

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

Diseño e implementación de prácticas experimentales para la puesta en marcha con sistemas de control de movimiento SINAMICS S120 de tres ejes sincronizados para el laboratorio de servo accionamientos de LARCOTRONIC S.A.

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

### **Ingeniero en Electrónica y Automatización**

Presentado por:

Carlos Alexander Villamar Tandazo

Tito Tobías Toscano Herkt

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2023

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico a mi familia, mis padres quienes me han apoyado económica y moralmente durante este proceso académico. También dedico esto a mi novia y a mis amigos quienes pusieron su confianza en mí y a mi compañero cuya paciencia y respeto han resaltado esta etapa.

**Tito Toscano**

Dedico este trabajo a mi familia, amigos y compañeros porque confiaron en mis capacidades para hacer este proyecto. Dedico esto también a la comunidad académica para que pueda desarrollar trabajos que involucren la formación técnica de profesionales.

**Carlos Villamar**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a Dios por haberme privilegiado con bendiciones de conocimiento, salud y fortaleza. A mi compañero por haberme dado la oportunidad de participar en este proyecto, así como también al tutor y dueño de la empresa junto con el personal técnico y profesor de tesis por haberme apoyado todo este tiempo.

**Tito Toscano**

Mis agradecimientos van a Dios, a mi familia y amigos que me permitieron cumplir con los objetivos planteados y me han acompañado durante mi formación académica. Un agradecimiento especial al Ingeniero Damián Larco que nos brindó la oportunidad de realizar este trabajo en su empresa y a todo el personal de Larcotronic S. A.

**Carlos Villamar**

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Carlos Alexander Villamar Tandazo* y *Tito Tobías Toscano Herkt* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



---

Carlos Alexander Villamar  
Tandazo



---

Tito Tobías Toscano  
Herkt

## EVALUADORES



.....  
**Ing. Efrén Herrera Muentes, Ph.D.**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**MSc. Damián Larco Gómez**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

En el mundo de la automatización industrial es importante estar capacitado en sistemas de servo accionamiento ya que forman parte de los procesos dentro de las industrias modernas. Además, las empresas dedicadas a la reparación de estos equipos deben contar con las herramientas y la formación para realizar pruebas y garantizar un correcto funcionamiento.

Con lo antes mencionado, este proyecto de materia integradora busca diseñar e implementar guías de operaciones utilizando la programación dentro SIMATIC TIA PORTAL para el laboratorio de servo accionamientos de Larcotronic S.A con la finalidad de contribuir a la formación del personal técnico de la empresa.

El desarrollo del proyecto involucró la identificación de los equipos SINAMICS S120 y conexiones presentes en el laboratorio de servo accionamientos, del análisis de manuales y cursos para planificar los temas a abordar en los tutoriales. Se realizaron diagramas con información específica de los temas para ser incluidos en la redacción del paso a paso. Se probaron los tutoriales uno a uno para validar su funcionamiento y el aumento paulatino de la dificultad que.

La implementación de guías de operaciones junto con una buena planificación de tutoriales contribuye a la formación del personal técnico de la empresa en el campo de la automatización industrial.

**Palabras Clave:** Sistemas de servo accionamientos, SINAMICS S120, Tutoriales, SIEMENS.

## **ABSTRACT**

*In the world of industrial automation, it is important to be trained in servo drive systems since they are part of the processes within modern industries. In addition, companies dedicated to the repair of this equipment must have the tools and training to carry out tests and ensure correct operation.*

*With the aforementioned, this integrative subject project seeks to design and implement operation guides using programming within SIMATIC TIA PORTAL for the servo drives laboratory of Larcotronic S.A with the purpose of contributing to the training of the company's technical staff.*

*The development of the project involved the identification of the SINAMICS S120 equipment and connections present in the servo drives laboratory, the analysis of manuals and courses to plan the topics to be addressed in the tutorials. Diagrams were made with specific information on the topics to be included in the step-by-step writing. The tutorials were tested one by one to validate their operation and the gradual increase in difficulty.*

*The implementation of operations guides together with good tutorial planning contributes to the training of the company's technical staff in the field of industrial automation.*

*Keywords: Servo drive systems, SINAMICS S120, Tutorials, SIEMENS.*

# ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	I
RESUMEN.....	II
<i>ABSTRACT</i> .....	III
ÍNDICE GENERAL .....	IV
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción .....	1
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Justificación del problema .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Marco teórico.....	4
1.4.1 Sistemas de Servo Accionamiento .....	4
1.4.2 Protocolos de Comunicación .....	4
1.4.3 SIMATIC S7 1500 .....	6
1.4.4 SINAMICS S120 .....	7
1.4.5 Unidad de Control .....	8
1.4.6 Módulo de Línea Inteligente.....	8
1.4.7 Módulo de Motor Doble.....	9
1.4.8 SIMOTICS S-1FK7 .....	10
1.4.9 Fuente de Voltaje SITOP .....	11
1.4.10 Filtro de Línea.....	11

1.4.11	Software para el desarrollo de la puesta en marcha.....	12
1.4.12	Estado del arte.....	13
CAPÍTULO 2.....		14
2.	Metodología.....	14
2.1	Descripción de Prácticas.....	14
2.1.1	Práctica 1.....	14
2.1.2	Práctica 2.....	14
2.1.3	Práctica 3.....	14
2.1.4	Práctica 4.....	15
2.1.5	Práctica 5.....	15
2.1.6	Práctica 6.....	15
2.2	Diseño conceptual.....	15
2.2.1	Identificación de requerimientos.....	16
2.2.2	Reconocimiento de equipos.....	16
2.2.3	Diseño de la estructura.....	16
2.2.4	Programación con TIA PORTAL.....	17
2.2.5	Generación de tutoriales y validación.....	17
2.3	Metodología de diseño.....	17
CAPÍTULO 3.....		18
3.	Resultados y análisis.....	18
CAPÍTULO 4.....		30
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	30
4.1	Conclusiones.....	30
4.2	Recomendaciones.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....		33
APÉNDICES.....		36

## ABREVIATURAS

PLC	Programmable Logic Controller
CU	Control Unit
SLM	Smart Line Module
DMM	Double Motor Module
PM	Power Module
CUA	Control Unit Adapter
CPU	Central Processing Unit
TCP	Transmission Control Protocol
IP	Internet Protocol
TB	Terminal Module
RT	Real-Time
IRT	Isochronous Real-Time
IEC	International Electrotechnical Commission
EMC	Electromagnetic Compatibility
DI	Digital Input
DO	Digital Output
AI	Analog Input
AO	Analog Output

## SIMBOLOGÍA

m	Metro
cm	Centímetro
V	Voltio
A	Amperio
W	Watts
mV	Milivoltio
mA	Miliamperio
kW	Kilowatts
s	Segundo
ms	Milisegundo
Hz	Hertz
Rad	Radián
Nms/rad	Newton-metro-segundo por radianes
Kgm <sup>3</sup>	kilogramo por metro cúbico
H	Henrio

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Sistema de servo accionamiento con equipos SINAMICS .....	4
Figura 1.2 Diagrama de comunicación de componentes.....	6
Figura 1.3 Controlador S7-1500 .....	7
Figura 1.4 Equipos SINAMICS S120 Booksize .....	7
Figura 1.5 Unidad de Control CU 320-2 PN .....	8
Figura 1.6 Smart Line Module 6SL3130-6AE15-0AB1 .....	9
Figura 1.7 Double Motor Module 6SL3120-2TE15-0AA3 .....	9
Figura 1.8 Motor SIMOTICS 1FK7032-5AK71-1LGO .....	10
Figura 1.9 SITOP Power Supply DC .....	11
Figura 1.10 Line Filters .....	12
Figura 2.1 Diagrama de flujo del diseño conceptual.....	16
Figura 3.1 Tablero de Control y Fuerza para equipos SINAMICS S120 con servomotores .....	18
Figura 3.2 Vista de dispositivos SINAMICS S120 comunicados .....	19
Figura 3.3 Módulo terminal para el control del operador (TB31) .....	20
Figura 3.4 Comunicación PROFIdrive entre SINAMICS S120 y PLC 1500.....	21
Figura 3.5 Datos tipo palabra para alimentación y activación de ejes de accionamiento .....	21
Figura 3.6 Panel de mando para los objetos tecnológicos .....	22
Figura 3.7 Sintonización mediante respuesta dinámica .....	23
Figura 3.8 Gráficas de las consignas de velocidades antes y después del filtro .....	23
Figura 3.9 Funciones con instrucciones de los objetos tecnológicos .....	24
Figura 3.10 Variables que permiten el cambio de velocidad durante la marcha.....	25
Figura 3.11 Bloque “MC_GearIn” para la velocidad de accionamiento de engranaje....	25
Figura 3.12 Diagrama eléctrico del tablero SINAMICS.....	26
Figura 3.13 Diagrama de comunicación y potencia.....	27
Figura 3.14 Diagrama de comunicación PROFIdrive .....	28
Figura 3.15 Diagrama de topologías .....	28
Figura 3.16 Diagrama de bloques SINAMICS .....	29

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la tecnología de accionamiento de servomotores se desarrolla muy rápido, después de algunos años ya se encuentra desactualizada y obsoleta, esa es la razón por la cual la empresa Larcotronic S.A. cuenta con un laboratorio de servo accionamientos con la finalidad de que el personal que labora en el área técnica, mediante una guía de operaciones, tengan la capacidad de optimizar el control y desempeño de dichos accionamientos.

Es necesario para la empresa contar con profesionales de alto nivel, conocimiento y experiencia, que modernicen los sistemas de servo accionamientos en el sector industrial para lograr la competitividad necesaria en el mercado global con equipos de alta calidad para brindar un servicio profesional y garantizado a sus clientes.

Por lo antes expuesto, considerando que el laboratorio de servo accionamientos, de la empresa Larcotronic S.A., cuenta con equipos de automatización y control a nivel industrial, se propone por medio del presente proyecto de titulación, diseñar e implementar prácticas experimentales para la puesta en marcha con sistemas de control de movimiento de tres ejes sincronizados, por medio de la programación del software TIA PORTAL y equipos SINAMICS S120, de tal forma, que permitan a los ingenieros y técnicos, obtener conocimientos previos en el análisis y control de procesos industriales, así como la capacidad de solucionar todos los problemas que se presenten en la implementación física.

### 1.1 Descripción del problema

La problemática que se aborda en esta propuesta de tesis se centra en el laboratorio de servo accionamientos de la empresa nacional Larcotronic S.A., especializada en la reparación de equipos industriales. Este laboratorio maneja específicamente equipos de la familia SINAMICS S120, componentes críticos en los procesos industriales de sus clientes. A pesar de la importancia de estos equipos, la etapa de pruebas necesaria para garantizar su correcto funcionamiento se ha convertido en un cuello de botella en el flujo de trabajo de la empresa.

En estas pruebas, se hacen configuraciones y parametrizaciones fundamentales para asegurar la calidad y fiabilidad del equipo reparado. El tiempo necesario para realizar estas operaciones es considerable, lo que afecta directamente a la productividad del laboratorio y a la satisfacción del cliente. Esta demora en la etapa de pruebas se debe, en parte, a la falta de una metodología optimizada y de guías de procedimiento claras y efectivas.

Además, la complejidad inherente a los sistemas de accionamiento SINAMICS S120 requiere que el personal técnico no sólo esté altamente capacitado, sino también equipado con recursos que les permitan adaptarse a diferentes escenarios de prueba. A todo esto, se añade la presión de entregar equipos funcionales en el menor tiempo posible para que los clientes puedan mantener la continuidad de sus operaciones industriales sin interrupciones significativas.

La prolongada duración de la etapa de pruebas para los equipos SINAMICS S120 en el laboratorio de servo accionamientos de Larcotronic S.A. plantea desafíos significativos en términos de eficiencia operativa y satisfacción del cliente. Este problema subraya la necesidad de capacitar al personal de manera efectiva y de disponer de guías que permitan acelerar y mejorar la calidad del proceso de pruebas.

## **1.2 Justificación del problema**

Se plantea el diseño e implementación de un conjunto de prácticas experimentales orientadas a optimizar los procesos de prueba en sistemas de control de movimiento. Este proyecto nace de la necesidad de aumentar la competitividad de Larcotronic S.A., una empresa nacional dedicada a la reparación de equipos industriales para una variedad de clientes. Al aplicar estos métodos experimentales, se busca no sólo reducir los tiempos de prueba, sino también elevar el estándar de calidad de las evaluaciones realizadas.

El énfasis en pruebas más rigurosas tiene como objetivo brindar una garantía adicional a los clientes sobre el trabajo efectuado por Larcotronic S.A. Este esfuerzo se convierte en un indicador directo de la competencia y habilidad del personal técnico involucrado en el proceso. A su vez, al acortar el período necesario para las

pruebas, se consigue que la empresa pueda entregar equipos reparados en un tiempo significativamente menor.

En resumen, esta propuesta tiene el potencial de convertirse en un multiplicador de eficiencia para Larcotronic S.A. Se pretende que el tiempo de entrega más corto y los estándares de calidad más elevados sean reflejos tangibles de la capacidad del equipo técnico de la empresa. Al hacerlo, se establece un precedente para la innovación y la mejora continua, factores esenciales para mantener y aumentar la competitividad en el mercado industrial actual.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar e implementar un sistema de control de movimiento usando SINAMICS S120 para lograr el servo accionamiento y sincronismo de 3 ejes mecánicos y presentarlo resumido en una guía para el usuario.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Diseñar los diagramas esquemáticos de las conexiones entre equipos para la implementación física del tablero.
2. Implementar un tablero de control para los equipos SINAMICS S120 considerando protecciones y conexiones propuestas en los manuales de SIEMENS y los diagramas esquemáticos diseñados.
3. Configurar los equipos SINAMICS S120 para controlar el movimiento de 3 ejes sincronizados y demás sistemas dentro del laboratorio de servo mecanismos.
4. Realizar una guía de operaciones resumida para la puesta en marcha y configuración de los equipos SINAMICS S120 utilizando la información descrita en los manuales de SIEMENS.

## 1.4 Marco teórico

### 1.4.1 Sistemas de Servo Accionamiento

El objetivo del sistema de accionamiento es desplazar un motor a una velocidad específica o a una posición definida. Para lograr esto, se necesitan varios módulos: entradas, y salidas, ya sean analógicas o digitales, unidades de potencia, motores, encoders y una unidad de control. El sistema de accionamiento puede operar de manera independiente a un controlador de nivel superior [1].



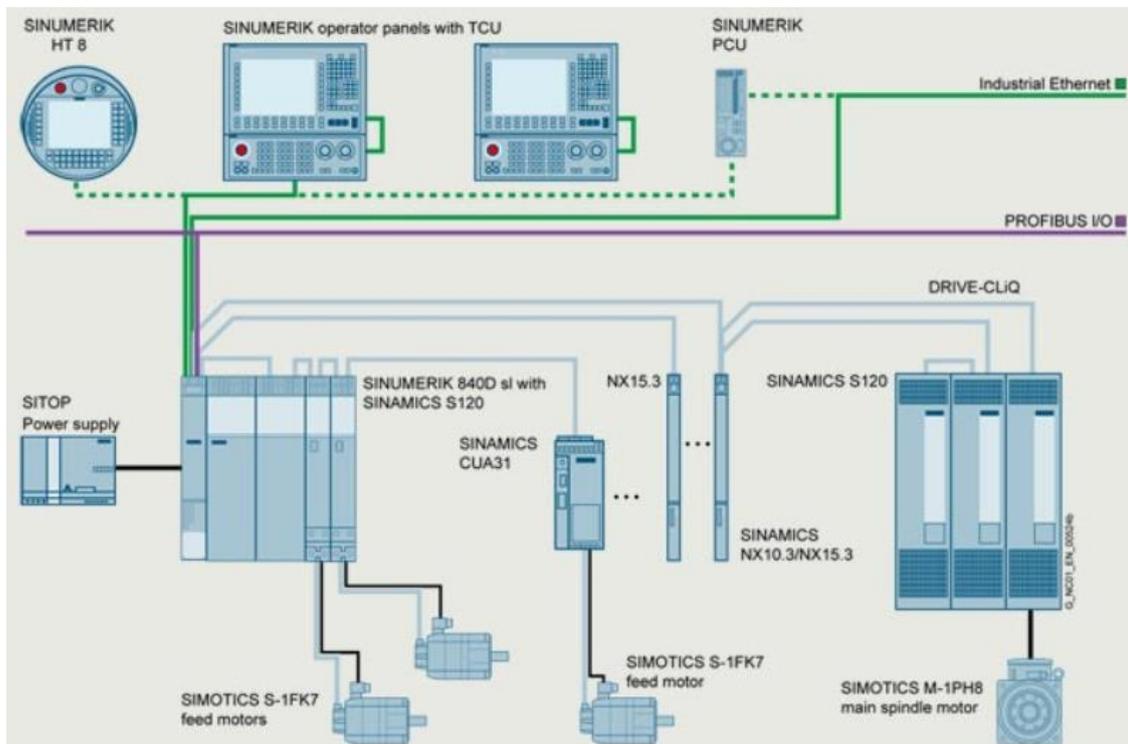
**Figura 1.1 Sistema de servo accionamiento con equipos SINAMICS**

### 1.4.2 Protocolos de Comunicación

En los procesos industriales no basta con contar con equipos de automatización y equipamiento industrial para desarrollar operaciones óptimas. Los protocolos de comunicación también son esenciales porque permiten el intercambio de datos e información entre el dispositivo y el usuario. Un protocolo de comunicaciones industriales es un conjunto de reglas que permite que dos identidades pertenecientes al mismo

sistema establezcan comunicación para transmitir información mediante varias variables [2]. Existen varios tipos de protocolos de comunicación, entre ellos están:

- PROFIBUS. El bus de campo de proceso (PROFIBUS) es un bus desarrollado por Siemens, estandarizado en la serie de estándares internacionales IEC 61158 y que permite comunicarse entre dispositivos sin necesidad de adaptaciones especiales de interfaz.
- PROFINET. La tecnología PROFINET es desarrollada por Siemens y la organización de usuarios PROFIBUS que está estandarizado según IEC 61158 e IEC 61784. Este bus basado en Ethernet permite el intercambio rápido de datos de control con un IRT o RT a través de PROFINET IO y permite el uso de SINAMICS S120 en aplicaciones multi eje que requieren el máximo rendimiento. Además, mediante canales PROFINET se pueden transmitir datos operativos y de diagnóstico a sistemas de nivel superior mediante mecanismos informáticos estándar (TCP/IP). Esto facilita la integración en la red informática de la industria [3].
- DRIVE-CLiQ. Mucho de los componentes de SINAMICS S120, incluidos motores y encoders, están interconectados a través de la interfaz serie DRIVE-CLiQ. Los cables y conectores unificados reducen el número de referencias y los costes de inventario. En 2012, Leine & Linde introdujo el protocolo de comunicación DRIVE-CLiQ de Siemens a muchas de sus series [4].



**Figura 1.2 Diagrama de comunicación de componentes**

### 1.4.3 SIMATIC S7 1500

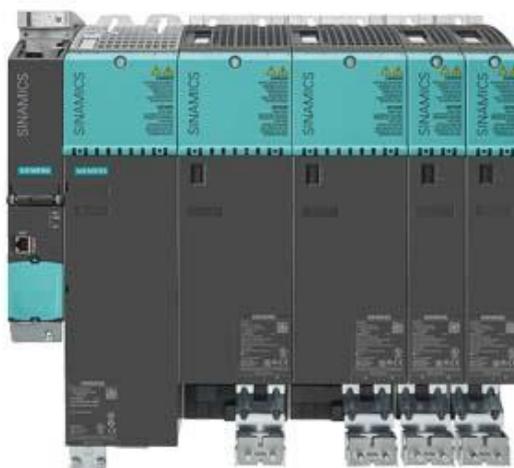
El SIMATIC S7-1500 es un PLC de alta potencia con varios modelos para cubrir necesidades en procesos automatizados, una opción solicitada para aplicaciones que requieren un alto rendimiento. Las CPU de la serie S7-1500 son estándar y se presentan en varias versiones, como la CPU 1511-1 PN, CPU 1513-1 PN, CPU 1515-2 PN y CPU 1518-4 PN. Estas CPU ofrecen procesamiento de alta velocidad y opciones de comunicación avanzadas, como Profinet, Profibus e Industrial Ethernet [5].



**Figura 1.3 Controlador S7-1500**

#### **1.4.4 SINAMICS S120**

Los convertidores SINAMICS S se diseñaron específicamente para implementarlos en aplicaciones de ingeniería de máquinas e instalaciones complejas, para cumplir con las exigencias de tareas de control de movimiento. El SINAMICS S120 es la solución de gama alta para sistemas de accionamiento altamente dinámicos y complejos, abarcando desde potencias nominales bajas (0,12 kW) hasta la potencia nominal más alta dentro del rango de baja tensión (6900 kW). ( s.f.).



**Figura 1.4 Equipos SINAMICS S120 Booksize**

### 1.4.5 Unidad de Control

La unidad de control se emplea para el control tanto en lazo abierto como en lazo cerrado del variador. Además, intercambia información con los módulos a través de un bus de comunicación llamado "DRIVE-CLiQ". Para el control de las unidades de accionamiento en lazo abierto y cerrado, se puede utilizar una unidad de control CU320-2 para conectar varios accionamientos a través de módulos de motor simple y doble. En este proyecto se usará el funcionamiento de motor doble [6].



**Figura 1.5 Unidad de Control CU 320-2 PN**

### 1.4.6 Módulo de Línea Inteligente

Los módulos Smart Line son unidades de alimentación y/o realimentaciones controladas por red, protegidas contra fallos de conmutación y aptas para el 100% de la potencia continua de realimentación. La función de realimentación de los módulos se puede desactivar mediante la configuración de parámetros. Estos módulos vienen con una conexión de red a través de bornes de tornillo, una conexión de circuito intermedio y tres conectores hembra DRIVE-CLiQ. Además, el Smart Line Module abarca el rango de tensión trifásico 3AC de 380 V a 480 V e incluye un refrigerador de aire interno [7].



**Figura 1.6 Smart Line Module 6SL3130-6AE15-0AB1**

#### **1.4.7 Módulo de Motor Doble**

El módulo de doble motor cubre el rango de voltaje trifásico 3AC de 380 V a 480 V e incluye un sistema de enfriamiento interno y un nivel de seguridad integrado de nivel 2 según la norma IEC 61508. Además, se proporciona un tapón antipolvo para el puerto DRIVE-CLiQ [8].



**Figura 1.7 Double Motor Module 6SL3120-2TE15-0AA3**

#### 1.4.8 SIMOTICS S-1FK7

El motor SIMOTICS S-1FK7 es un motor síncrono de imán permanente compacto. Gracias a las opciones disponibles, reductores, encoders y una gama de productos ampliada, los motores SIMOTICS S-1FK7 se pueden adaptar perfectamente a cualquier aplicación. Esto significa que también cumple con los crecientes requisitos de las máquinas de última generación. Estos motores se pueden combinar con sistemas de accionamiento SINAMICS S120 para formar sistemas potentes con alta funcionalidad. Dependiendo de su aplicación, puede elegir un sistema codificador integrado para control de velocidad y posición. El motor está diseñado para funcionar sin refrigeración externa y el calor se disipa a través de la superficie del motor. Los motores SIMOTICS S-1FK7 tienen una alta capacidad de sobrecarga [9].

