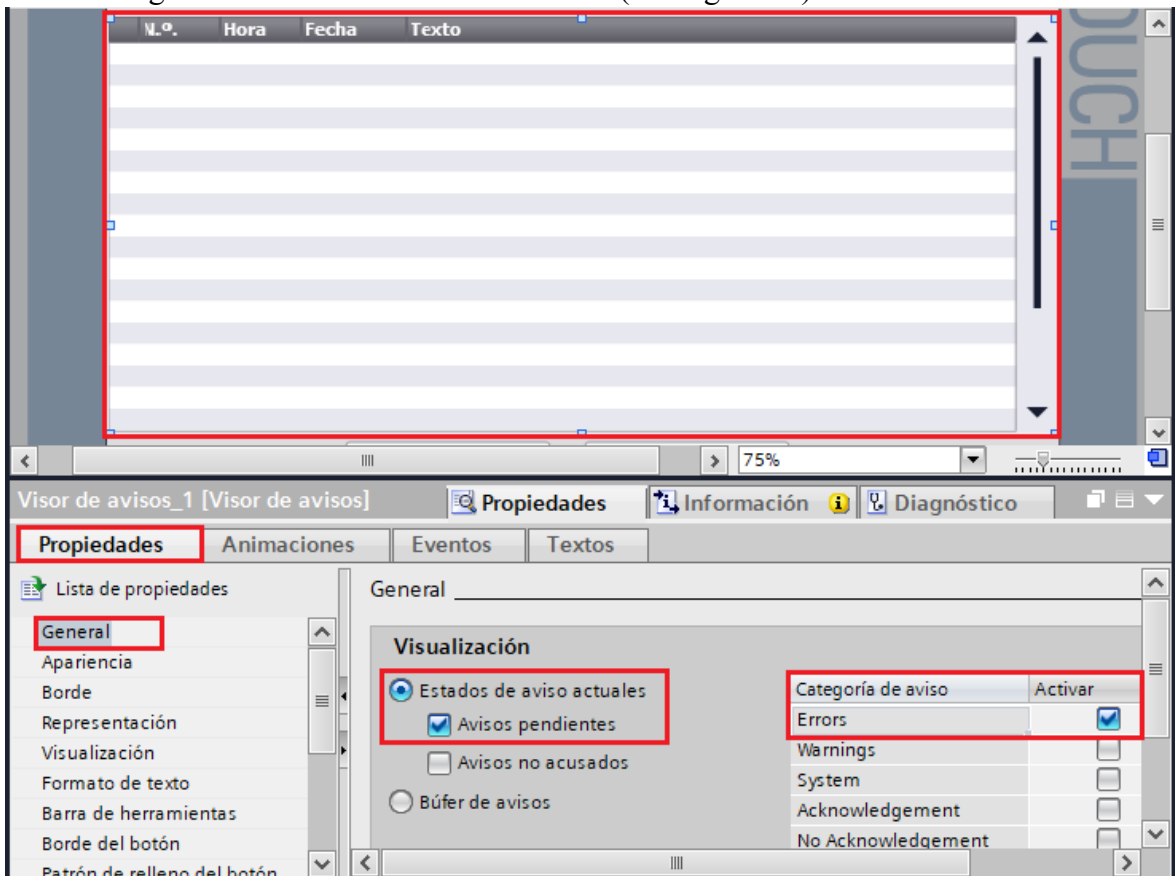


Figura 73. Configuración Visor de avisos.

- **Botón ATRÁS:** seleccionar el botón ATRÁS, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.

- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarImagenAnterior” (ver Figura 74).