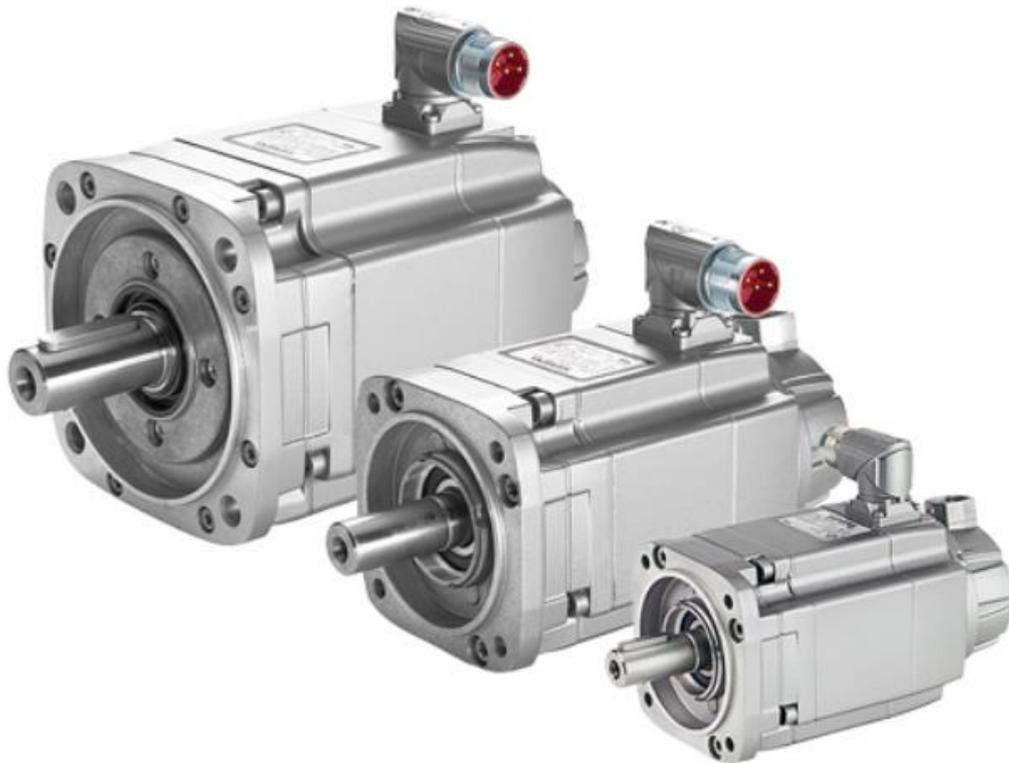


Figura 1.8 Motor SIMOTICS 1FK7032-5AK71-1LGO

### 1.4.9 Fuente de Voltaje SITOP

Una fuente de alimentación estándar regulada, monofásica, universal y potente para la construcción de máquinas e instalaciones. Para aumentar aún más la disponibilidad de 24 V, las fuentes de alimentación inteligentes SITOP se pueden combinar con módulos de respaldo, DC UPS, redundancia y selectividad. [10].



Figura 1.9 SITOP Power Supply DC

### 1.4.10 Filtro de Línea

En industrias con estrictos requisitos de EMC, la combinación de filtros de red y bobinas de línea limita las interferencias relacionadas con la línea de los módulos de potencia a los límites de la clase A1 según EN 55011 y la categoría C2 según EN 61800-3. Los filtros de red sólo son adecuados para la conexión directa a sistemas de red TN. [11]



**Figura 1.10 Line Filters**

### **1.4.11 Software para el desarrollo de la puesta en marcha**

#### **1.4.11.1 TIA PORTAL**

Se trata de un software de la empresa SIEMENS que permite no sólo programar controladores SIMATIC S7, sino también ejecutar sistemas SCADA mediante WinCC, ingeniería SIMOTION mediante SCOUTTIA y SINAMICS mediante Startdrive y Starter. [12]

#### **1.4.11.2 STARTER**

Este software se puede utilizar en un PC como aplicación independiente, integrado en SIMATIC STEP 7 según el sistema TIA o completamente integrado en el sistema de ingeniería SCOUT (para SIMOTION). Las funciones básicas y los métodos de manejo están unificados. Además de los accionamientos SINAMICS, la herramienta STARTER también es compatible con dispositivos MICROMASTER 4. La unidad se construye utilizando el Asistente de proyecto y se inserta en el árbol del proyecto.

## **1.4.12 Estado del arte**

### **1.4.12.1 A nivel nacional**

En el año 2020, como proyecto de materia integradora de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca, se realizó el “Diseño e implementación de un sistema de posicionamiento de una banda transportadora”, donde el problema radicaba en la falta de modernización de los equipos utilizados en la empresa Continental Tire Andina S.A., Se mejoró el proceso de una maquina Tubera 2 al implementarse equipos SINAMICS S120 junto con PLC SIMATIC S7-1500, con lo cual se estableció el funcionamiento de una banda transportadora que, una vez realizado el corte y medición del cacho de un neumático, este neumático pasa a través de dicha banda. El proceso se optimizó no solamente al actualizar los equipos sino también el proceso productivo y los tiempos de ejecución [21].

### **1.4.12.2 A nivel internacional**

En el año 2020, en su documento científico, se presentó el diseño e implementación de un sistema de prueba para motores de inducción utilizando el inversor SINAMICS S120. El sistema utiliza el controlador programable Siemens S7-1500 como unidad de control principal y el inversor SINAMICS S120 como actuador para los motores. El sistema de prueba de motores supera las limitaciones del sistema tradicional de prueba de motores, como la respuesta dinámica deficiente, la baja automatización y el alto consumo de energía. El diseño de reciclaje de energía permite ahorrar energía de manera efectiva y el sistema en su conjunto es estable y confiable [13].

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

Para la solución del problema se plantearon algunos aspectos, entre ellos diseñar e implementar una guía de operaciones con tutoriales para la realización de prácticas experimentales para el laboratorio de servo accionamientos de la empresa.

### 2.1 Descripción de Prácticas

Como resultado del análisis, se resuelve elaborar 6 prácticas experimentales que abarcaran, en su mayoría, el curso de entrenamiento SINAMICS S120 de SIEMENS.

#### 2.1.1 Práctica 1

La primera práctica experimental se enfocó en la identificación de los equipos del tablero, pasos básicos para la parametrización, la carga del proyecto en los equipos y puesta en marcha en TIA PORTAL.

#### 2.1.2 Práctica 2

La segunda práctica experimental consta de la comunicación de los equipos SINAMICS S120 con el PLC 1500 para la puesta en marcha mediante telegramas libres [14].

#### 2.1.3 Práctica 3

La práctica experimental tres conlleva a la configuración de objetos tecnológicos usando "Motion Control" cuyas funciones están integradas dentro del TIA PORTAL, como tal se usarán tres tipos de objetos tecnológicos; el "Positioning Axis", "Synchronous Axis", y "Speed Axis", que son para el posicionamiento, sincronismo y velocidad de los servomotores.

#### **2.1.4 Práctica 4**

La cuarta práctica experimental, se obtienen las gráficas de las distintas variables de los ejes de accionamientos, tales como los encoders, la velocidad, el torque, la corriente, entre otras, así como las mediciones respectivas de estas usando la función “traces” dentro del TIA PORTAL. En esta práctica se sintonizan los controladores de velocidad y torque con estructuras de control del tipo servo.

#### **2.1.5 Práctica 5**

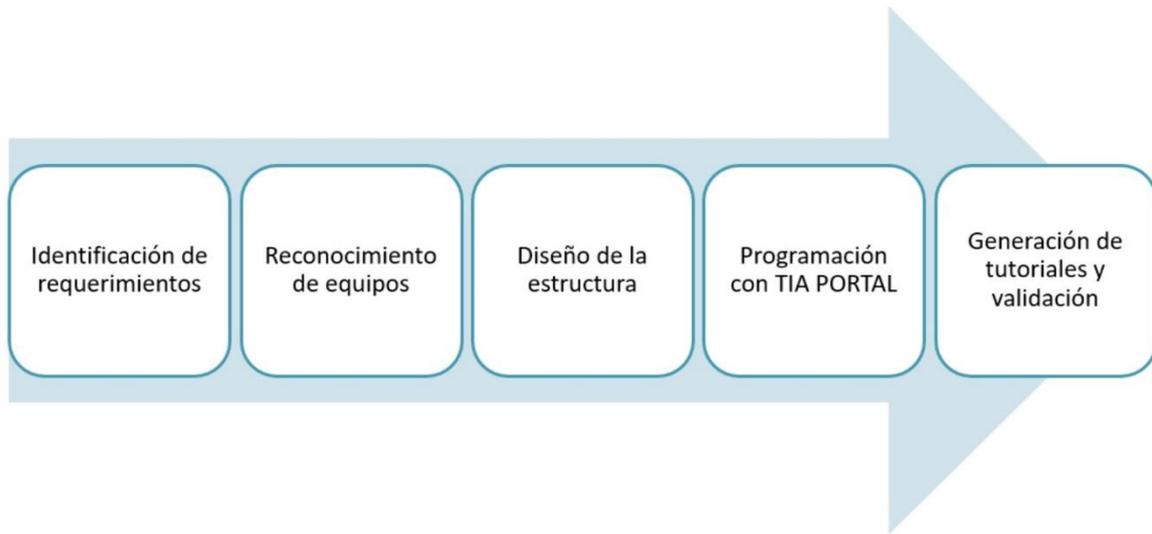
La práctica experimental cinco se realiza el accionamiento de los servomotores mediante bloques de instrucción, bloques que comandan a los objetos tecnológicos establecidos previamente, estos bloques de instrucción sirven para el encendido, reinicio, referenciado, consigna de velocidad, movimiento absoluto y relativo mediante funciones accionadas desde el bloque principal (“Main”).

#### **2.1.6 Práctica 6**

La sexta práctica experimental involucra el cambio de velocidad durante la puesta en marcha, así como también el porcentaje de velocidad a usar dado un valor preestablecido, así mismo, se realiza el accionamiento de engranaje que consiste en tener al eje de posicionamiento como maestro y al eje de sincronismo como esclavo, a tal punto que, la velocidad del eje maestro es reflejada en el eje esclavo a una razón, cuyo cociente dependerá el factor multiplicativo de dicha velocidad.

### **2.2 Diseño conceptual**

Parte del diseño conceptual es acoplar las actividades sugeridas en el cronograma del curso SINAMICS S120 de SIEMENS con los elementos que poseen los módulos del laboratorio, de modo que se optimice el conocimiento del personal técnico de la empresa; el diseño se rige por el siguiente esquema:



**Figura 2.1 Diagrama de flujo del diseño conceptual**

### **2.2.1 Identificación de requerimientos**

En esta fase, se deben identificar los requerimientos y objetivos de la aplicación industrial, incluyendo los procesos que se desean automatizar, las características de los equipos y módulos eléctricos, los requisitos de seguridad y cualquier otro requerimiento relevante.

### **2.2.2 Reconocimiento de equipos**

En esta fase, se deben seleccionar los dispositivos adecuados para la aplicación, incluyendo el S7-1500, Control Unit, Smart Line Module, Double Motor Module, Power Module, SITOP todos ellos deben estar incluidos también, dentro de las prácticas experimentales de Siemens.

### **2.2.3 Diseño de la estructura**

En esta fase, se debe diseñar la estructura de la aplicación, incluyendo la comunicación entre los dispositivos electrónicos, como controlador PLC 1500 y equipos SINAMICS S120.

#### **2.2.4 Programación con TIA PORTAL**

En esta fase, se deben programar los procesos industriales utilizando TIA PORTAL SIMATIC S7-1500. Esto incluye la programación de los módulos eléctricos, la integración los equipos SINAMICS S120.

#### **2.2.5 Generación de tutoriales y validación**

Finalmente, se deben realizar pruebas para elaborar los tutoriales con sus guías de operaciones y validaciones para asegurarse de que las practicas experimentales funcionen eficientemente, cumpliendo con los requerimientos establecidos. Con esto se busca crear aplicaciones industriales eficientes y seguras, que permitan la automatización de procesos industriales en el laboratorio de servo accionamientos en Larcotronic S.A., utilizando equipos SINAMICS S120 y la programación de TIA PORTAL SIMATIC S7-1500.

### **2.3 Metodología de diseño**

Para realizar las tutorías se analizó, revisó, y resumió minuciosamente el curso SIEMENS SINAMICS S120 en su totalidad, comprendiendo los temas que abarca cada capítulo. Una vez revisado el texto e identificado los temas de cada bloque, realizamos una segmentación del curso de manera que cada tutoría tenga la información concisa para la práctica, sin dejar inconcluso los capítulos del curso. Realizada la segmentación, se vuelve a leer las guías subrayando y anotando información para que el personal técnico lo vea más familiar, dentro de este paso se plantearon las metas de la tutoría, lo que el técnico aprenderá al terminar.

Se realiza la aplicación de la tutoría en el software TIA PORTAL con capturas de pantalla de cada paso a seguir, a fin de que el técnico desarrolle sus prácticas de acuerdo con lo programado en los temas propuestos, la primera tutoría hace énfasis en comunicar los equipos SINAMICS S120, configurar los parámetros, compilar el programa y la carga a la unidad de control, posteriormente se propone el diagrama de conexiones físicas, tanto eléctricas como de comunicación, para desarrollar la práctica.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Una vez realizada la recopilación de datos del curso SIEMENS SINAMICS S120 DR-S12, se dimensionó el programa del curso a seis tutoriales experimentales, donde se introduce a los elementos que se ven comúnmente en la industria, así también la interrelación entre ellos y la parametrización, desde la manipulación del dispositivo como desde el software propio de SIEMENS, TIA PORTAL.

Para el primer tutorial se presentaron algunos inconvenientes debido a los parámetros de los equipos SINAMICS S120, logrando solucionarlo teniendo en cuenta el orden de las entradas y salidas asiladas, bidireccional y lógica de mando, así como también se asignó numeraciones a los servomotores y a las conexiones DRIVE-CLiQ para tenerlo como referencia durante todos los demás tutoriales.

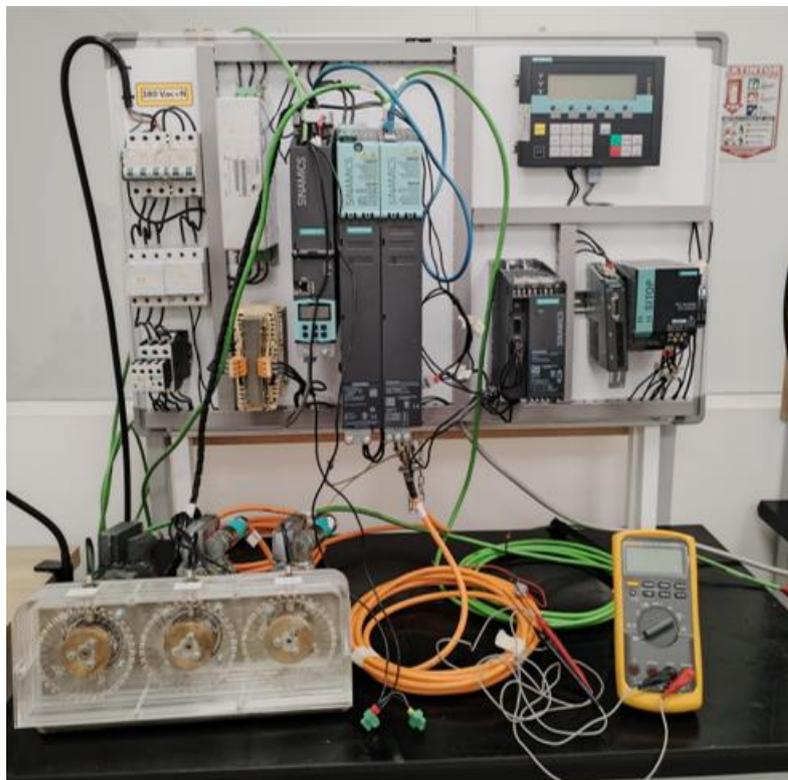


Figura 3.1 Tablero de Control y Fuerza para equipos SINAMICS S120 con servomotores

Los tutoriales experimentales se hicieron para que el personal técnico de la empresa aprenda, por tanto, tienen un antes, durante y un después; en el caso del antes, se encuentran las configuraciones de los equipos, donde se explica, el paso a paso, sino también enseña al técnico todas las bondades del software, que señala el procedimiento para cumplir con la práctica planteada.

Estos tutoriales no tienen costos relacionados al diseño e implementación de prácticas de aplicación industrial basadas en la programación de TIA PORTAL SIMATIC S7-1500 y SINAMICS S120 debido a que, el laboratorio de servo accionamientos de la empresa Larcotronic S.A. cuenta con los equipos y módulos necesarios para desarrollar cada tutorial, es necesario recalcar que el hecho de contar con los dispositivos hace viable el diseño e implementación del presente proyecto a la brevedad posible. Se ha demostrado que este proyecto es rentable desde el punto de vista financiero y logístico, puesto que tiene un alto potencial tecnológico. Esto se debe a la presencia de los equipos personalizados para llevar a cabo los tutoriales.

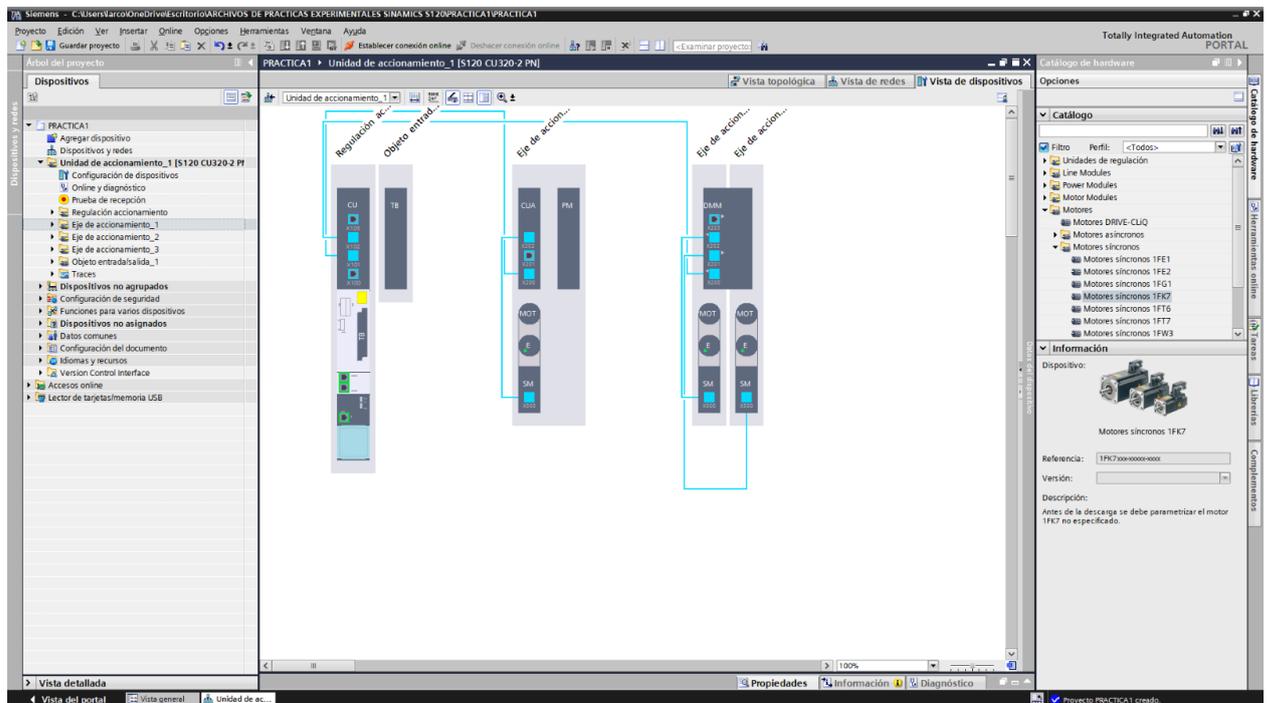


Figura 3.2 Vista de dispositivos SINAMICS S120 comunicados

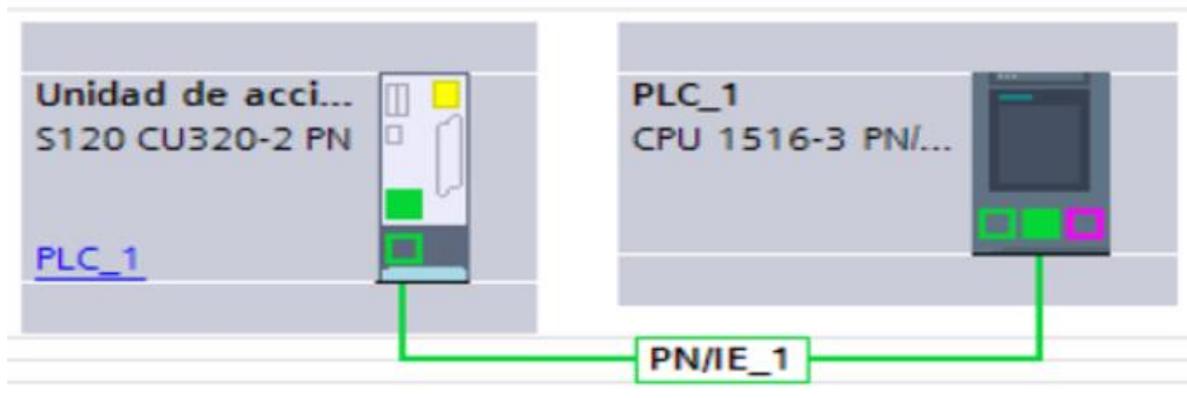
En el primer tutorial se usan únicamente entradas digitales y analógicas del TB31 de la unidad de control “Control Unit CU 320-2 PN” debido a que se realiza una introducción a las comunicaciones de los equipos dentro de TIA PORTAL, como a sus respectivos parámetros; como resultado se obtuvo la puesta en marcha de tres servomotores, que son emulados por los switches y potenciómetros del control del operador.



**Figura 3.3 Módulo terminal para el control del operador (TB31)**

Para el segundo tutorial ya no se usan las entradas digitales y analógicas del mando del operador, ahora se realiza el accionamiento de los ejes por medio de una rutina a base de telegramas libres dentro de la unidad de control “Control Unit CU 320-2 PN”, pero estas se manipulan por medio de palabras, datos de 16 bits, con el fin de acceder a su dirección respectiva para activar el contactor, la alimentación y activación de los ejes.

Se partió desde el programa del primer tutorial, realizando cambios en las conexiones físicas para comunicar el PLC 1500 con los equipos SINAMICS S120 mediante protocolo ethernet.



**Figura 3.4 Comunicación PROFIdrive entre SINAMICS S120 y PLC 1500**

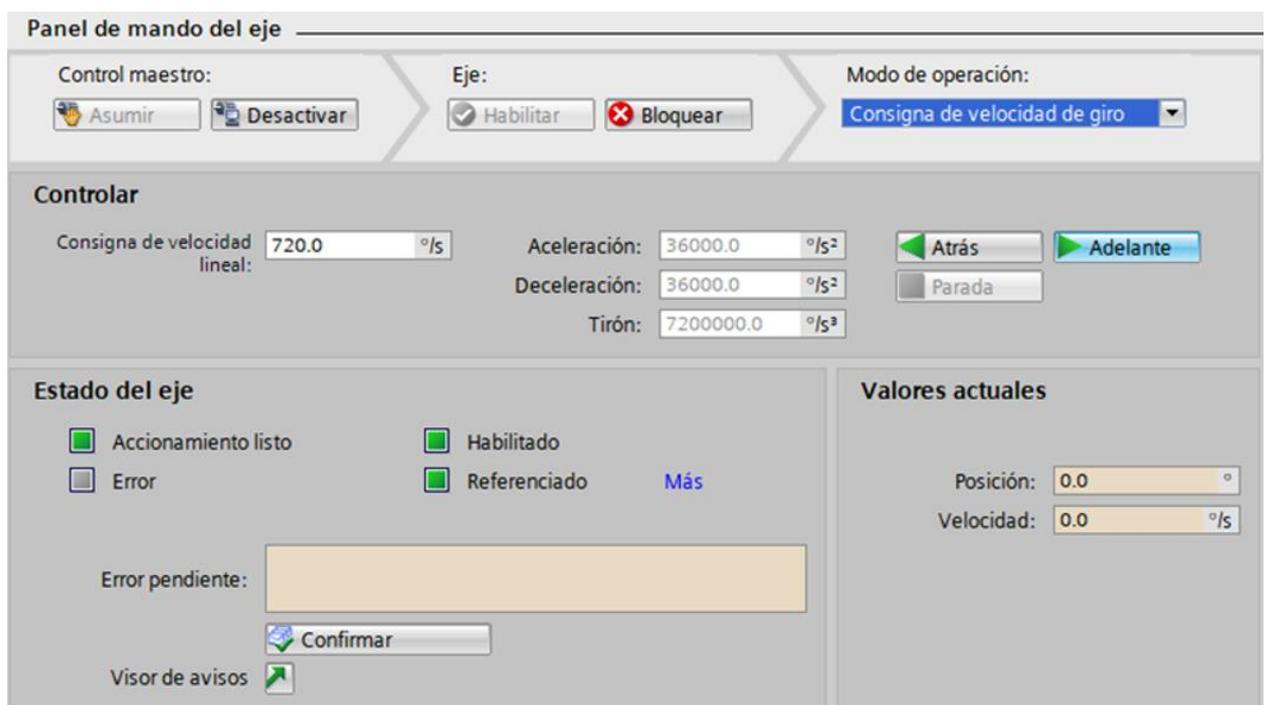
Se usaron telegramas libres para una rutina de encendido, accionamiento y apagado de los tres servos motores. Estos telegramas comunican información a través de palabras en formato hexadecimal.

envio_telegrama			
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...
1	Static		
2	activar_contactor	Word	16#1
3	alimentacion1	Word	16#3
4	alimentacion2	Word	16#7
5	alimentacion3	Word	16#F
6	activacion1	Word	16#1F
7	activacion2	Word	16#3F
8	activacion3	Word	16#7F
9	confirmar_fallos	Word	16#80

**Figura 3.5 Datos tipo palabra para alimentación y activación de ejes de accionamiento**

La rutina comenzó accionando el contactor principal, luego alimenta y activa el primer eje, después el segundo y finalmente el tercero, para el apagado lo hizo desde el tercer eje hasta el primero y finalmente se encienden los tres ejes al mismo tiempo para luego apagarse todos, toda esta rutina se hizo temporizada con un tiempo específico.

Para el tercer tutorial se usó “Motion Control” y se agregó objetos tecnológicos para cada uno de los ejes; “PositioningAxis”, “SynchronousAxis” y “SpeedAxis” para los ejes de accionamiento 1, 2 y 3 respectivamente. Estos objetos tecnológicos asumieron el mando y permitieron accionar los servos motores en diferentes modos de operación tales como el referenciado, posicionamiento y consigna de velocidad.



**Figura 3.6 Panel de mando para los objetos tecnológicos**

Para el cuarto tutorial se configuró estructuras de control del tipo “Servo” que permitieron sintonizar el controlador, así como la velocidad y el torque, con lo que se obtuvo parámetros como el factor de ganancia, el tiempo integral y la frecuencia angular, que sirvieron para mejorar la respuesta del controlador. También se obtuvo las trazas de las diferentes variables de los ejes de accionamiento tales como la velocidad, el torque y los datos de los encoders de los servomotores, entre otros.

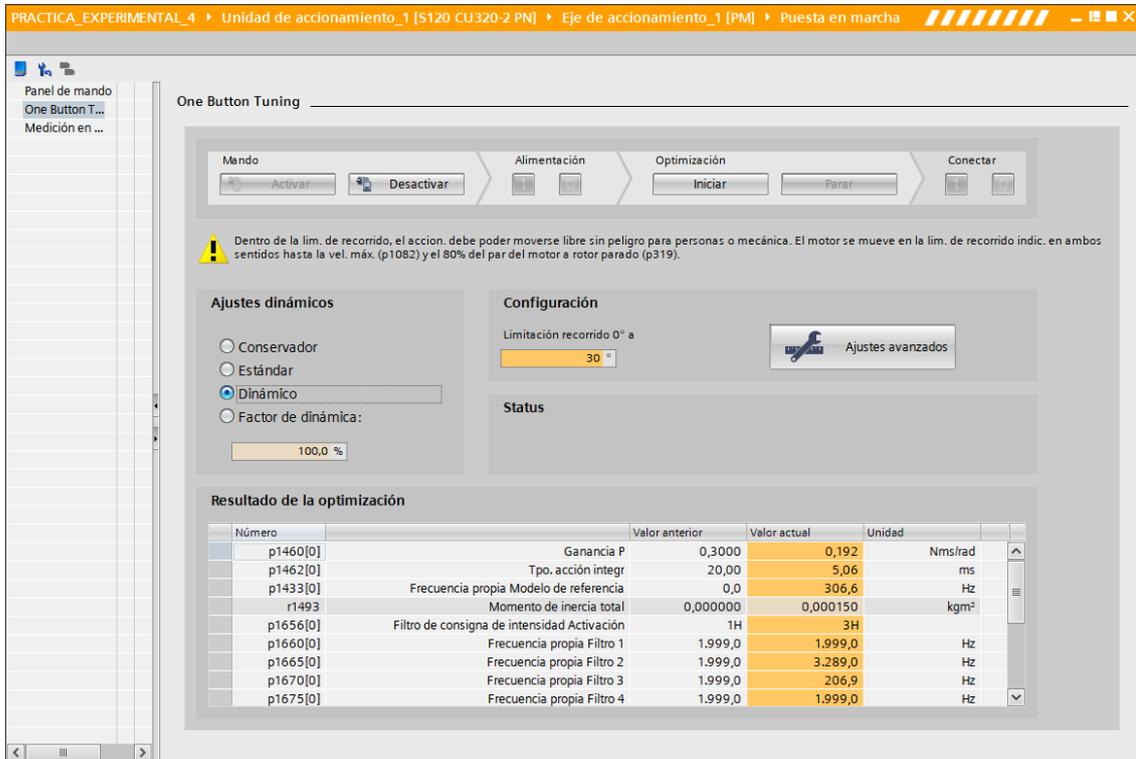


Figura 3.7 Sintonización mediante respuesta dinámica

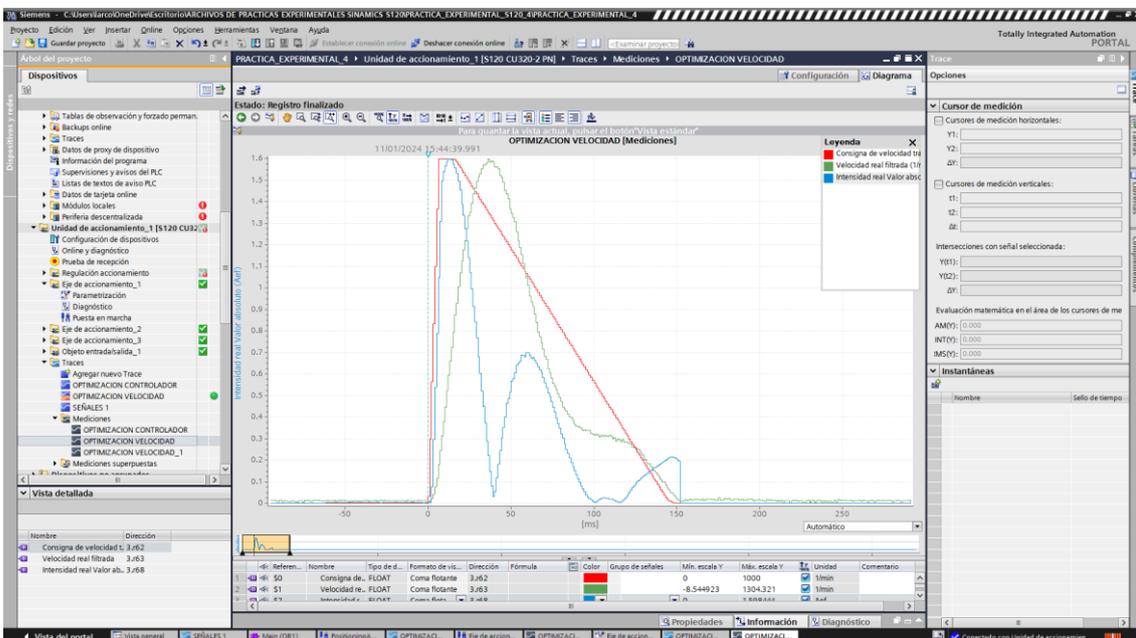
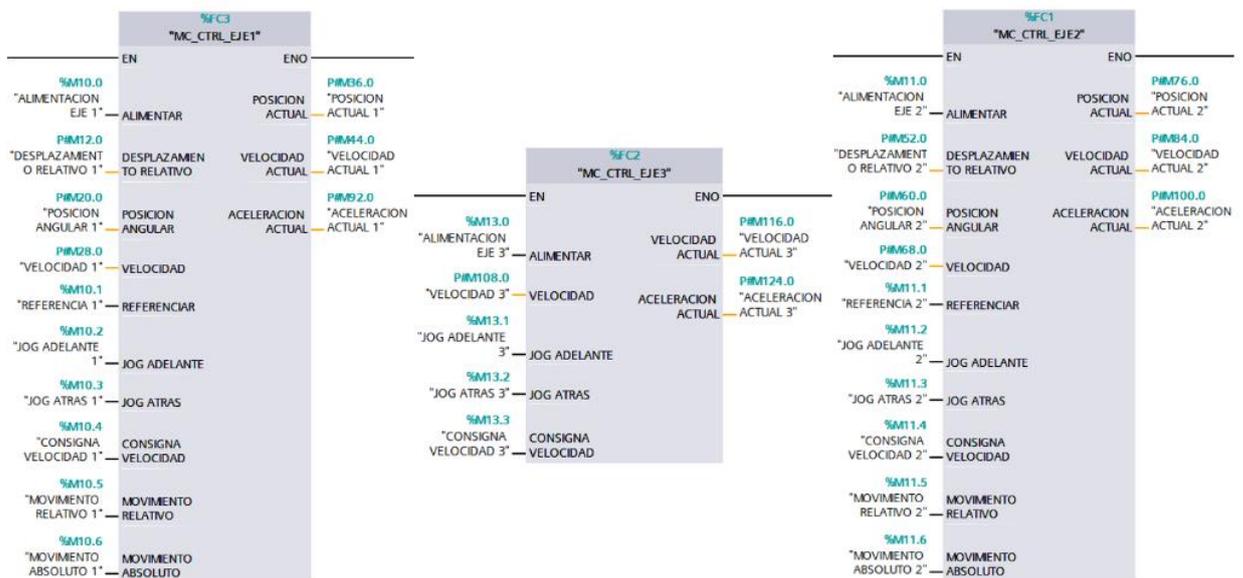


Figura 3.8 Gráficas de las consignas de velocidades antes y después del filtro

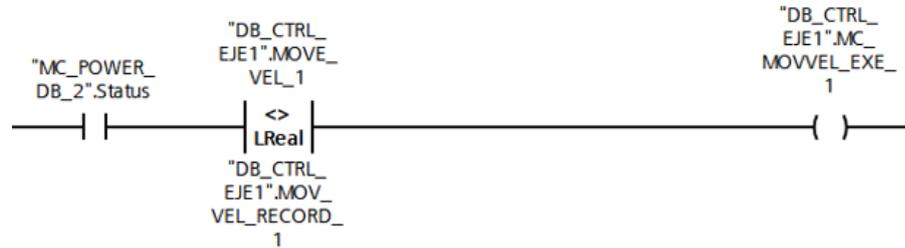
Para el quinto tutorial se utilizó bloques de instrucción con el fin de asumir el mando de los objetos tecnológicos desde el programa principal del PLC, el "Main", estos

bloques de instrucción sirven para accionar de forma manual o automática el reinicio, la posición absoluta o relativa y la consigna de velocidad de los ejes de accionamiento sin necesidad de asumir el mando desde el objeto tecnológico. Forzaron valores a las funciones donde ingresaron las instrucciones desde el programa principal. Se configuraron contactos para la desactivación de algún modo de operación mientras se está usando uno. Se obtuvieron tres funciones de instrucción, una para cada eje de accionamiento.



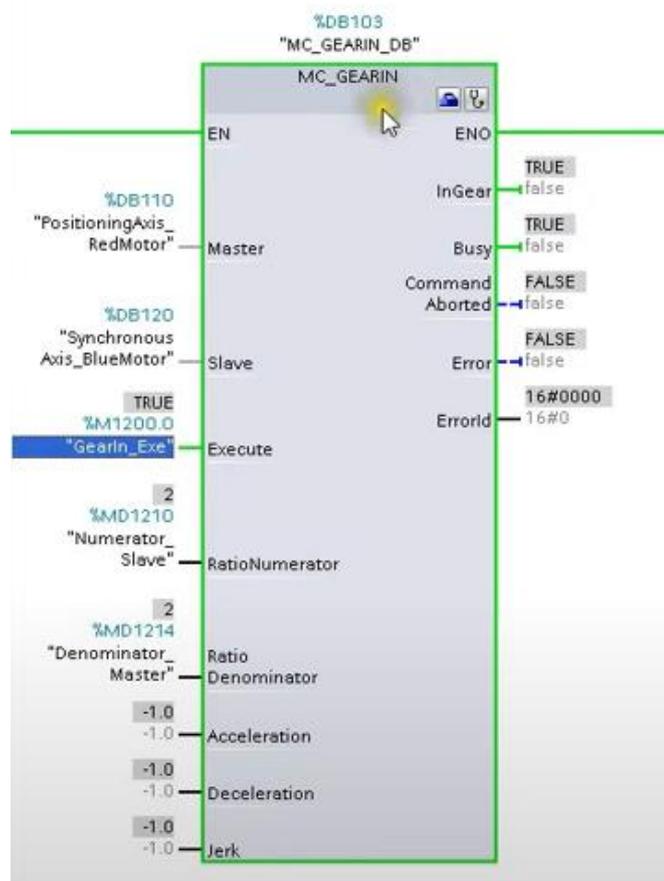
**Figura 3.9 Funciones con instrucciones de los objetos tecnológicos**

Para el sexto tutorial se realizó la puesta en marcha de los ejes de accionamiento, pero variando la velocidad mientras estuvieron en la marcha. Se usó variables y bloques "Move" para el cambio de velocidad en vuelo y el cambio de velocidad según el porcentaje forzado y la velocidad ingresada como consigna.



**Figura 3.10 Variables que permiten el cambio de velocidad durante la marcha**

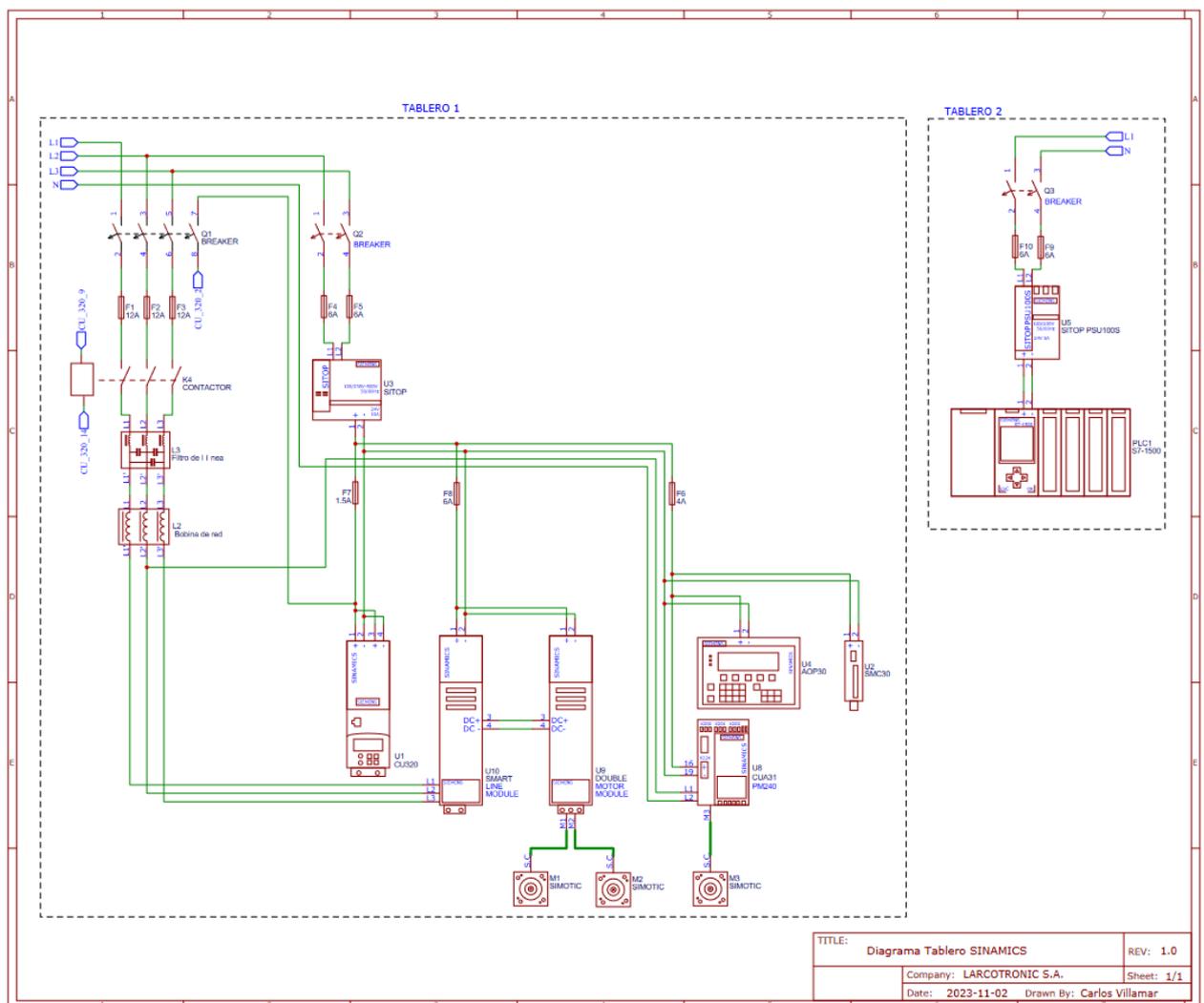
Durante este tutorial también se realizó el accionamiento de la velocidad de engranaje, el cual uso el “SynchronousAxis” como maestro y el “PositioningAxis” como el esclavo. La velocidad que adquirió el eje de accionamiento maestro mediante un valor forzado se ingresa en el eje de accionamiento esclavo, es decir, que el accionamiento esclavo procede a tener la misma velocidad que el accionamiento maestro.



**Figura 3.11 Bloque “MC\_GearIn” para la velocidad de accionamiento de engranaje**

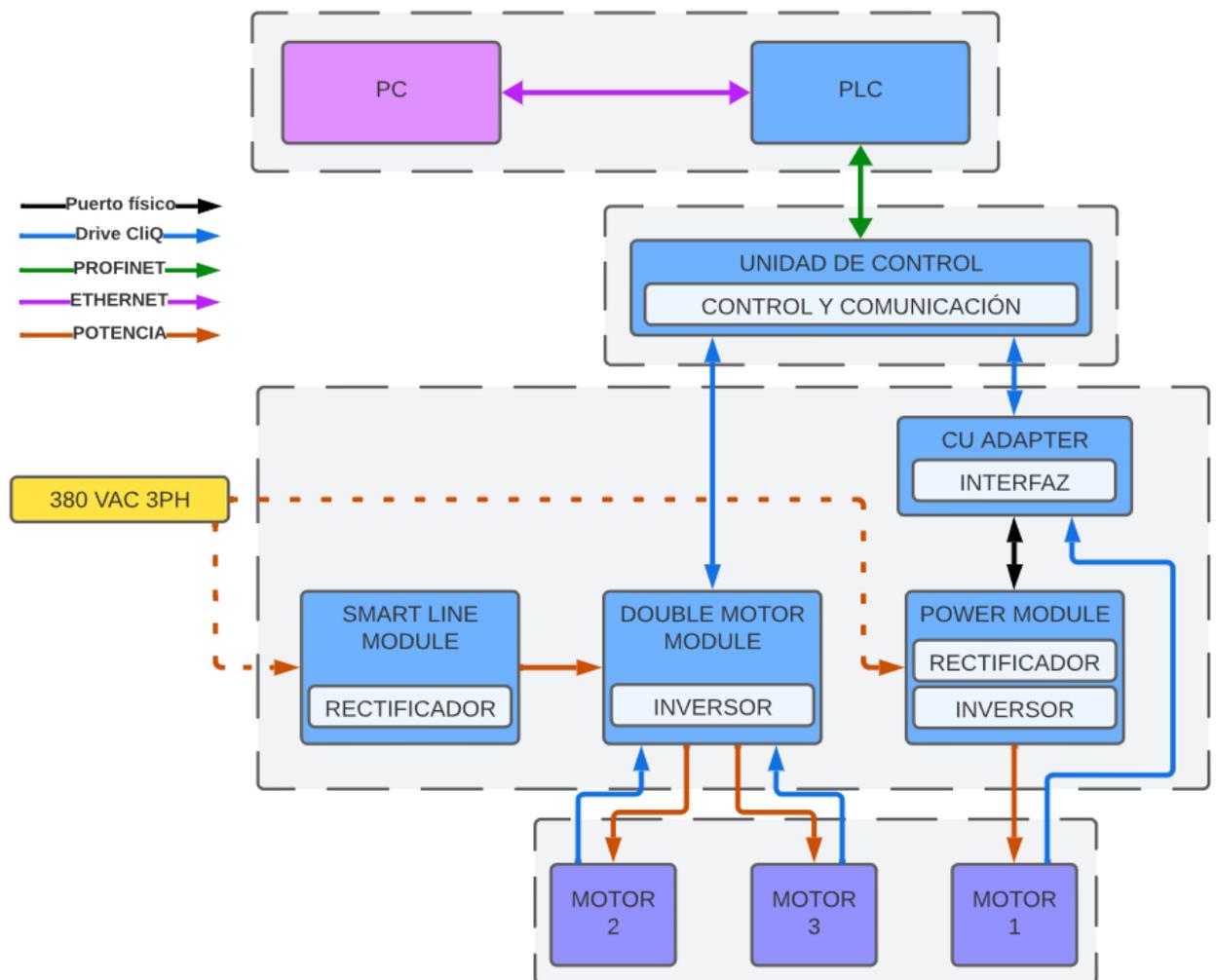
Durante el desarrollo de los tutoriales se estableció la necesidad de transferir conceptos complejos propios de los temas tratados, así que se crearon diagramas que se explican a continuación:

El diagrama eléctrico del tablero es importante ya que, al colocar a cada objeto con un símbolo idéntico al tablero real, permite reconocer fácilmente los elementos y sus conexiones.



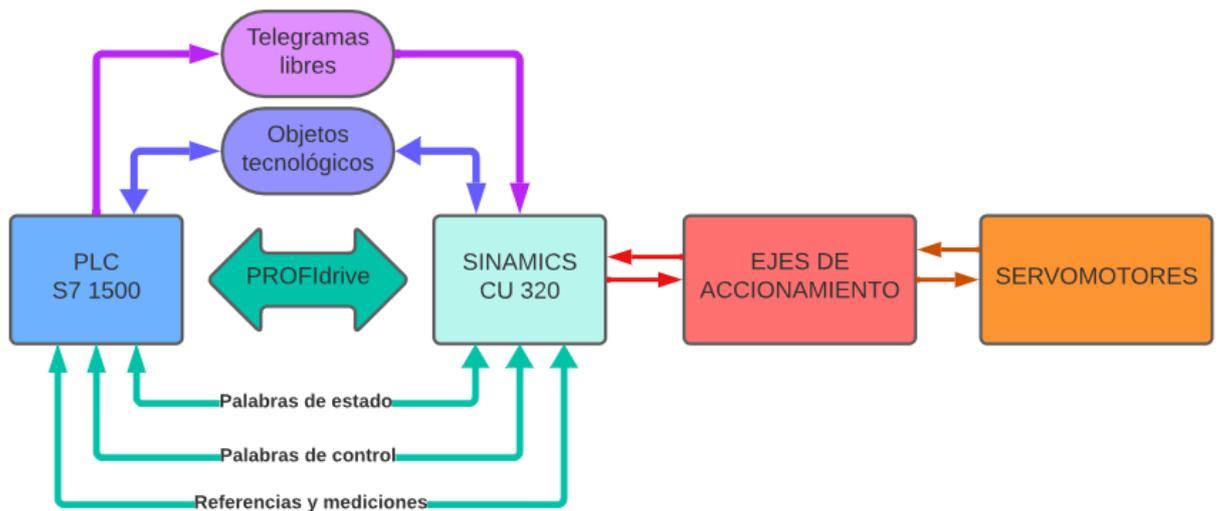
**Figura 3.12 Diagrama eléctrico del tablero SINAMICS**

El diagrama de comunicación y potencia consiste en la identificación de la naturaleza de la conexión entre equipos y donde se encuentran niveles de voltaje elevados, lo que permite reconocer como diferentes tipos de comunicaciones industriales interactúan entre sí.