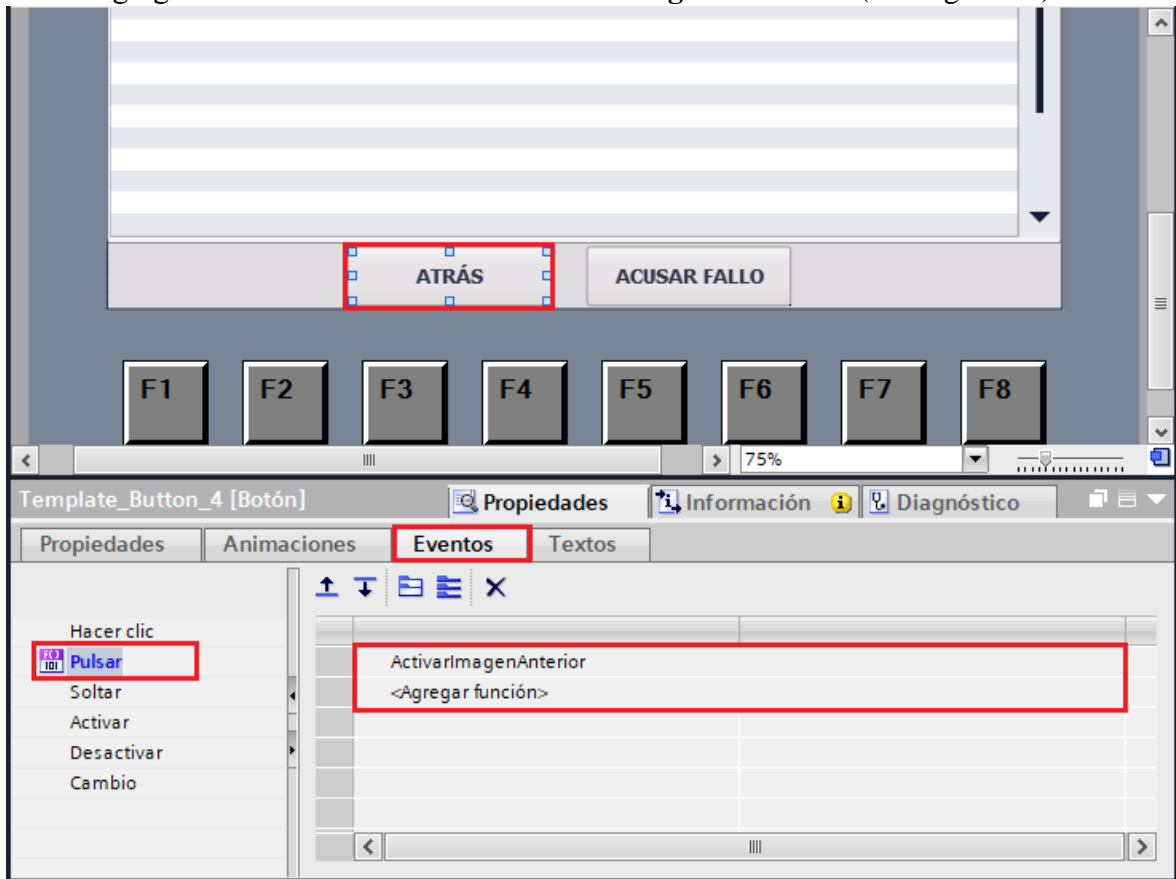


Figura 74. Configuración botón “ATRÁS”.

- **Botón ACUSAR FALLO:** seleccionar el botón ACUSAR FALLO, luego dirigirse a “Propiedades” / “Eventos”, escoger la opción “Pulsar”.
- En “<Agregar función>” seleccionar “ActivarBitMientrasTeclaPulsada”
- En “Variable (Entrada/Salida)” seleccionar “Ack_Error” (ver Figura 75).