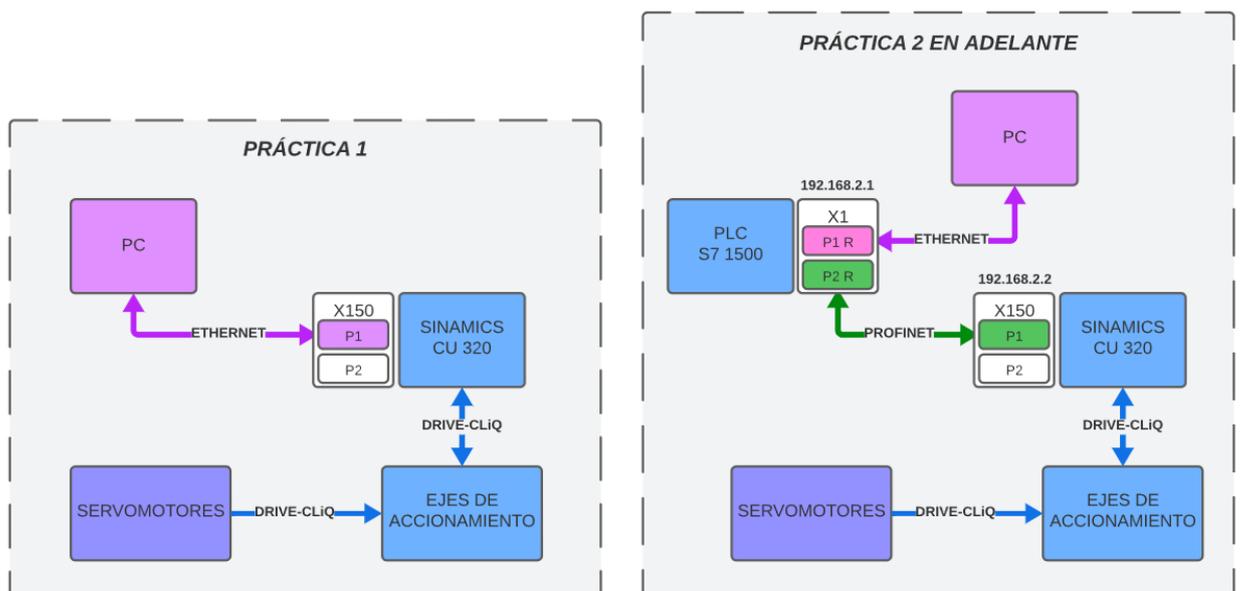
**Figura 3.13 Diagrama de comunicación y potencia**

El diagrama de comunicación PROFIdrive permite reconocer como se da la comunicación entre el PLC y la Unidad de Control en cuanto a la información que se transmite y bajo que formato.



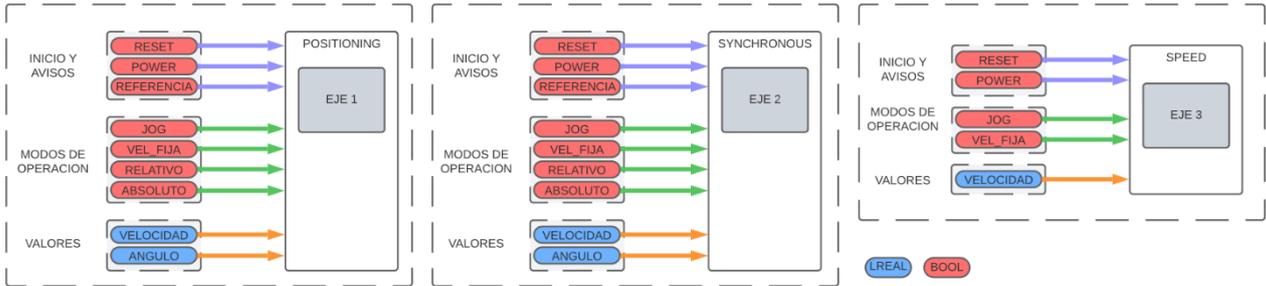
**Figura 3.14 Diagrama de comunicación PROFIdrive**

El diagrama de topologías consiste en establecer las conexiones físicas, es decir, puertos y direcciones entre los elementos principales en el control como lo son PC, PLC y CU.



**Figura 3.15 Diagrama de topologías**

El diagrama de bloques SINAMICS establece la forma de interactuar con los ejes ya habiendo configurado los objetos tecnológicos en cada uno de ellos para entender cómo deben parametrizarse con el fin de accionarlos.



**Figura 3.16 Diagrama de bloques SINAMICS**

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este proyecto tiene un gran valor empresarial para el laboratorio de servo accionamientos de Larcotronic S.A., debido a que incentiva el desarrollo de prácticas experimentales de aplicaciones industriales en base a la información dada por el curso SINAMICS S120 de SIEMENS. El personal técnico aprende los fundamentos de la automatización, desde la identificación de equipos hasta las interconexiones y las características del software TIA PORTAL.

Se mejora su comprensión de la programación y la interacción con los equipos del tablero de control gracias a un detalle paso a paso en diversas aplicaciones, desde la interfaz hasta las instrucciones, monitoreo de variables, carga de programas en el controlador, configuración y conexión. Este enfoque fue diseñado para fomentar la reflexión sobre las prácticas experimentales, mejorar el conocimiento de los procesos, sus resultados y sus aplicaciones futuras dentro y fuera de la empresa.

Como fortalezas de este proyecto se destaca el empoderamiento del personal técnico con relación a su conocimiento, estableciendo una enseñanza activa, autónoma y colaborativa, valiéndose de los recursos tecnológicos y con contenidos más atractivos para el participante.

Este proyecto abarca desde cosas básicas hasta programaciones avanzadas, como la configuración y puesta en marcha de servomotores mediante un control de operador hasta bloques de instrucción, y la comunicación del PLC-1500 con los equipos SINAMICS S120.

### 4.1 Conclusiones

En conclusión, se ha alcanzado el objetivo general de proveer de una guía de prácticas experimentales al personal técnico del laboratorio de servo accionamiento de la empresa Larcotronic S.A. Hacer uso de los equipos del

laboratorio junto con el material provisto en este documento permiten un aprendizaje didáctico y gradual de las técnicas y procedimientos en ejes de accionamiento. Esta guía de prácticas es un medio con el que no solo se busca garantizar un trabajo de calidad cuando se traten a estos sistemas sino también que este entrenamiento sirva a su crecimiento profesional preparándolos para afrontar retos futuros.

Se diseñaron diagramas esquemáticos del tablero de servo accionamiento entre los equipos SINAMICS S120, servomotores, las conexiones de potencia, protecciones, filtros y las fuentes para alimentar dichos equipos. El diseño se enfocó la claridad de las conexiones y reconocimiento de equipos con símbolos que se asemejen a los reales.

Se implementaron correctamente las conexiones dentro el tablero de servo accionamientos con comunicación DRIVE-CLiQ para el módulo de motores, la unidad de control y los encoders de cada eje. También conexiones PROFINET entre la unidad de control y el PLC y, de potencia para la alimentación del módulo de motores y motores.

Se configuró los equipos SINAMICS S120 junto con el PLC-1500, se revisaron todos los parámetros tanto de potencia como de control, se realizó el accionamiento de los servomotores mediante diferentes métodos. Se comprobó el funcionamiento de las prácticas experimentales programadas en TIA Portal, mediante el uso del tablero de control del laboratorio donde se cargaron, los programas creados, en los dispositivos.

Se realizó una guía de operaciones en donde se recopiló toda la información más relevante tanto del curso SINAMICS S120 como de otros manuales de SIEMENS que sirvió para establecer la teoría detrás de las prácticas. Se planificaron las prácticas experimentales de acuerdo con los conceptos de servo accionamientos y con una filosofía del incremento paulatino de la dificultad para reforzar el

conocimiento del personal técnico y su capacidad para solucionar problemas a nivel industrial.

## 4.2 Recomendaciones

Se recomienda marcar las conexiones entre los equipos y las fuentes que los energizan para poder establecer rápidamente si agregar un equipo excedería su capacidad.

- Si se requiere hacer las pruebas de seguridad tanto de torque como de parada se debe tener un PLC-1500 con capacidades "Safety", por ejemplo, el PLC con CPU 1512SP F-1 PN.

Se aconseja incrementar la cantidad de equipos "Double Motor Module" o "Single Motor Module" en el laboratorio de servo accionamientos, si se desea utilizar más servomotores, a fin de que se puedan usar servomotores con características de "Encóder" del tipo "Absoluto" y no "Resolver" para realizar sincronismo de velocidad.

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] SIEMENS, “Sistema de accionamiento SINAMICS S120”, SIEMENS Industry Mall Product Catalogue. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10354530>
- [2] J. Lozano, “Protocolos de Comunicación en la industria”. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.industriasociadas.com/protocolos-de-comunicacion-en-la-industria/#:~:text=Un%20protocolo%20de%20comunicaci%C3%B3n%20industrial,a%20trav%C3%A9s%20de%20diversas%20variables>
- [3] SIEMENS, “PROFIdrive”, SIEMENS SiePortal Catálogo de Productos.
- [4] LEINE LINDE, “DRIVE-CLiQ”, Noticias. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.leinelinde.com/es/noticias/2014/drive-cliq/>
- [5] SIEMENS, “SIMATIC S7-1500”, Controladores SIMATIC. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/sistemas/simatic/controlador-es-simatic/simatic-s7-1500.html>
- [6] SIEMENS, “SINAMICS CONTROL UNIT CU320-2 DP WITH PROFIBUS INTERFACE WITHOUT COMPACT FLASH CARD.”, SIEMENS Industry Mall Product Catalogue. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6SL3040-1MA00-0AA0>
- [7] SIEMENS, “Smart Line Modules in booksize format”, SIEMENS Industry Mall Product Catalogue. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10361599?tree=CatalogTree>
- [8] SIEMENS, “ Double Motor Modules in booksize format”, SIEMENS Industry Mall Product Catalogue. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10360702?tree=CatalogTree>
- [9] SIEMENS, “1FK7 servomotors for SINAMICS S120”, SIEMENS Industry Mall Product Catalogue. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10028743>

- [10] SIEMENS, "SITOP Power Supply", SIEMENS Industry Mall Product Catalogue. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10239544?tree=CatalogTree#Overview>
- [11] SIEMENS, " Line filters for Smart Line Modules", SIEMENS Industry Mall Product Catalogue. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10360691?tree=CatalogTree>
- [12] SIEMENS, " Commissioning SINAMICS S120 in the TIA Portal", SIEMENS Industry Mall Product Catalogue. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10324610>
- [13] L. Zhengtang, L. Xiangdong, y Z. Lin, "The motor testing system design based on SINAMICS S120 inverter", *J Phys Conf Ser*, vol. 1550, núm. 4, p. 042074, may 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1550/4/042074.
- [14] K. Muthineni, "Sinamics S120 Motion Control Using S7-1500 and TIA Portal", Medium. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://karthikm618.medium.com/sinamics-s120-motion-control-using-s7-1500-and-tia-portal-734522f4b9f2>
- [15] SIEMENS, "SINAMICS S120 booksize compact format", SIEMENS Industry Mall Product Catalogue. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10360727>
- [16] PROFINET UNIVERSITY, "PROFIdrive Application Profile". Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://profinetuniversity.com/application-profiles/profidrive-application-profile/>
- [17] SIEMENS, "SIMOTION C - Controller-based", SIEMENS SiePortal Catálogo de Productos. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/EC/Catalog/Products/10001156?activeTab=ProductInformation&SiepCountryCode=EC>
- [18] SIEMENS, "Creation of technology objects", SIEMENS SiePortal Catálogo de Productos. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/EC/Catalog/Products/10001186?activeTab=ProductInformation&SiepCountryCode=EC>

- [19] SIEMENS, "Glosario sistema de accionamiento SINAMICS S120", SIEMENS SiePortal Catálogo de Productos. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/ec/Catalog/Products/10314535?tree=CatalogTree>
- [20] SIEMENS, "CPU 1516-3 PN/DP", SIEMENS SiePortal Catálogo de Productos. Consultado: el 21 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/EC/Catalog/Products/10204211?activeTab=ProductInformation&SiepCountryCode=EC>
- [20] J. P. Chitacapa Chitacapa, "Diseño e implementación de un sistema de posicionamiento en una banda transportadora," Trabajos de Titulación - Electricidad, Universidad Católica de Cuenca, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/10705>

# APÉNDICES

## Información previa a las prácticas experimentales

### Comunicación PROFIdrive

La comunicación PROFIdrive es un perfil de PROFIBUS y PROFINET para accionamientos con un amplio campo de aplicación en la automatización de procesos industriales. En el PLC SIMATIC el telegrama se direcciona en zona I/O. En el accionamiento SINAMICS la configuración se adapta automáticamente con la selección del telegrama.

Telegramas PROFIdrive	
1	Consigna de velocidad 16 bit
2	Consigna de velocidad 32 bit, señal de vida
3 / 102	Consigna de velocidad 32 bits, señal de vida, posición de 1 encoder / adicionalmente reducción de par
4 / 103	Consigna de velocidad 32 bits, señal de vida, posición de 2 encoders / adicionalmente reducción de par
5 / 105	Consigna de velocidad 32 bits, señal de vida, posición de 1 encoder, DSC / adicionalmente reducción de par
6 / 106	Consigna de velocidad 32 bits, señal de vida, posición de 2 encoders, DSC / adicionalmente reducción de par
81	Telegrama Encoder, 1 canal encoder
83	Telegrama Extendido encoder, 1 canal encoder + Velocidad Actual 32 bits

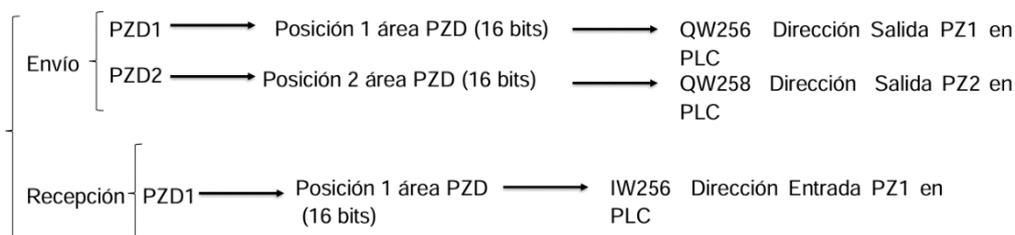
  

STW: Palabra Control	NSET: Consigna de velocidad	G1_STW: Encoder 1 Palabra Control
ZSW: Palabra Estado	NACT: Velocidad Actual	G1_ZSW: Encoder 1 Palabra Estado
PZD: Palabra datos de proceso		G1_XIST: Encoder 1 posición actual

**Ilustración 1 Telegramas PROFIdrive.**

### Estructura de un telegrama

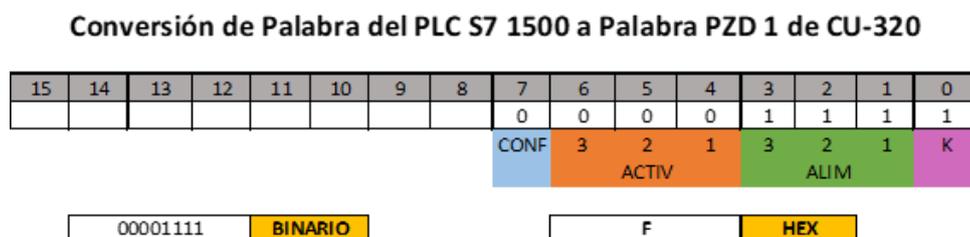
El área PZD tiene como composición las palabras. Esta área tiene una longitud de envío y otra de recepción, visto desde el punto de vista del controlador. La longitud es el número de palabras tanto de envío como de recepción. Se muestra un ejemplo de un telegrama con dos palabras de envío y una de recepción.



**Ilustración 2 Envío y recepción de palabras.**

## Telegramas Libres

Son telegramas de PROFIdrive. Entre los disponibles se selecciona telegramas libres ya que es el que permite el mayor control sobre los valores que se envían y acepta varios parámetros no relacionados entre sí. Por ello, es posible hacer uso de la palabra PZD1 que viene de PZD o datos de proceso. Visto desde la unidad de control este recibe desde el PLC (RECEPCIÓN) señales específicas que ingresan a cada uno de los 16 bits que componen la palabra.



**Ilustración 3 Conversión de palabras.**

## Modo Isócrono

Este modo se usa en la configuración de periferia descentralizada y accionamientos. La funcionalidad siempre se utiliza en los PLC-1500 cuando varios valores de los parámetros se tengan que elaborar mantenimiento una relación precisa dentro de un ciclo. El modo isócrono cumple características como; la ejecución de procesos de regulación en PLC S7-1500, en las que la recogida de los valores de medida y la salida de las señales de los actuadores se realiza a través de módulos diferentes, la regulación dependiente de varios accionamientos utilizando las funciones de accionamiento integradas en los equipos.

## Motion Control

La funcionalidad de “Motion Control” tiene como soporte el posicionamiento y el desplazamiento regulados de ejes y es parte integrante de todas las “CPU S7-1500”, así como de las “CPU S7-1500SP”. Las CPU tecnológicas S7-1500T ofrecen funciones avanzadas.

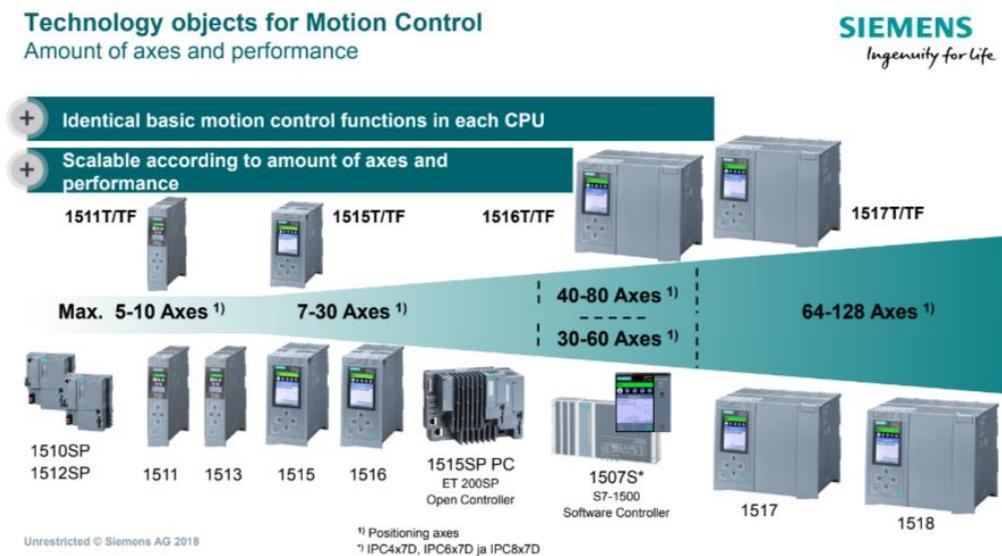


Ilustración 5 Cantidad de ejes y características de los “PLC-1500”.

## System Portfolio – SIMATIC S7-1500 Motion Control

Amount of axes and features

**SIEMENS**  
Ingenuity for Life

Performance (TIA Portal V16)		SIMATIC S7-1500 Controller						Distributed Controller	Drive Controller		
		CPU 1511	CPU 1513	CPU 1515	CPU 1516	CPU 1516T	CPU 1517	CPU 1518	CPU 1515SP PC2	1504D TF	1507D TF
Number Positioning axes	Typical <sup>1)</sup>	5		7		55	70	128	30	10	55
	Maximum	10		30		80	128	128	30	30	160
Motion Control functionality	Cross-PLC synchronous operation										New
	Kinematics functions	Technology									
	Camming	Technology									
	Gearing <sup>1</sup> (with synchronous position)	Technology									
	Gearing <sup>2</sup> (without synchronous position)	Technology									
	Output cam / Measuring input	Standard									
	Positioning	Standard									
Open-loop speed control	Standard										

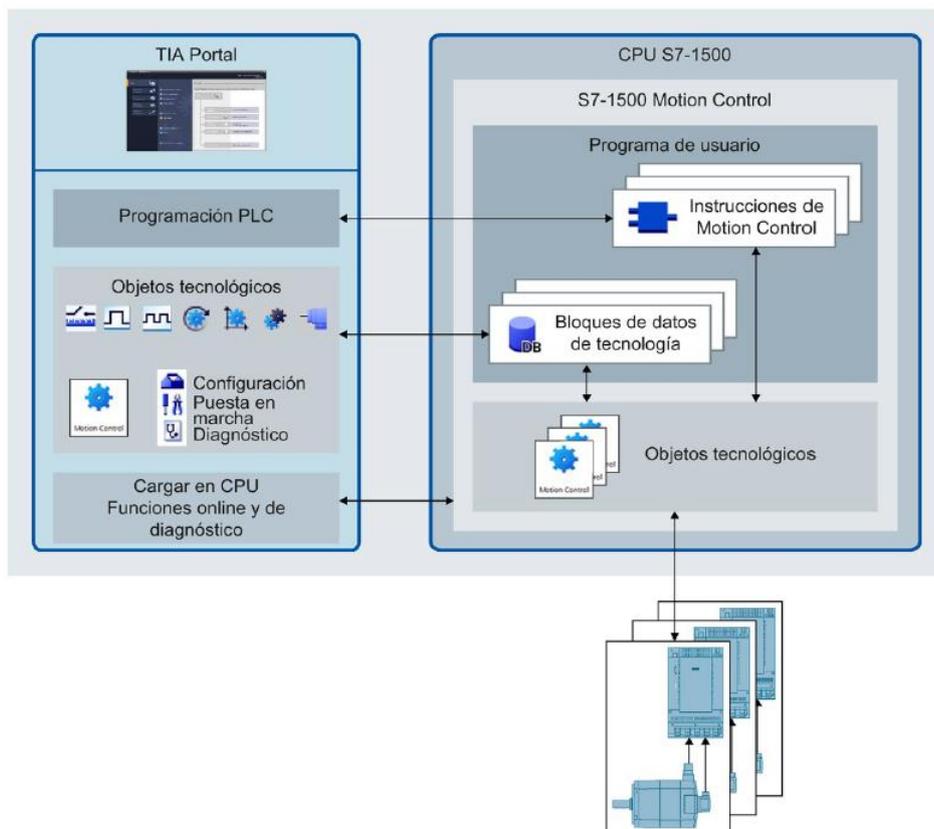
<sup>1)</sup> Synchronization with specification of the synchronous position  
<sup>2)</sup> Synchronization without specification of the synchronous position  
<sup>3)</sup> In 4 ms at 35% CPU load

Ilustración 6 Funcionalidad de “Motion Control” de los “PLC-1500”.

## Objetos Tecnológicos

Los objetos tecnológicos representan objetos reales, como un accionamiento, en el controlador. Las funciones de estos objetos se llaman con las instrucciones de “Motion Control” en el programa. Los objetos tecnológicos notifican información de estado, como la posición, la velocidad, la aceleración actual, etc. Los datos de configuración se guardan en un bloque de datos. Para la funcionalidad están disponibles los siguientes objetos tecnológicos:

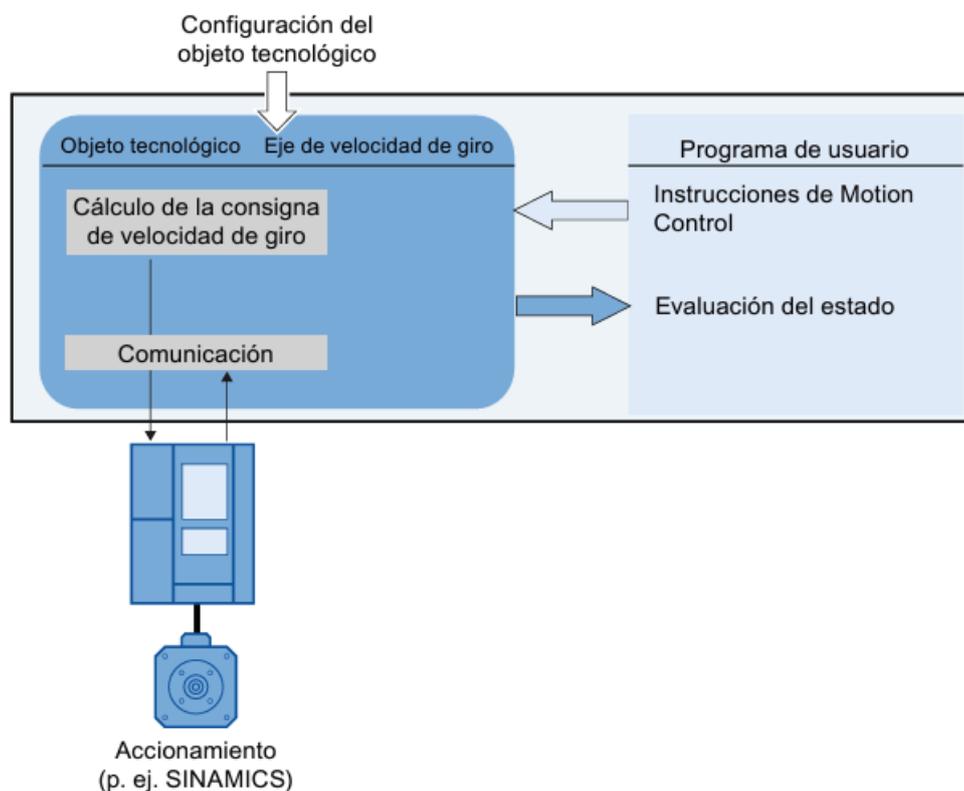
- Eje de velocidad de giro
- Eje de posicionamiento
- Eje sincronizado



**Ilustración 7 Relación de los objetos tecnológicos con el PLC.**

## Eje de velocidad de giro

Este objeto, conocido como "TO\_SpeedAxis", en inglés, sirve para especificar la velocidad de giro de un accionamiento. El movimiento del eje se programa con instrucciones de "Motion Control". El eje de velocidad de giro calcula consignas de velocidad de giro teniendo en cuenta las características dinámicas y las transfiere al accionamiento. El sistema considera que existe un reductor de carga. A cada eje de velocidad de giro se le asigna un accionamiento mediante una trama PROFIdrive o mediante una interfaz de consigna analógica. La velocidad de giro se expresa en vueltas por unidad de tiempo (rpm).

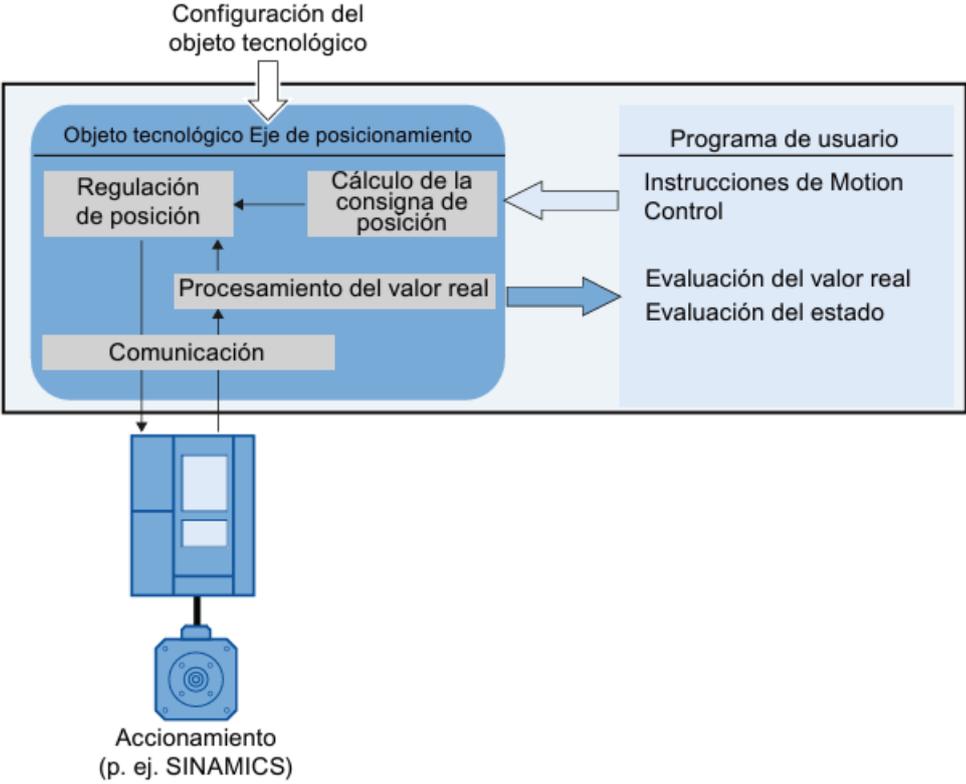


**Ilustración 8 Principio de funcionamiento del objeto tecnológico "TO\_SpeedAxis".**

## Eje de posicionamiento

Este objeto, conocido como "TO\_PositioningAxis", en inglés, sirve para posicionar un accionamiento con regulación de posición. Con bloques de instrucción se envían órdenes de posicionamiento al eje desde el programa. El eje de posicionamiento calcula las consignas de posición tomando en cuenta las especificaciones dinámicas y transfiere al eje de accionamiento las consignas de velocidad de giro. Para el movimiento absoluto, el objeto debe saber la posición física. Al eje de posicionamiento se le asigna un

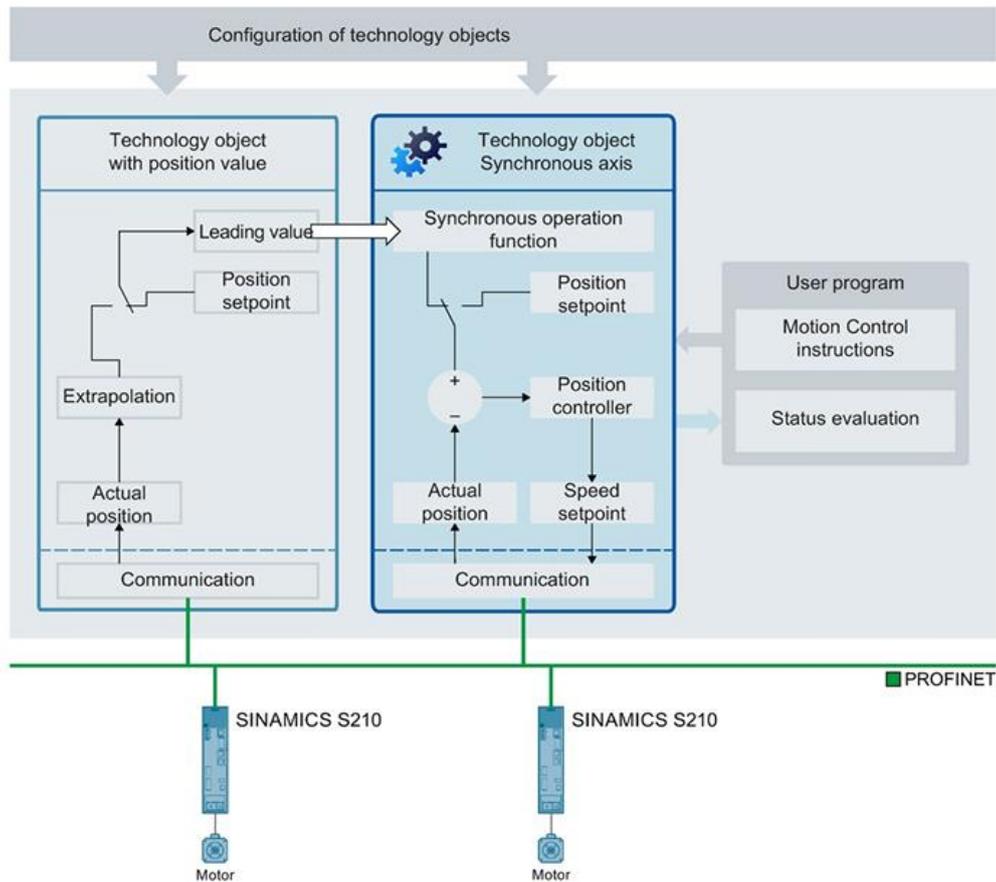
accionamiento y un encóder mediante comunicación PROFIdrive. El objeto tecnológico ejecuta también movimientos sin relación de posición y movimientos de movimientos relativos cuando su estado no referenciado, se usa la unidad en grados para la posición y grados por segundo para la consigna de velocidad.



**Ilustración 9 Principio de funcionamiento del objeto tecnológico "TO\_PositioningAxis".**

**Eje de sincronismo**

Este objeto, conocido como "TO\_ SynchronousAxis ", en inglés, contiene todas las funciones del objeto tecnológico eje de posicionamiento. Además, el eje se puede conectar a un valor maestro de modo que el eje siga la variación de posición de un eje maestro en sincronismo.



**Ilustración 10 Principio de funcionamiento del objeto tecnológico "TO\_SynchronousAxis".**

### Bloque de datos

Las características de los objetos reales se configuran mediante los objetos tecnológicos y se guardan en bloques de datos tecnológicos. El bloque contiene todos los datos de configuración, consignas y valores reales, además de información sobre el estado del objeto tecnológico. El programa TIA Portal genera automáticamente el bloque de datos tecnológico en el momento donde se crea el objeto tecnológico. A los datos del bloque de datos tecnológico se accede en lectura y en escritura desde el programa de usuario.

## Instrucciones de Motion Control

Las instrucciones de Motion Control representan las interfaces de programación de los objetos tecnológicos. Con las instrucciones se dan órdenes a los objetos tecnológicos desde el programa de usuario. Mediante los parámetros de salida de las instrucciones se hace un seguimiento del estado de las órdenes que se están ejecutando. Mediante el bloque de datos tecnológico se consulta información sobre el estado del objeto tecnológico y se modifican determinados parámetros de configuración durante la ejecución.

Función	Objeto tecnológico		
	Eje de velocidad de giro (Página 125)	Eje de posicionamiento (Página 126)	Eje sincronizado (Página 127)
<b>Instrucciones de Motion Control (programa de usuario)</b>			
"MC_Power (Página 484)" Habilitar y bloquear objetos tecnológicos	X	X	X
"MC_Home (Página 493)" Referenciar objetos tecnológicos, ajustar el punto de referencia	-	X	X
"MC_MoveJog (Página 520)" Mover ejes en modo Jog	X	X	X
"MC_MoveVelocity (Página 514)" Mover ejes con especificación de velocidad	X	X	X
"MC_MoveRelative (Página 509)" Posicionar ejes de forma relativa	-	X	X
"MC_MoveAbsolute (Página 504)" Posicionar ejes de forma absoluta	-	X	X
"MC_MoveSuperimposed (Página 526)" Posicionar ejes de forma superpuesta	-	X	X
"MC_GearIn (Página 552)" Iniciar sincronismo de reductor	-	-	X
"MC_Halt (Página 499)" Parar ejes	X	X	X
"MC_TorqueLimiting (Página 600)" Limitación de par mediante reducción del par	X	X	X
"MC_Reset (Página 490)" Confirmar alarmas, reiniciar objetos tecnológicos	X	X	X
"MC_TorqueAdditive (Página 606)" Especificar y activar/desactivar par aditivo	X	X	X

**Ilustración 11** Tabla de instrucciones disponibles para los objetos tecnológicos.

## MC\_POWER

Ninguna acción de este bloque puede ser cancelada por alguna otra acción de Motion Control. Cuando el parámetro "Enable" = TRUE habilita un objeto tecnológico y no cancela ninguna otra instrucción de Motion Control. Al bloquear el objeto tecnológico (parámetro "Enable" = FALSE) se cancelan todas las peticiones de movimiento en el objeto tecnológico correspondiente conforme al "StopMode" seleccionado. Este proceso no puede ser cancelado por el usuario.

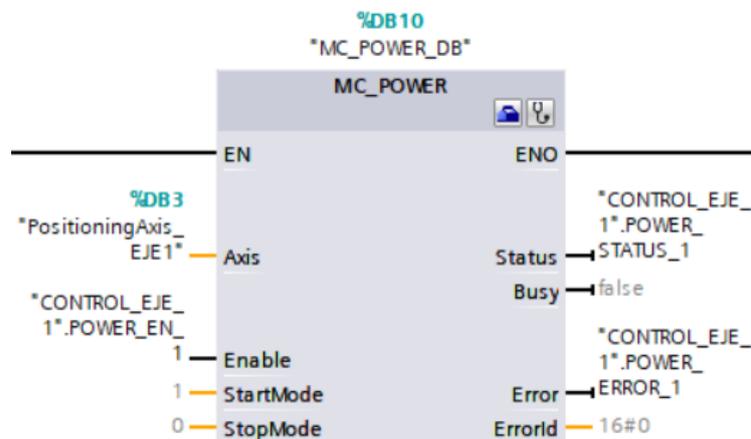


Ilustración 12 Instrucción MC\_POWER.

## MC\_RESET

Este bloque de instrucción acusa todas las alarmas y fallos tecnológicos del programa. Al acusar los fallos, se borran los bits "Error" y "Warning" del bloque de datos tecnológico. La instrucción con "Restart" = TRUE reinicia los objetos tecnológicos. Con el objeto tecnológico reiniciado se aplican datos de configuración nuevos en el bloque de datos tecnológico.

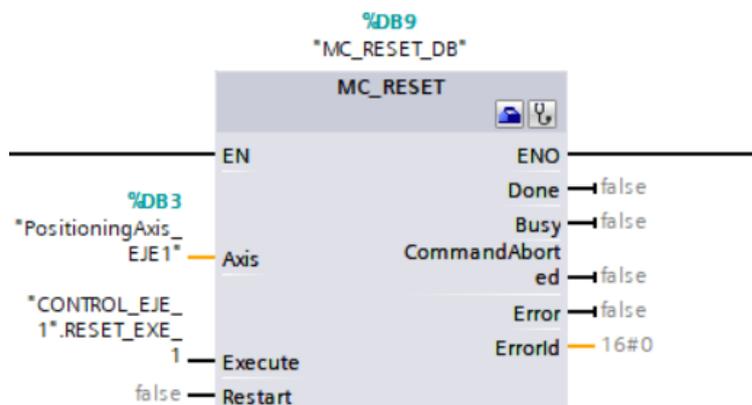


Ilustración 13 Instrucción MC\_RESET.

## MC\_HOME

La instrucción de este bloque establece la referencia entre la posición del objeto tecnológico y la posición mecánica. El valor de posición se asigna para ello a una marca de referencia. Dicha marca representa una posición mecánica conocida.

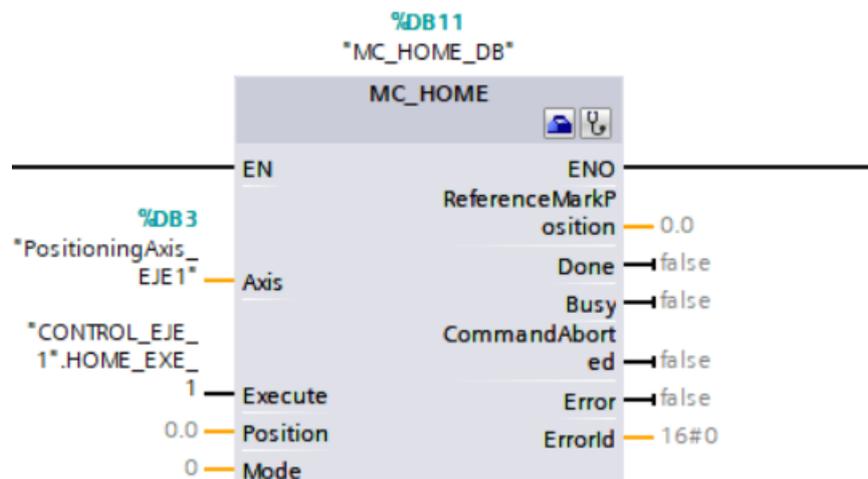


Ilustración 14 Instrucción MC\_HOME.

## MC\_MOVEABSOLUTE

La instrucción de este bloque mueve un eje hasta una posición absoluta. Con los parámetros "Velocity", "Jerk", "Acceleration" y "Deceleration" se especifica el comportamiento dinámico durante la operación de movimiento.

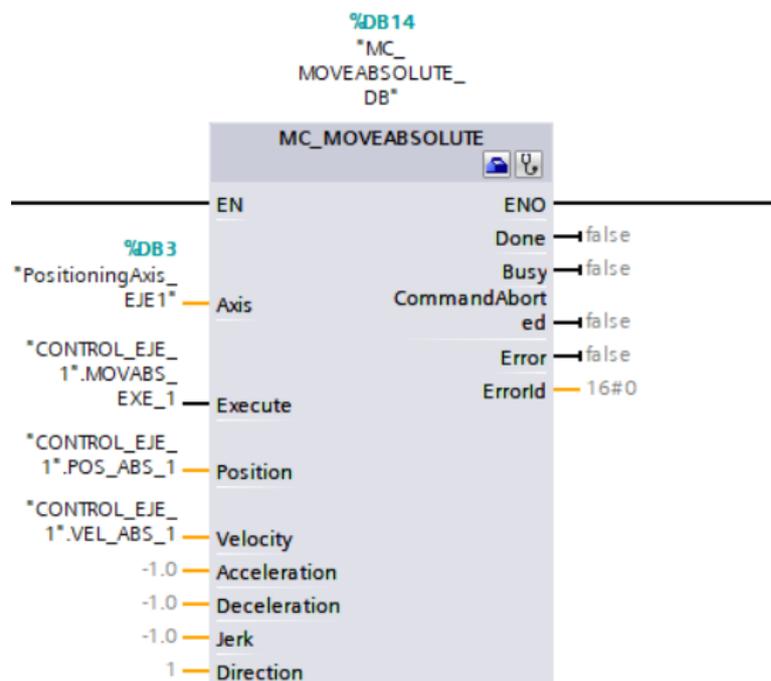


Ilustración 15 Instrucción MC\_MOVEABSOLUTE.

### MC\_MOVERELATIVE

La instrucción de este bloque mueve un eje con relación a la posición que hay al iniciar el procesamiento de la petición. Con los parámetros "Velocity", "Jerk", "Acceleration" y "Deceleration" se especifica el comportamiento dinámico durante la operación de movimiento.

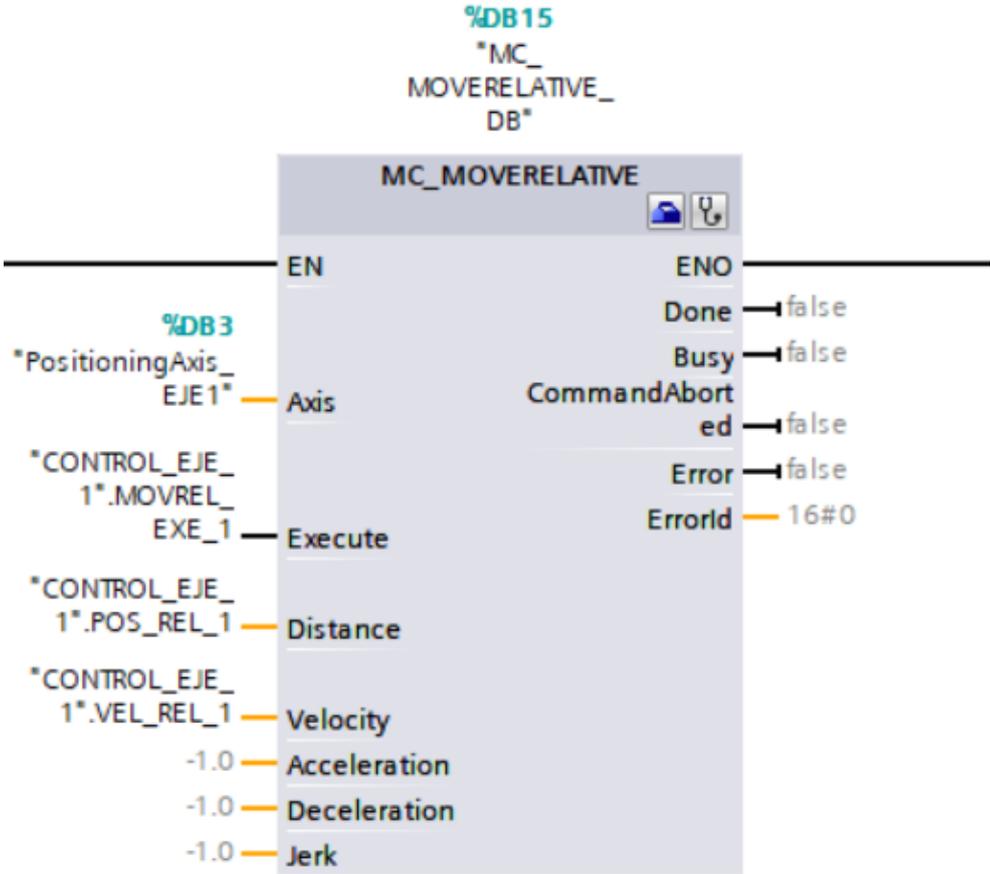


Ilustración 16 Instrucción MC\_MOVERELATIVE.

### MC\_MOVEVELOCITY

La instrucción de este bloque mueve un eje a velocidad/velocidad de giro constante. Con los parámetros "Velocity", "Jerk", "Acceleration" y "Deceleration" se especifica el comportamiento dinámico durante la operación de movimiento. En el eje de posicionamiento/eje sincronizado, el parámetro "Velocity" especifica una velocidad. En el eje de velocidad de giro, el parámetro "Velocity" especifica una velocidad de giro.