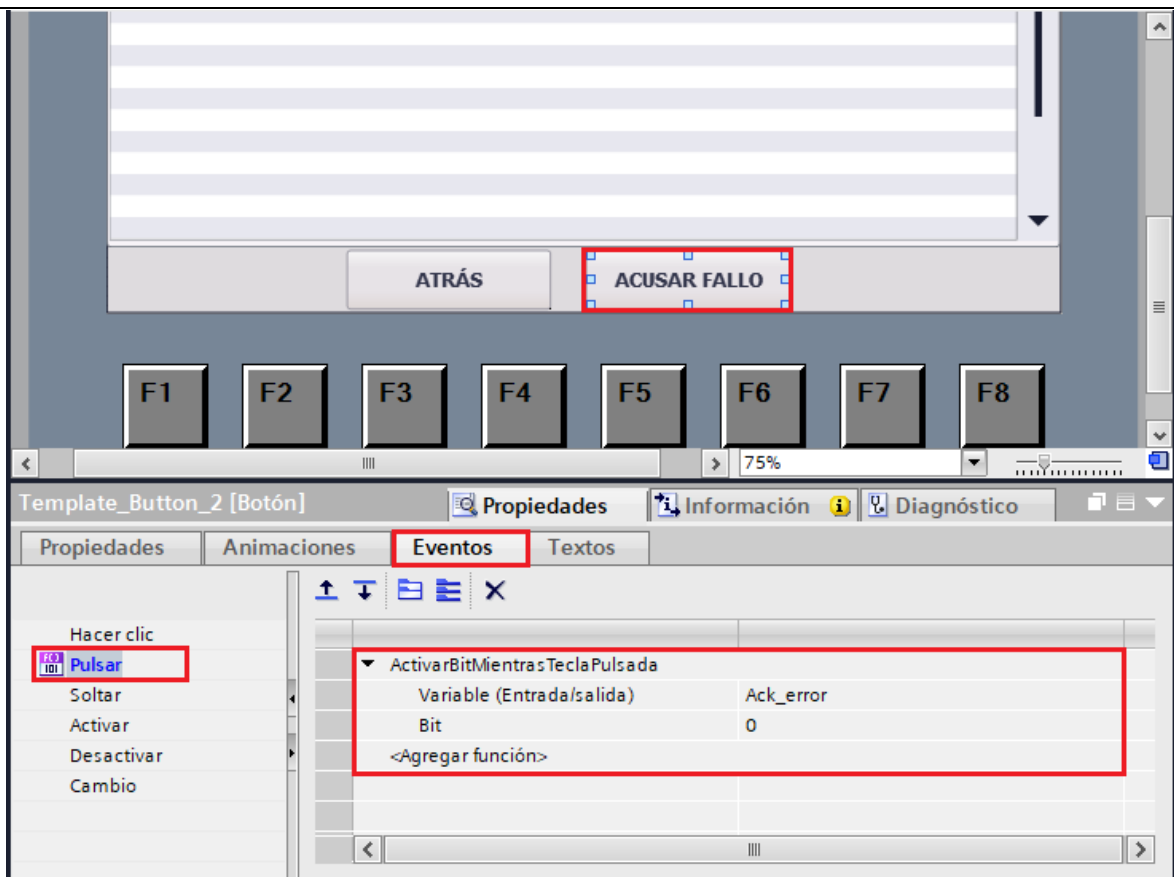


Figura 75. Configuración botón “ACUSAR FALLO”.

- (2) Para agregar los respectivos avisos se debe ubicar en el “Árbol de proyecto” luego en “HMI_1 [KTP700 Basic PN]” / “Avisos HMI”.
- En esta ventana se deben agregar los avisos para cada motor y el bit de activación correspondiente (ver Figura 76).