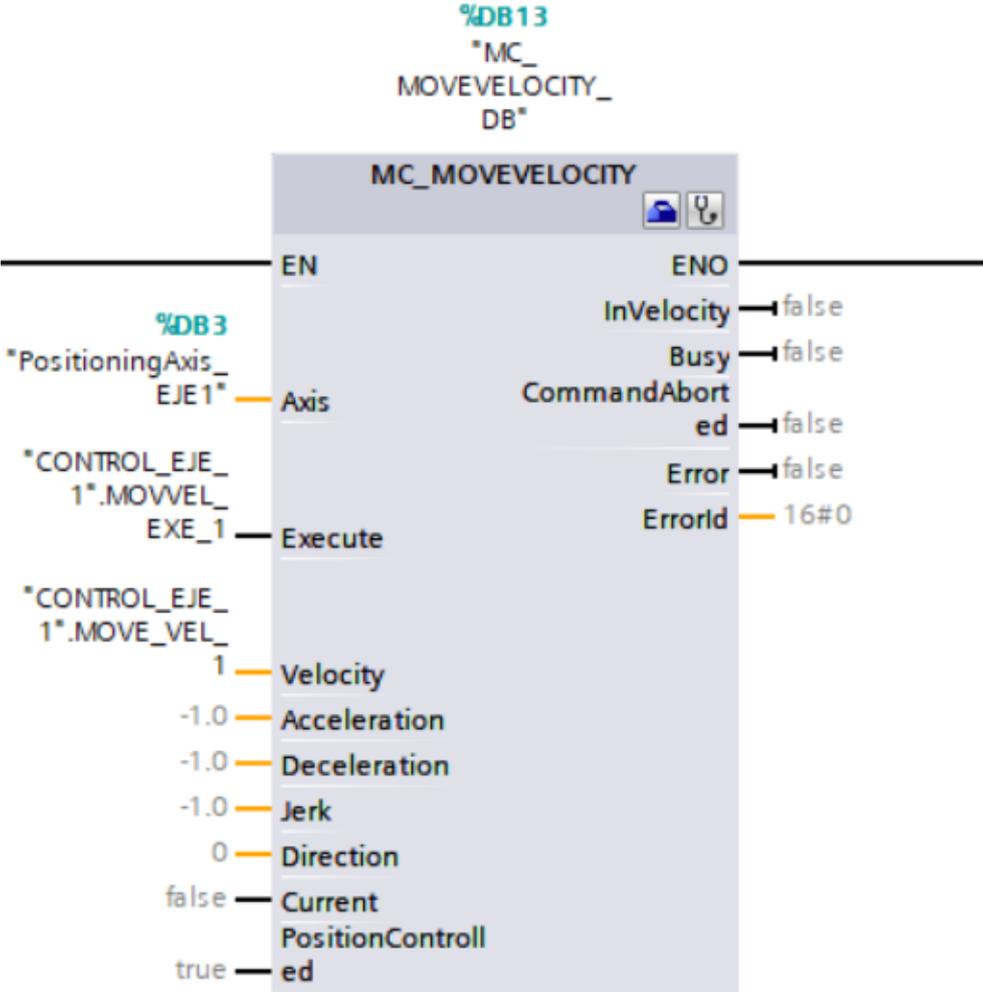


Ilustración 17 Instrucción MC\_MOVEVELOCITY.

## MC\_MOVEJOG

La instrucción de este bloque realiza el movimiento de un eje en modo Jog. Con los parámetros "Velocity", "Jerk", "Acceleration" y "Deceleration" se especifica el comportamiento dinámico durante la operación de movimiento. En el eje de posicionamiento/eje sincronizado, el parámetro "Velocity" especifica una velocidad. En el eje de velocidad de giro, el parámetro "Velocity" especifica una velocidad de giro.

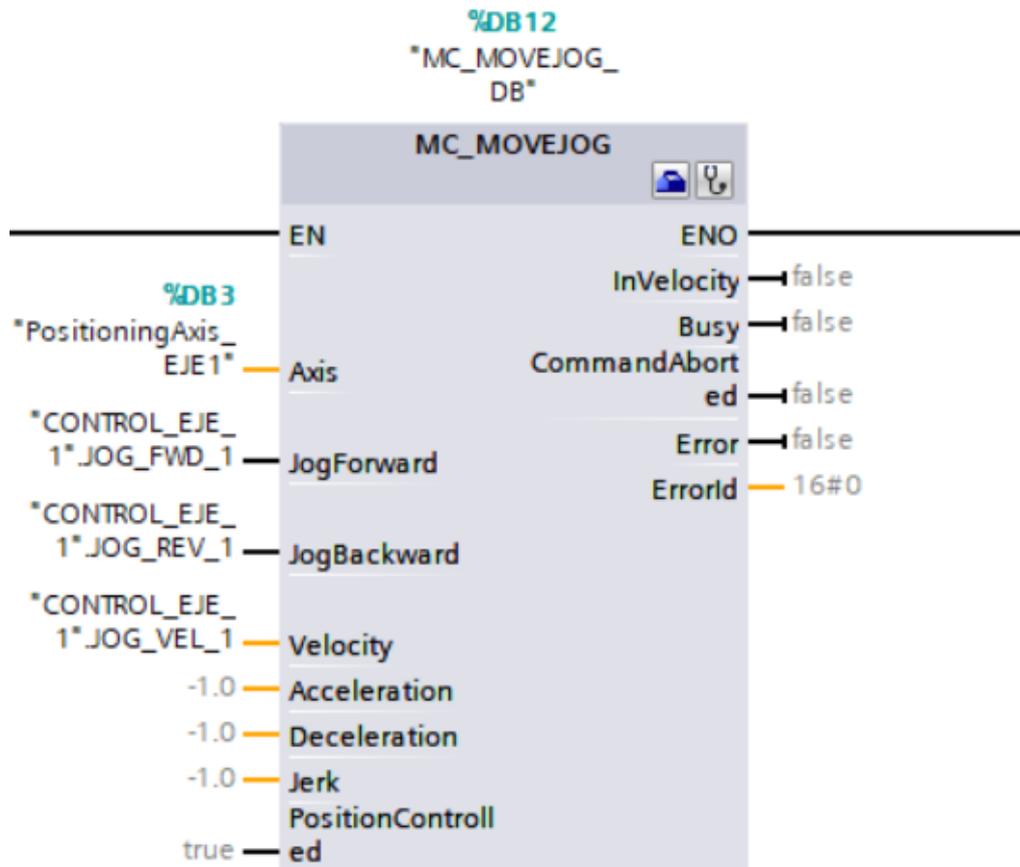


Ilustración 18 Instrucción MC\_MOVEJOG.

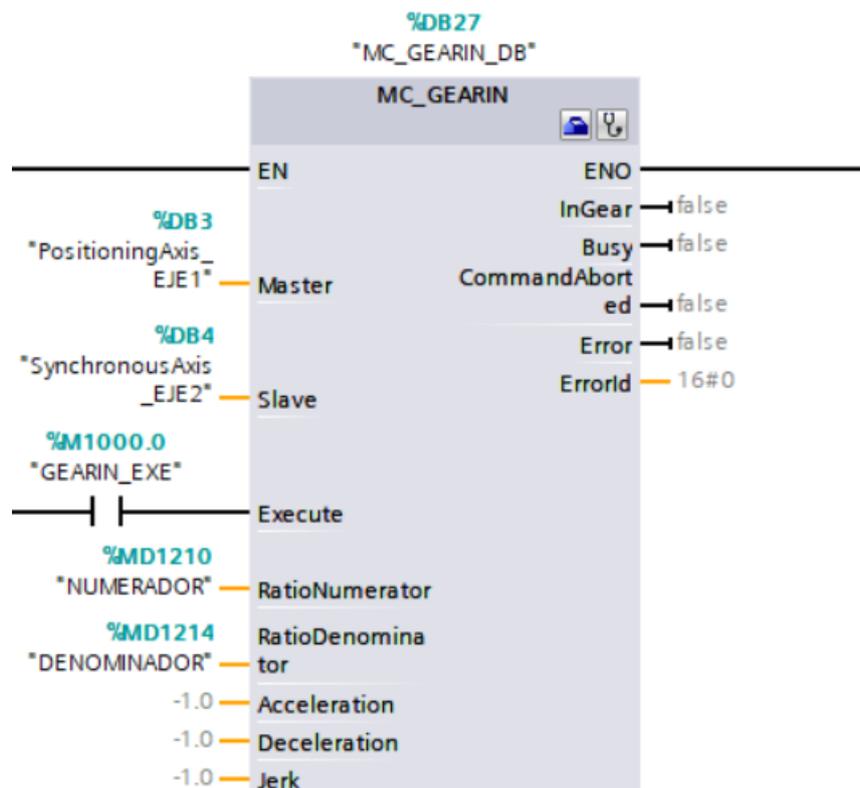
## MC\_GEARIN

La instrucción de este bloque permite iniciar un sincronismo entre un eje maestro y un eje esclavo. La duración y el recorrido de la sincronización dependen de los siguientes parámetros:

- Instante de inicio de la petición "MC\_GEARIN".
- Dinámica del eje esclavo en el instante de inicio.
- Características dinámicas para la sincronización.
- Dinámica del eje maestro.

El factor de transmisión se especifica como la relación entre dos números enteros, que son numerador y denominador en los parámetros "RatioNumerator" y "RatioDenominator" respectivamente. El numerador del factor de transmisión se indica en positivo o en negativo. De ello resulta el siguiente comportamiento:

- Factor de transmisión positivo: Tanto el eje maestro como el eje esclavo se mueven en la misma dirección.
- Factor de transmisión negativo: El eje esclavo se mueve en dirección opuesta al eje maestro. El sincronismo se puede iniciar tanto con los ejes detenidos como con el eje maestro en movimiento.



**Ilustración 19 Instrucción MC\_GEARIN.**

## Práctica Experimental #1

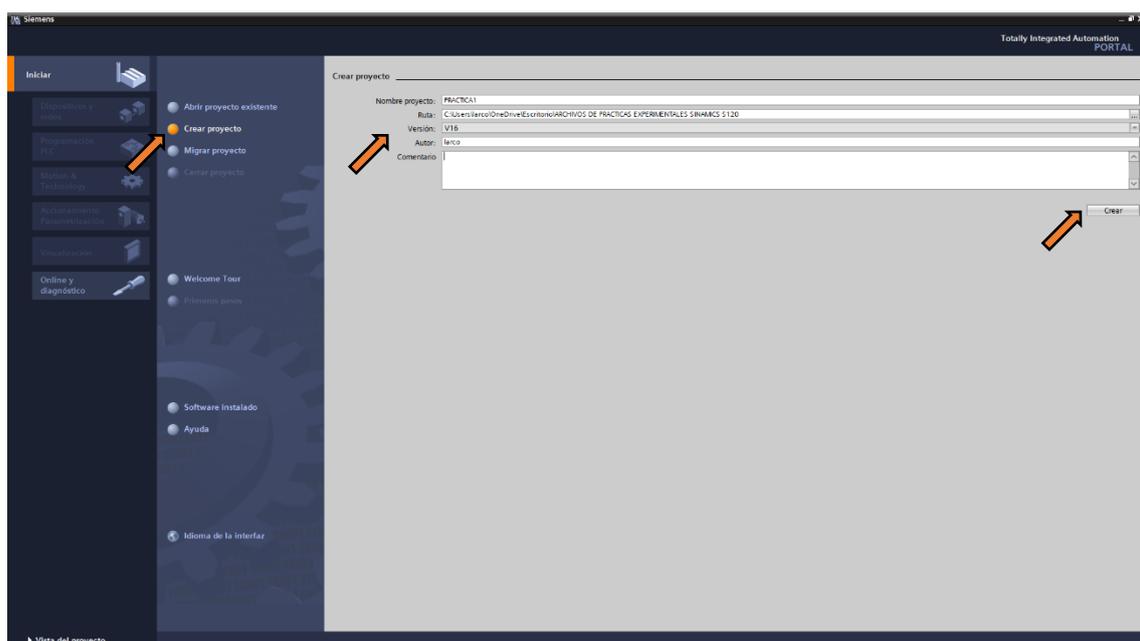
**Título:** Puesta en marcha de los equipos SINAMICS S120.

Al final esta práctica usted debe poder:

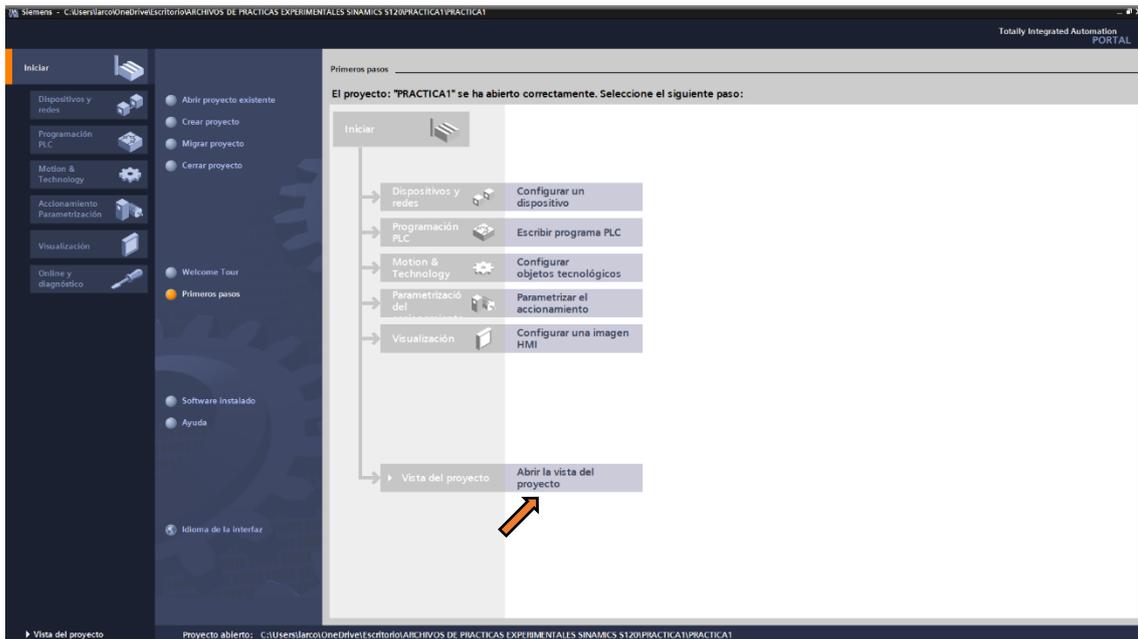
- Configurar correctamente los equipos SINAMICS S120 en TIA Portal.
- Identificar de manera adecuada los tipos de comunicación.
- Reconocer errores en los parámetros para la puesta en marcha.
- Comunicar los equipos con motores usando protocolo DRIVE-CLiQ.
- Realizar la puesta en marcha de 3 servos motores usando el control del operador.

### Paso 1

Al abrir el programa TIA PORTAL, se debe crear un nuevo proyecto, colocar el nombre "PRACTICA1", la ruta de dirección en la computadora donde estará almacenado el proyecto, el autor y los comentarios que sean necesarios a detallar. Luego dar clic en "crear". Usted puede guardar este proyecto donde crea conveniente, por el momento puede guardarlo en la ruta: C:\Users\larco\OneDrive\Escritorio\VALIDACIONES DE LAS PRACTICAS EXPERIMENTALES SINAMICS S120



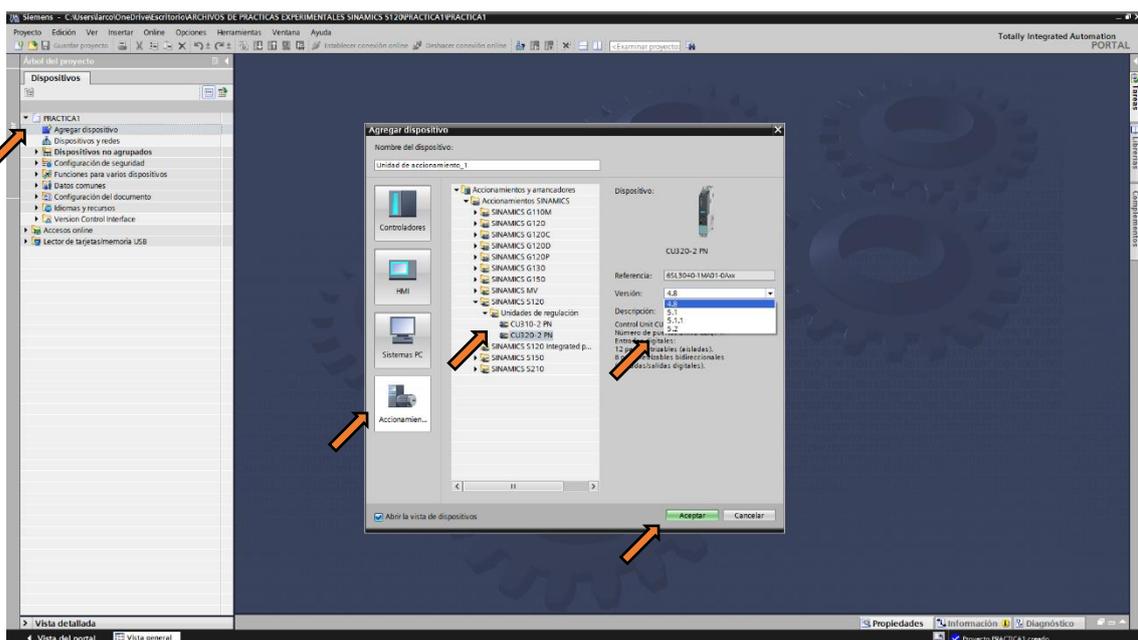
**Ilustración 1 Vista inicial y creación de proyectos de TIA PORTAL**



**Ilustración 2 Vista de portal del proyecto.**

## Paso 2

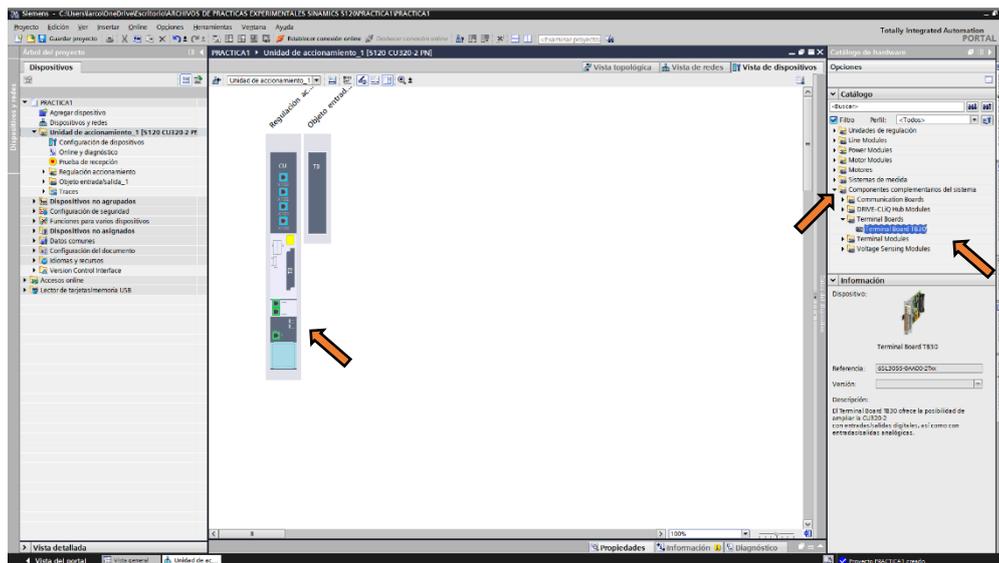
Acceder a la “Vista del proyecto” y comenzar a agregar los diferentes equipos SINAMICS S120. En “Agregar dispositivos” elegir la sección de “accionamientos y arrancadores”, ampliar la pestaña “Accionamientos SINAMICS”, buscar “SINAMICS S120”, seleccionar “Unidades de regulación” y luego buscar la unidad de control, CU 320-2 PN, se elige la versión del firmware correspondiente a la del equipo físico, que es la versión 4.8. Al finalizar dar clic en “Aceptar”.



**Ilustración 3 Listado de Accionamiento.**

### Paso 3

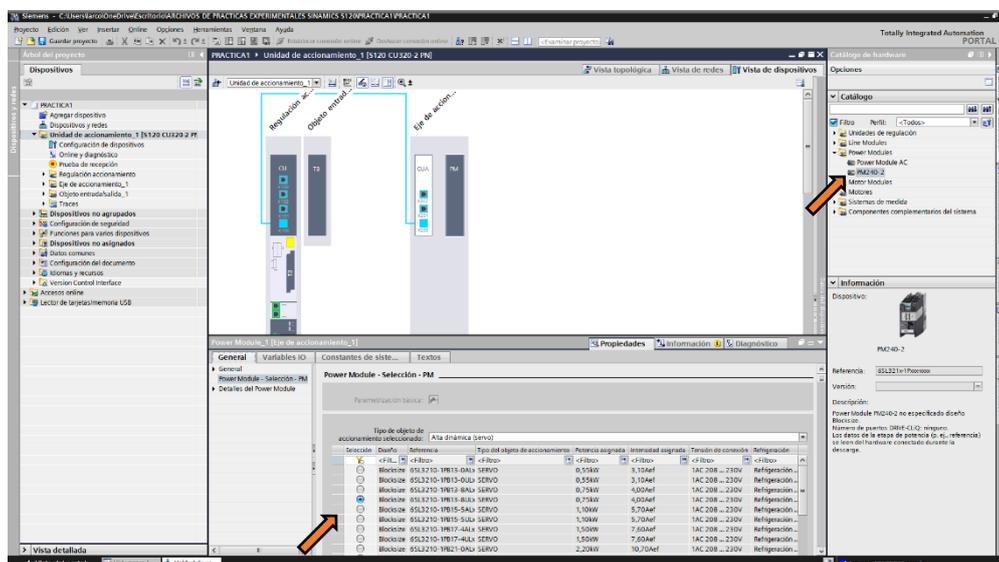
En la sección de catálogo buscar y agregar el tablero terminal “Terminal Board TB30” para el control de las entradas y salidas, analógicas y digitales, este debe colocarse a la derecha de la “Control Unit” arrastrando con el clic.



**Ilustración 4 Vista de dispositivos CU 320-2 PN y TB30.**

### Paso 4

Buscar y agregar, en el catálogo, en la sección “Power Modules” y elegir el módulo de potencia de la familia “PM240-2”, arrastrando con el clic se colocará a la derecha de la “Control Unit”. Por último, agregar el módulo de potencia según su número de serie y características: “6SL3210-1PB13-8UL0”. Pueden copiar el código del módulo y pegarlo en la parte de filtro para encontrarlo más rápido.



**Ilustración 5 Vista de dispositivos con PM240-2 configurado.**

## Paso 5

Se configura a la “Control Unit Adapter CUA31”, que está dentro del “Power Module”, dando clic sobre este y en “General”, “selección”, con su número de serie y características: “6SL3040-0PA00-0AA1”.

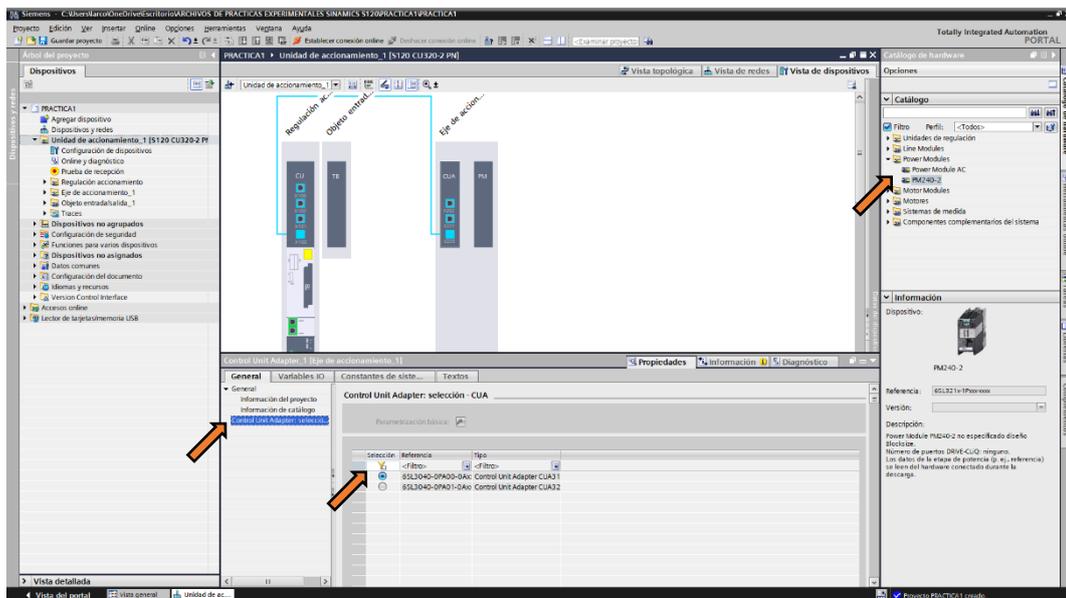


Ilustración 6 Vista de dispositivos con CUA31 configurada.

## Paso 6

Buscar en el catálogo, en la sección “Motores”, luego “Motores Síncronos” y elegir el motor síncrono de la familia “IFK7”, agregar el motor, arrastrando con el clic hacia la “Control Unit Adapter”, según su número de serie: “1FK7033-4CF21-1UA0”.

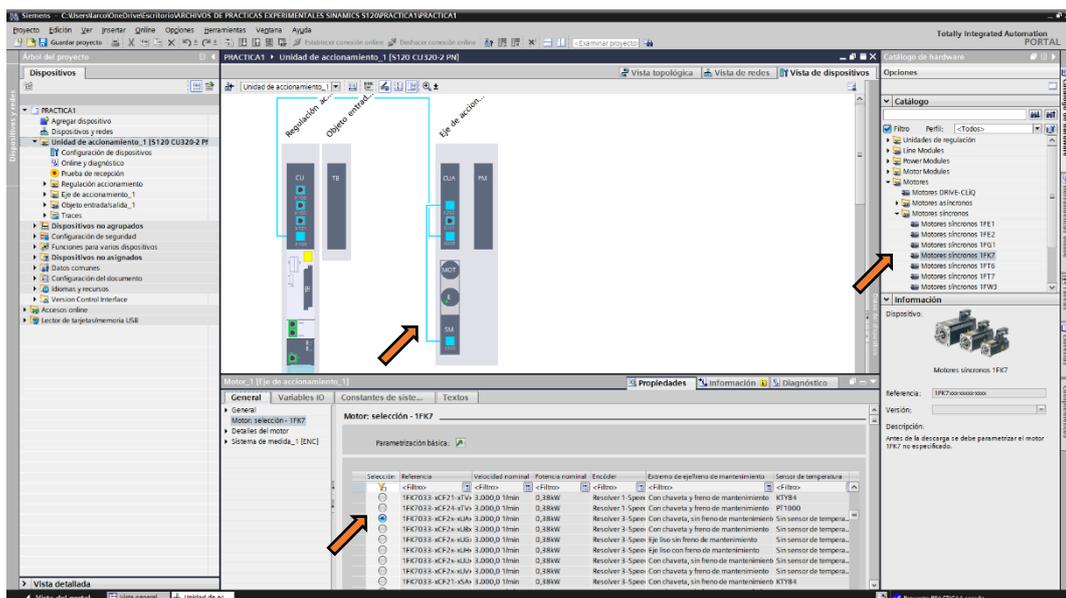


Ilustración 7 Vista de dispositivos del primer eje configurado.

## Paso 7

Buscar y agregar, en el catálogo, en la sección “Motor Modules”, “Double Motor Module”. Dentro del módulo, seleccionar en el catálogo, el tipo de objeto de accionamiento “6SL3120-2TE15-0AA3”.

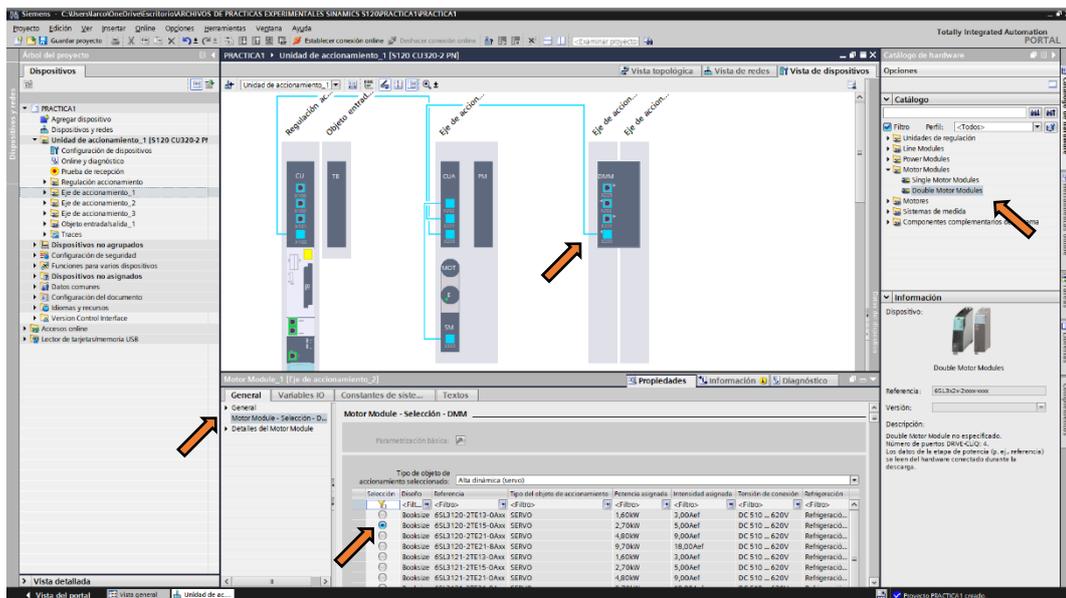


Ilustración 8 Vista de dispositivos del “Double Motor Module”.

## Paso 8

Buscar y agregar, en el catálogo, en la sección “Motores”, luego “Motores Síncronos” y elegir el motor síncrono de la familia “IFK7”. Por último, agregar el motor según su número de serie y características: “1FK7032-5AK71-1LG0”. El motor debe colocarse a la izquierda dentro del módulo.

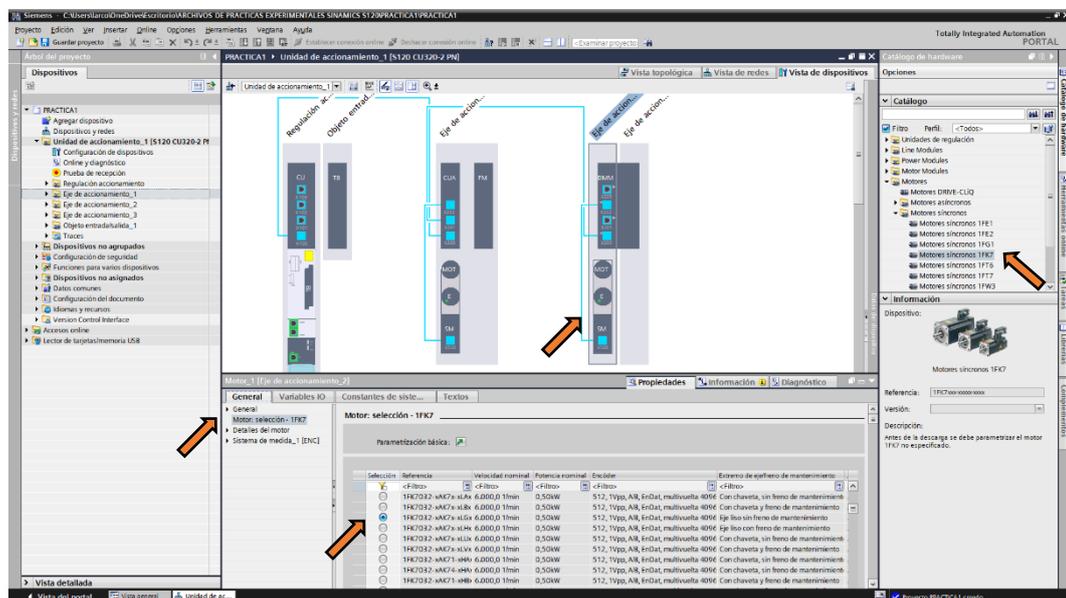


Ilustración 9 Vista de dispositivos del segundo eje configurado.

## Paso 9

Buscar y agregar, en el catálogo, en la sección “Motores”, luego “Motores Síncronos” y elegir el motor síncrono de la familia “IFK7”. Por último, agregar el motor según su número de serie y características: “1FK7022-5AK71-1DG0”. Debe colocarse a la derecha del motor anterior.

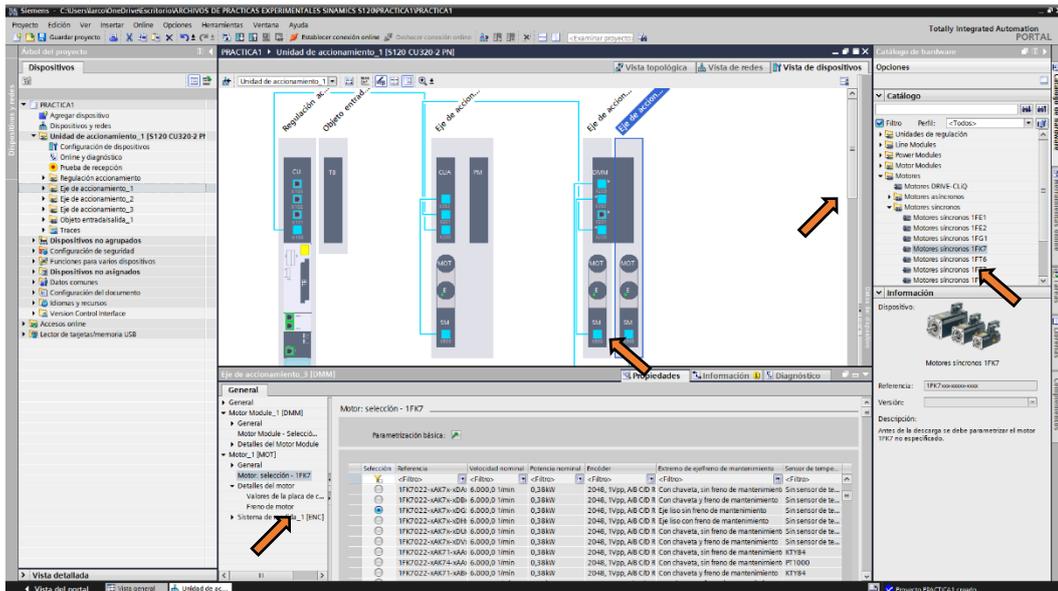
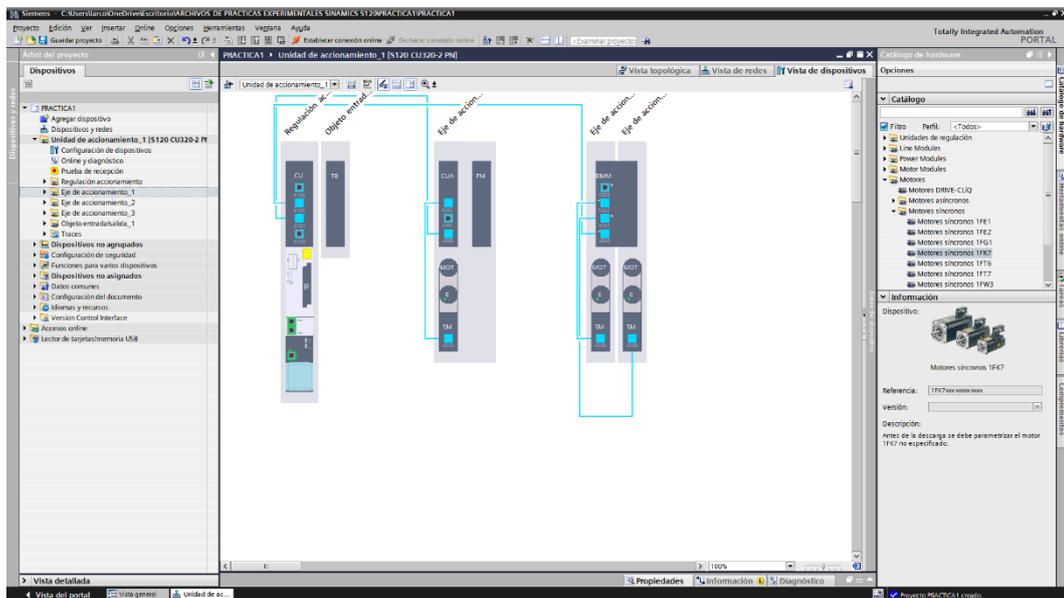


Ilustración 10 Vista de dispositivos del tercer eje configurado.

## Paso 10

Las conexiones que se mostraban anteriormente se hacían de forma automática, por lo que se debe borrar estas conexiones y reconectar nuevamente según la imagen a continuación, tomando en cuenta el orden y posición de los conectores DRIVE-CLiQ en la parte física del tablero. Las conexiones son de color celeste.



**Ilustración 11 Vista de dispositivos con las conexiones DRIVE-CLiQ correctas.**

Las conexiones DRIVE-CLiQ deben quedar según se indica a continuación:

Desde X101 de la Control Unit >> X200 del Power Module

Desde X500 del Motor del eje 1 >> X202 del Power Module

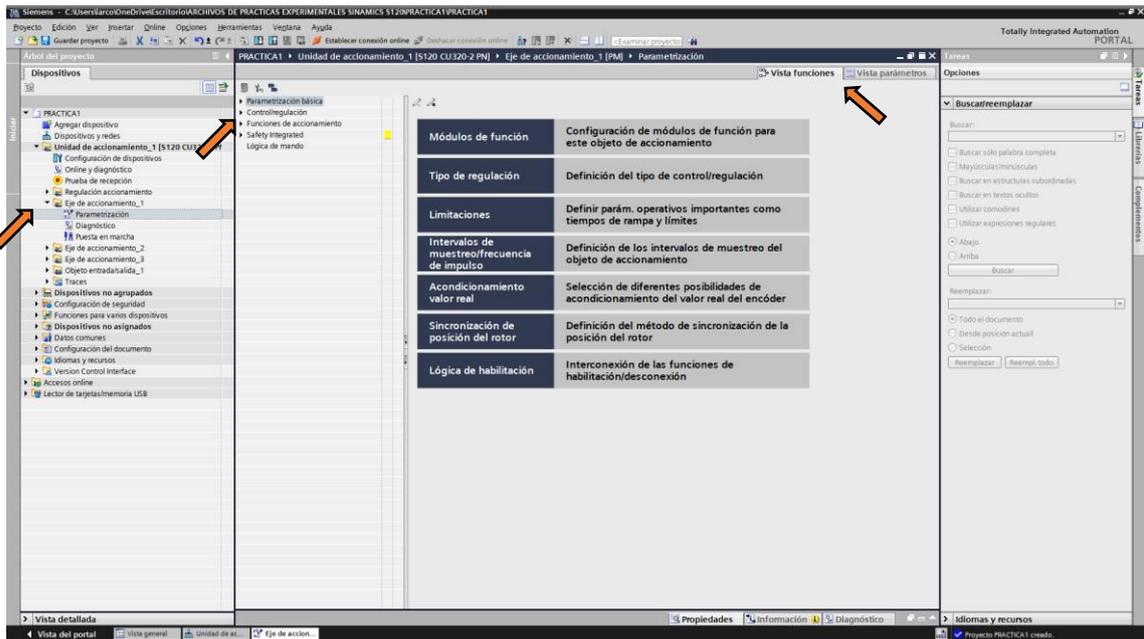
Desde X102 de la Control Unit >> X200 del Double Motor Module

Desde X500 del Motor del eje 2 >> X202 del Double Motor Module

Desde X500 del Motor del eje 3 >> X201 del Double Motor Module

## Paso 11

Después de realizar las conexiones entre la “Control Unit”, el “Power Module” y el “Double Motor Module” con sus respectivos servos motores, se procede a realizar las parametrizaciones de los ejes de cada servo motor. Se dirige al árbol del proyecto, que está en la parte izquierda del programa, para elegir “Eje de accionamiento\_1”. Dentro de ese eje estará la opción “Parametrización”. Al dar doble clic sobre la parametrización de cualquier eje de accionamiento se obtiene la siguiente ventana y en la parte superior derecha las pestañas de vista de funciones y vista de parámetros.



**Ilustración 12** Ventana de parametrización de un eje de accionamiento.

## Paso 12

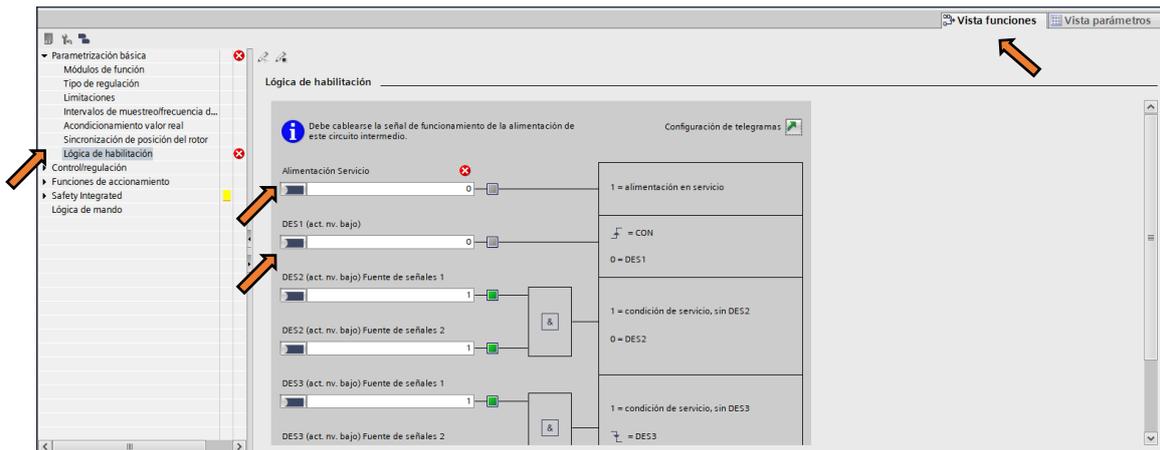
En la “Vista de parámetros” se deben verificar los siguientes valores en los parámetros p210, p278, p340 que vienen por defecto y p1300, si no se encuentra como se indica en la imagen a continuación, entonces debe ser modificado.

Número	Texto de parámetro	Valor	Unid.	Juego de datos	Mínimo	Máximo
p187[0]	Encóder 1 Juegos datos encóder Número	0	DDS	0	0	99
p188[0]	Encóder 2 Juegos datos encóder Número	99	DDS	0	0	99
p189[0]	Encóder 3 Juegos datos encóder Número	99	DDS	0	0	99
p192	Etapa de potencia Propiedades firmware 1	0H				
p193	Etapa de potencia Propiedades firmware 2	0H				
p194[0]	Nombre objetos de accionamiento	69		0	0	65.535
r200[0]	Etapa de potencia Código actual	0	PDS			
p201[0]	Etapa de potencia Código	10.012	PDS	0	0	65.535
r203[0]	Etapa de potencia Tipo actual	[100] SINAMICS S	PDS			
r204[0]	Etapa de potencia Propiedades hardware	1H	PDS			
r206[0]	Etapa de potencia Potencia asignada, Valor asignado	2,70	kW			
r207[0]	Etapa de potencia Intensidad asignada, Valor asignado	5,00	Aef			
r208	Etapa de potencia Tensión nominal de red	400	Vef			
r209[0]	Etapa de potencia Intensidad máxima, Catálogo	15,00	Aef			
p210	Tensión de conexión de equipos	600	V	1	1	63.000
p212	Etapa de potencia Configuración	0H				
r238	Etapa de potencia Resistencia interna	0,00000	ohm			
p251[0]	Etapa de potencia Ventilador Contador de horas de funciona	0	PDS	0	0	4.294.967.295
p255[0]	Etapa de potencia Contactor/Tiempo de vigilancia, Contactor	0	ms	-1	-1	65.535
p278	Tensión en circuito intermedio Umbral de subternsión Reduc	0	V	-80	0	
p287[0]	Vigilancia defecto a tierra Umbral, Reducido al inicio de la pr.	6,0	%	0	0	100
r289	Etapa de potencia Intensidad de salida máxima	0,00	Aef			
p290	Etapa de potencia Reacción en sobrecarga	[0] Reducir intensidad de salida				
r293	Etapa de potencia Umbral de alarma modelo de temperatura	0	°C			
r337[0]	FEM asignada del motor	0,00	Vef	MDS		
p338[0]	Intensidad límite del motor	7,00	Aef	MDS	0	10.000
r339[0]	Tensión asignada del motor	0,00	Vef	MDS		
p340[0]	Cálculo automático Parámetros del motor/regulación	[1] Cálculo completo	DDS			
p341[0]	Momento de inercia del motor	0,000065	kgm²	MDS	0	100.000
p342[0]	Momento de inercia Relación entre total y del motor	1,000	MDS	1	1	10.000
p344[0]	Masa del motor (para modelo de motor térmico)	0,0	kg	MDS	0	50.000
p1250[0]	Regulador de Vdc: Ganancia proporcional	1,00	AVV	DDS	0	100
p1278	Mando de freno Evaluación de diagnóstico	[0] Mando de freno con evaluación de diagnóstico				
p1300[0]	Modo de operación Lazo abierto/cerrado	[20] Regulación de velocidad giro (sin encóder)	DDS			
p1317[0]	Control por Uff Activación	[0] Desactivado (p1300 asist)	DDS			
p1318[0]	Modo Uff Tiempo aceleración/deceleración	10,000	s	DDS	0	999.999
p1319[0]	Control por Uff Tensión a frecuencia cero	0,0	Vef	DDS	0	50

**Ilustración 13** Configuración dentro de la Vista de parámetros.

### Paso 13

Luego, se dirige a Vista de funciones >> Parametrización básica >> Lógica de habilitación y procede a seleccionar las señales para la alimentación de servicio, orden de conexión y consigna de velocidad. Como las señales vienen de la caja de control de operador, se usa la siguiente tabla.



**Ilustración 14** Submenú de Lógica de habilitación dentro de la Vista de funciones.



DI	DIRECCION	NOMBRE
0	r722.0	Alimentación de Servicio 1
1	r722.1	Alimentación de Servicio 2
2	r722.2	Alimentación de Servicio 3
3	r722.3	Contactador
4	r722.16	Orden de Conexion 1
5	r722.17	Orden de Conexion 2
6	r722.4	Orden de Conexion 3
AI	DIRECCION	NOMBRE
0	r4055[0]	Consigna de Velocidad motor 1
0	r4055[0]	Consigna de Velocidad motor 2
1	r4055[1]	Consigna de Velocidad motor 3

**Ilustración 15** Designación de señales de la caja de control de operador.

## Paso 14

Ahora se procede a configurar las señales para las habilitaciones del primer eje de accionamiento según la tabla descrita previamente. Dar clic en “alimentación de servicio”, luego en “Seleccionar fuente de señal”, elegir “Regulación de accionamiento” y se coloca el parámetro “r722.0”. Luego dar clic en Aceptar.

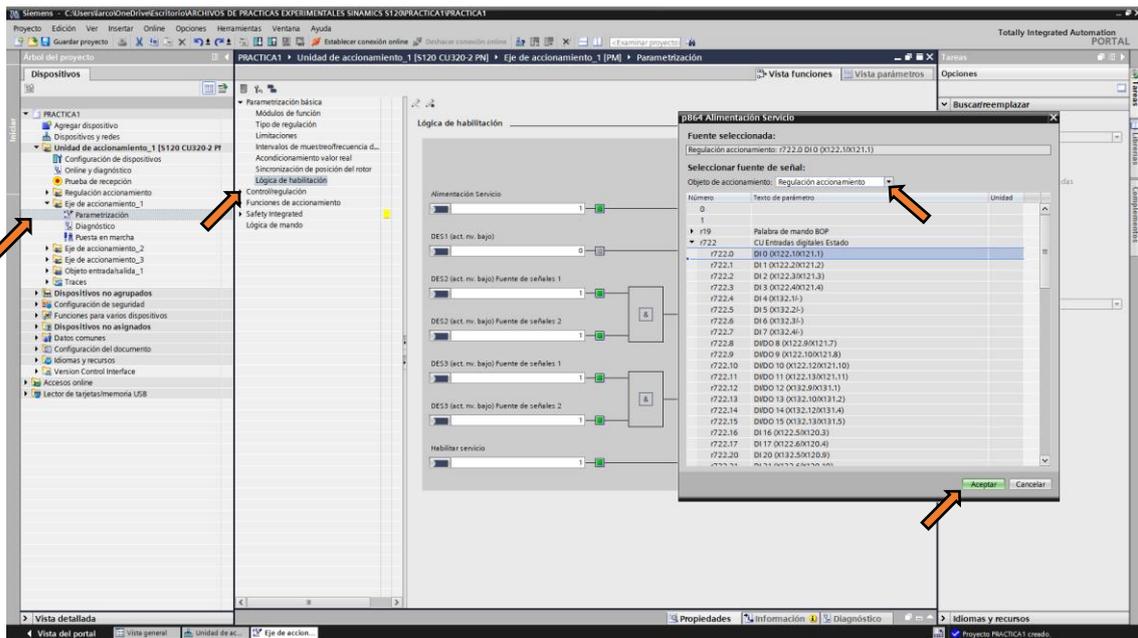


Ilustración 16 Configuración de la señal de la alimentación de servicio del eje 1.