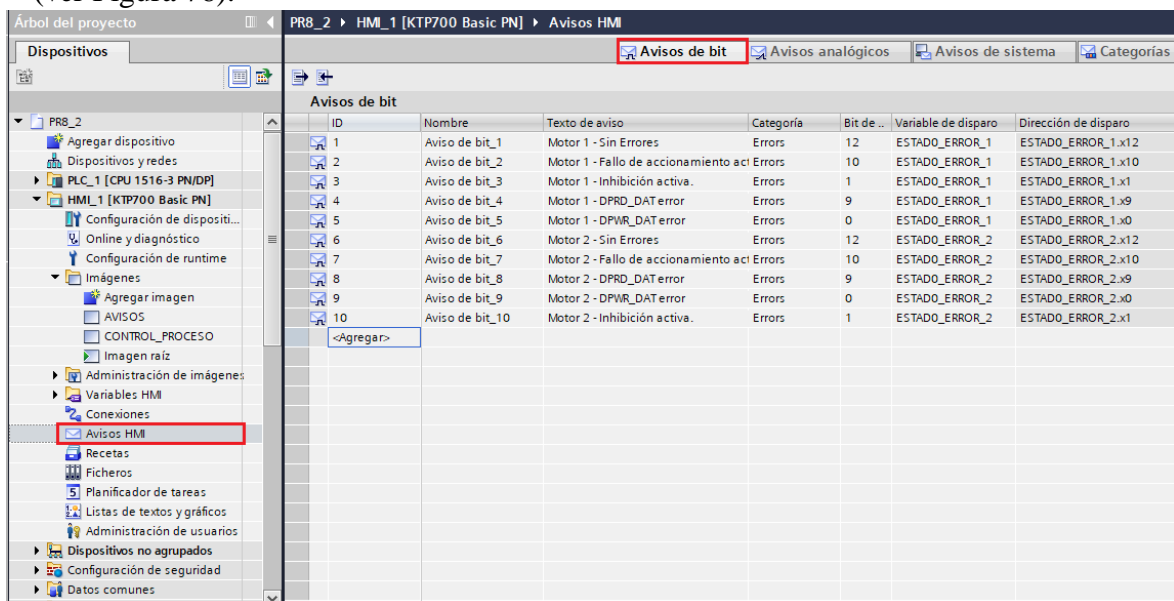


Figura 76. Agregar avisos.

19. Finalmente se debe cargar el programa.

20. Verificamos el funcionamiento respectivo de la práctica
Ventana de Control Proceso.

- Al iniciar el programa se debe dirigir a la ventana “CONTROL PROCESO”, en esta ventana se debe ingresar el tiempo de funcionamiento que tendrá los motores en minutos, y el setpoint para el funcionamiento del PID.

- También en esta ventana se visualizará el estado en el que se encuentra cada motor.

Ventana Principal (Imagen raíz)

- En la ventana principal se visualizará el estado del sistema de presión, el funcionamiento de cada motor, setpoint, valor de la simulación del sensor de presión y la velocidad de cada motor.
- En la parte inferior cuenta con un menú para ingresar a la ventana de control de proceso, ventana de avisos.
- Cuenta con dos botones, el botón “Abrir” simula la apertura de una válvula, lo que provoca que inicie el programa y que el motor empiece a funcionar dependiendo del tiempo de funcionamiento configurado y la velocidad dependerá del setpoint que ha sido ajustado.
- El botón “Cerrar” simula que la válvula se ha cerrado y por ende los motores dejan de funcionar.

Ventana de Avisos.

- La ventana de avisos indica si ha ocurrido algún tipo de fallo en uno de los Variadores de frecuencia, en el caso de haber algún fallo, se cuenta con un botón “ACUSE DE FALLO”, el cual nos permite confirmar si el fallo ha sido resuelto presionando, para nuevamente continúan con el funcionamiento del motor.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

REFERENCIAS:

- [1] Blog Logicbus. 2022. Introducción al protocolo Profibus y sus aplicaciones – Blog Logicbus. [online] Available at: <<https://www.logicbus.com.mx/blog/profibus/>>
- [2] aula21 | Formación para la Industria. 2022. PROFIBUS: Qué es, cómo funciona y tipos | Comunicaciones Industriales. [online] Available at: <<https://www.cursosaula21.com/que-es-profibus/>>
- [3] newsiemens. 2022. SIMATIC S7-1500. [online] Disponible en: <<https://new.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/sistemas/simatic/controladores-simatic/simatic-s7-1500.html>>
- [4] Siemens AG, “Convertidores con las Control Units CU250S-2,” Tech. Rep., 2020. [Online]. Available at: <https://new.siemens.com/global/en/products/drives.html>
- [5] Siemens, “SINAMICS G: Controlling a speed axis with the “SINA_SPEED” block,” 2017. [Online]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/727/109485727/att_926980/v1/109485727_G120_CU240E2PN_at_S7_1200_SINA_SPEED_v10_DOCU_en.pdf
- [6] AUTYCOM. 2022. ¿Qué es un sistema HMI y para qué sirve? | AUTYCOM. [online] Available at: <<https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-hmi/>>