## Paso 15

Ahora dar clic en “DES1”, luego en “Seleccionar fuente de señal”, elegir “Regulación de accionamiento” y colocar el parámetro “r722.16”. Luego dar clic en “Aceptar”.

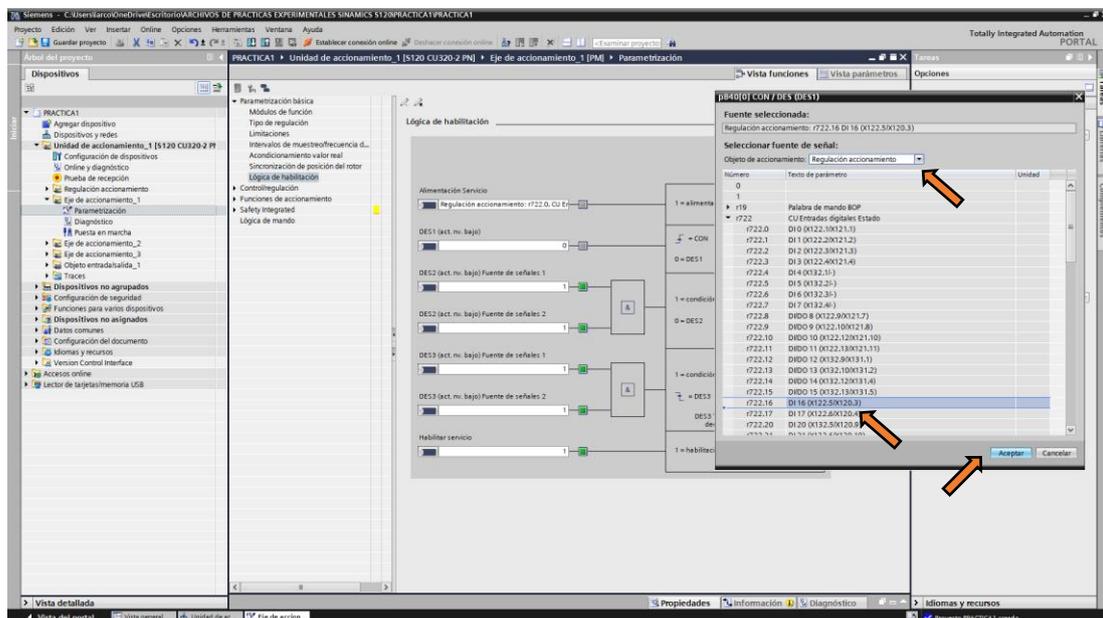


Ilustración 17 Configuración de la señal para la orden de conexión del eje 1.

## Paso 16

Ahora dirigirse a “Control/regulación”, en “Suma de valores de consigna”, dar clic en “Consigna de velocidad de giro 2”, luego en “Seleccionar fuente de señal”, elegir “Objeto entrada/salida\_1” y se coloca el parámetro “r4055[0]”. Luego dar clic en “Aceptar”. Con esto se especifica la señal en porcentaje que determina la velocidad de la consigna del eje del motor.

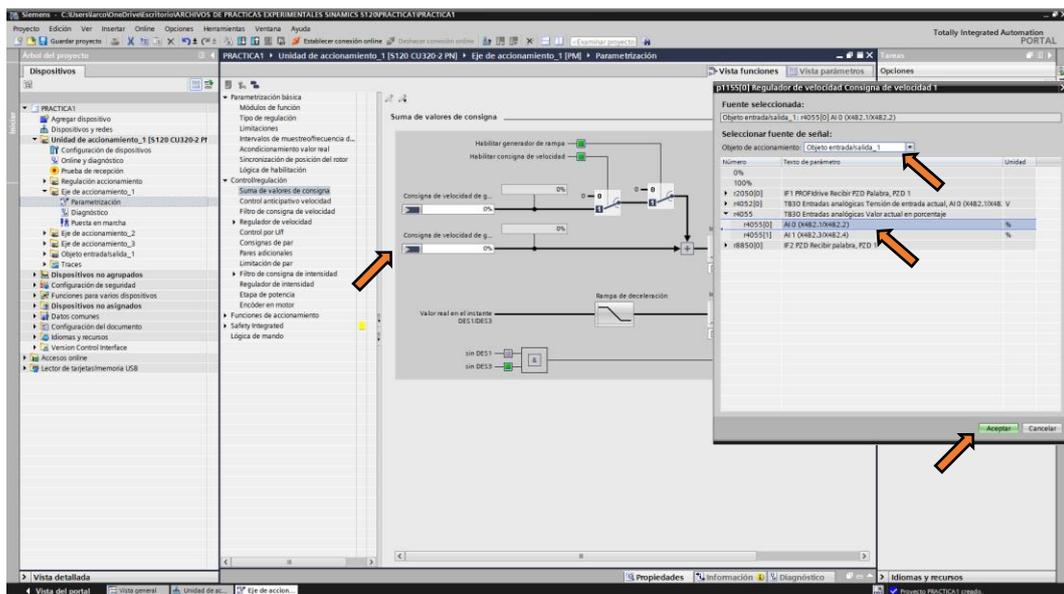
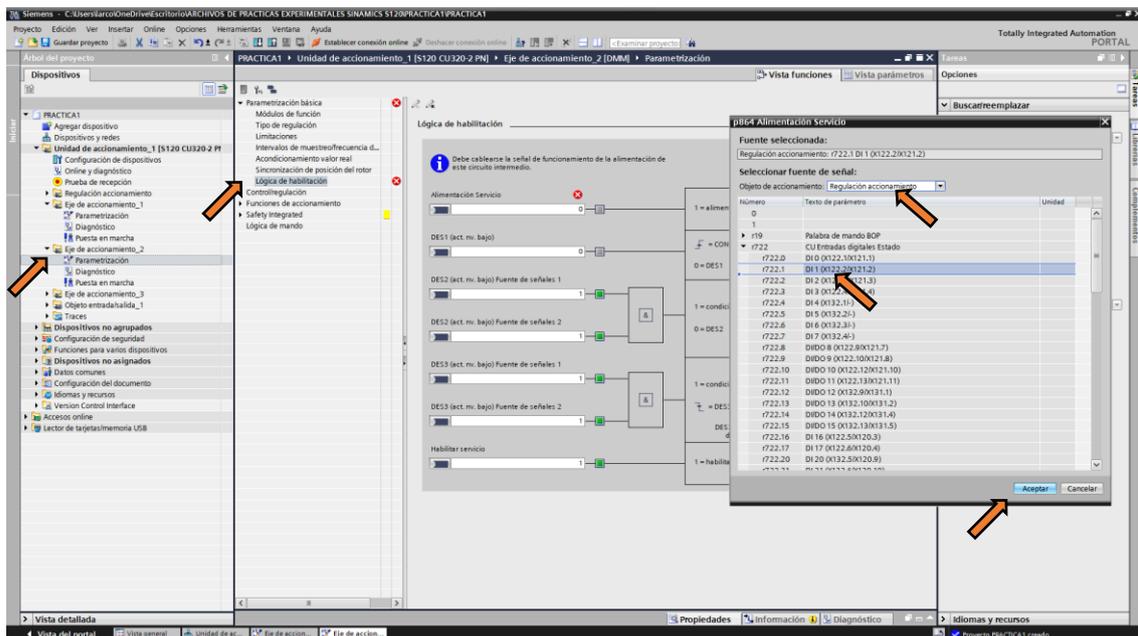


Ilustración 18 Configuración de la señal para la consigna de velocidad del eje 1.

## Paso 17

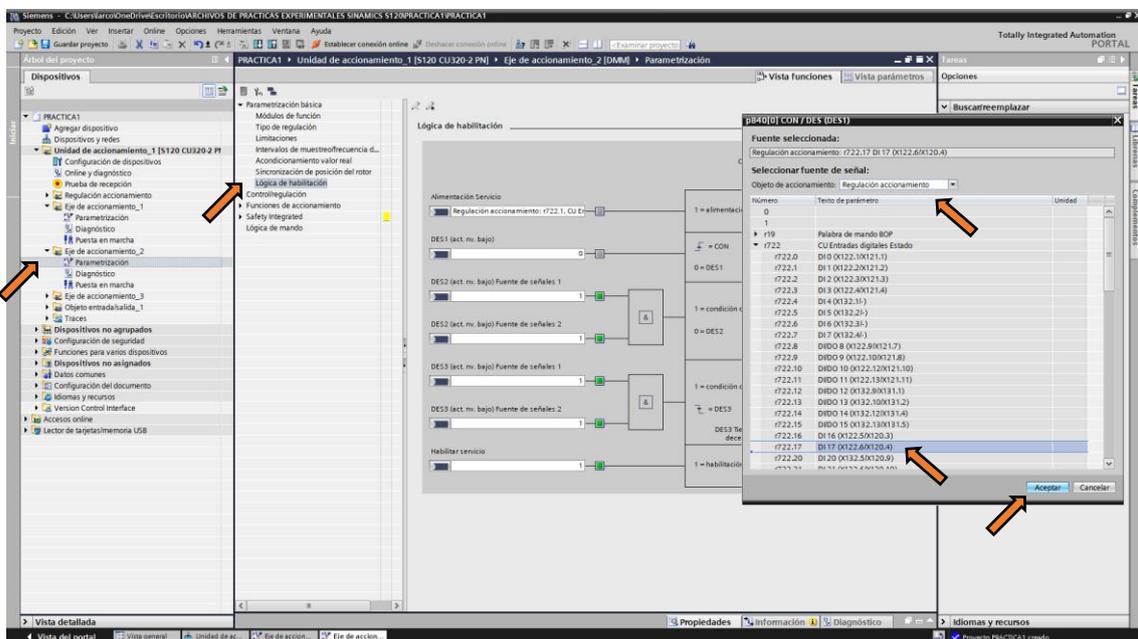
Ahora se procede a configurar las señales para las habilitaciones del segundo eje de accionamiento. Dar clic en “alimentación de servicio”, luego en “Seleccionar fuente de señal”, elegir “Regulación de accionamiento” y se coloca el parámetro “r722.1”. Luego dar clic en “Aceptar”.



**Ilustración 19 Configuración de la señal de la alimentación de servicio del eje 2.**

## Paso 18

Ahora dar clic en “DES1”, luego en “Seleccionar fuente de señal”, elegir “Regulación de accionamiento” y se coloca el parámetro “r722.17”. Luego dar clic en “Aceptar”.

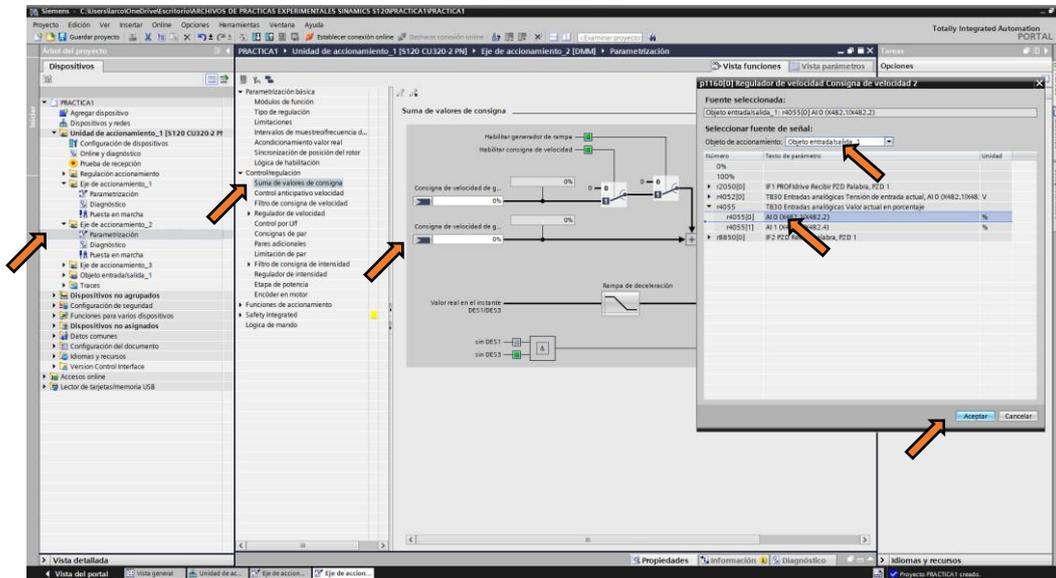


**Ilustración 20 Configuración de la señal para la orden de conexión del eje 2.**

## Paso 19

Ahora dirigirse a “Control/regulación”, en “Suma de valores de consigna”, dar clic en “Consigna de velocidad de giro 2”, luego en “Seleccionar fuente de señal”, elegir “Objeto

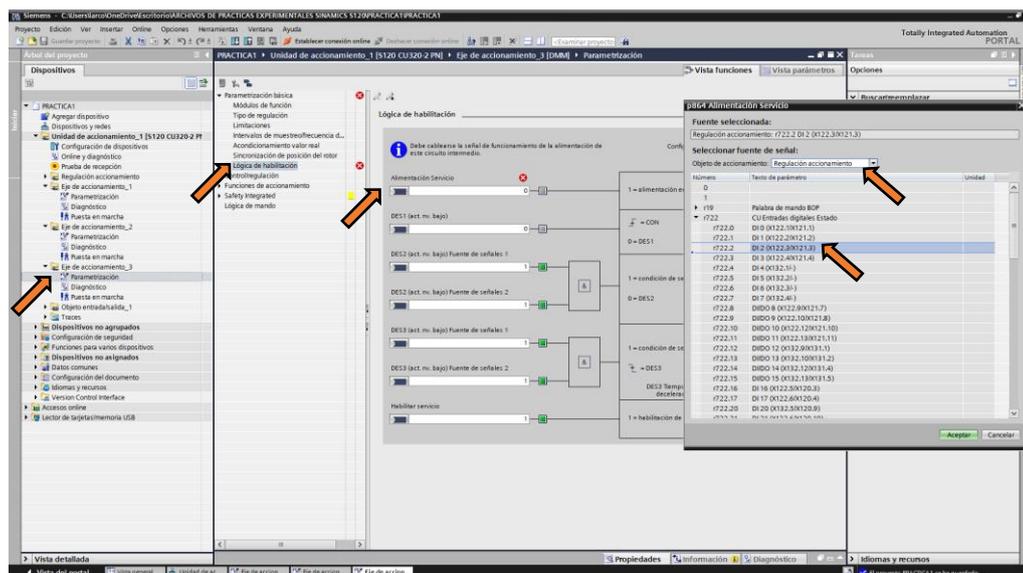
entrada/salida\_1” y se coloca el parámetro “r4055[0]”. Luego dar clic en “Aceptar”. Con esto se especifica la señal en porcentaje que determina la velocidad del eje del motor.



**Ilustración 21 Configuración de la señal para la consigna de velocidad del eje 2.**

## Paso 20

Ahora se procede a configurar las señales para las habilitaciones del segundo eje de accionamiento. Dar clic en “alimentación de servicio”, luego en “Seleccionar fuente de señal”, elegir “Regulación de accionamiento” y se coloca el parámetro “r722.2”. Luego dar clic en “Aceptar”.



**Ilustración 22 Configuración de la señal de la alimentación de servicio del eje 3.**

## Paso 21

Ahora dar clic en “DES1”, luego en “Seleccionar fuente de señal”, elegir “Regulación de accionamiento” y se coloca el parámetro “r722.4”. Luego dar clic en Aceptar.

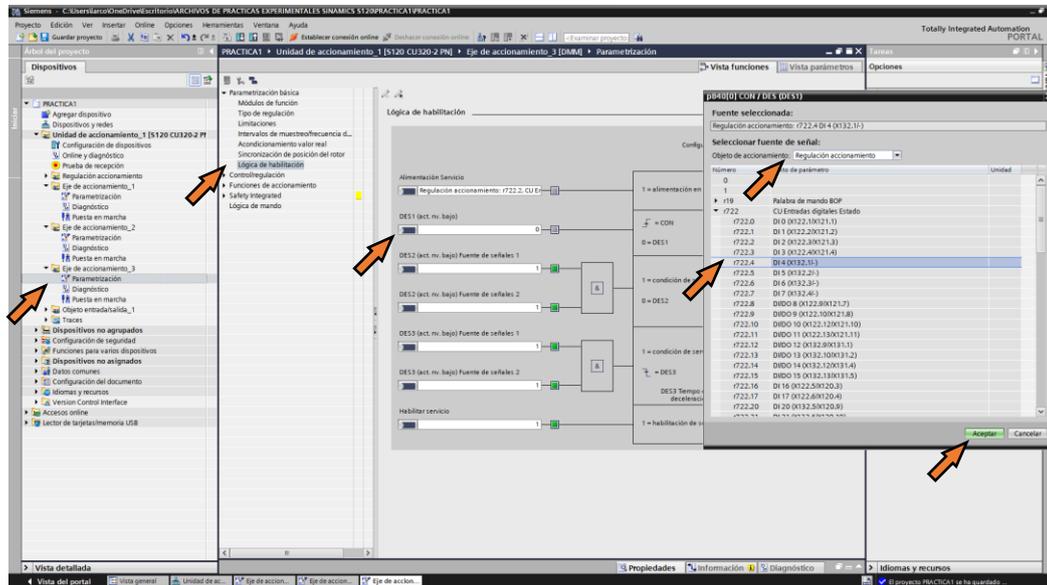


Ilustración 23 Configuración de la señal para la orden de conexión del eje 3.

## Paso 22

Ahora dirigirse a “Control/regulación”, en “Suma de valores de consigna”, dar clic en “Consigna de velocidad de giro 2”, luego en “Seleccionar fuente de señal”, elegir “Objeto entrada/salida\_1” y se coloca el parámetro “r4055[1]”. Luego dar clic en Aceptar. Con esto se especifica la señal en porcentaje que determina la velocidad del eje del motor.

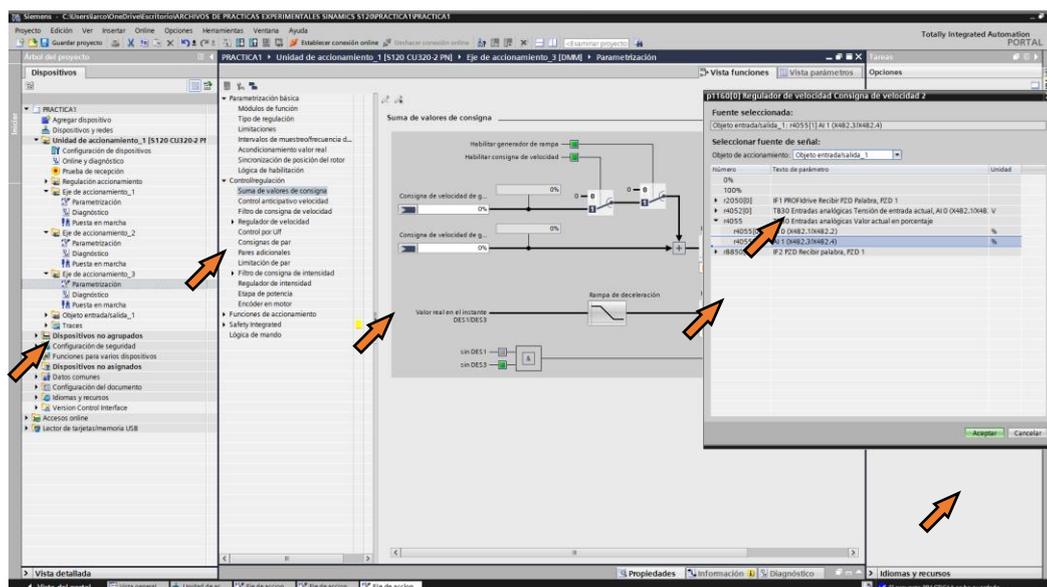
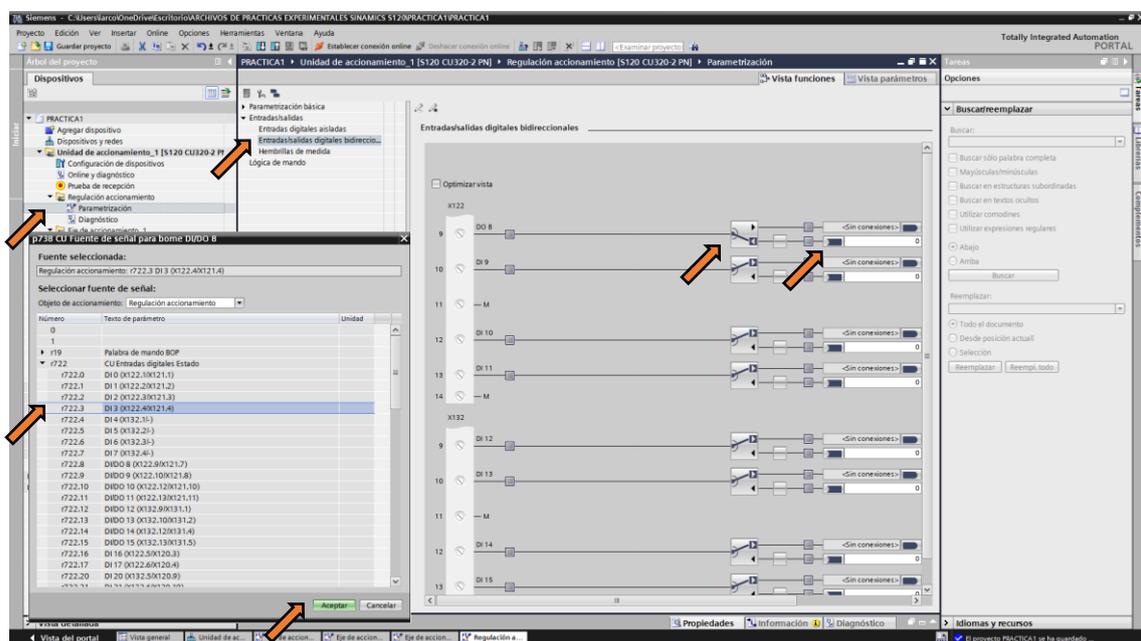


Ilustración 24 Configuración de la señal para la consigna de velocidad del eje 3.

## Paso 23

Con todos ejes de accionamiento configurados se puede establecer la señal de activación del contactor y tener voltaje en la barra DC con el “Smart Line Module” para que pueda ser usado por el “Double Motor Module”. Se dirige a “regulación de accionamiento”, luego en “Entradas/salidas”, en el recuadro donde indica la flecha de color amarillo, dar clic. Se abre una ventana, en “Seleccionar fuente de señal”, elegir “Regulación de accionamiento” y seleccionar el parámetro r722.3, finalmente dar clic en “Aceptar”.



**Ilustración 25 Configuración de la señal para la activación del contactor.**

## Paso 24

Al terminar todas las parametrizaciones, se debe colocar en el árbol del proyecto en la sección de “Regulación de accionamientos” para luego dar clic en “Cargar dispositivo”. El programa procederá a asignar una dirección IP adicional, luego de haberse asignado la dirección IP adicional, se debe buscar el dispositivo seleccionando en “iniciar búsqueda” y luego en “Cargar”.

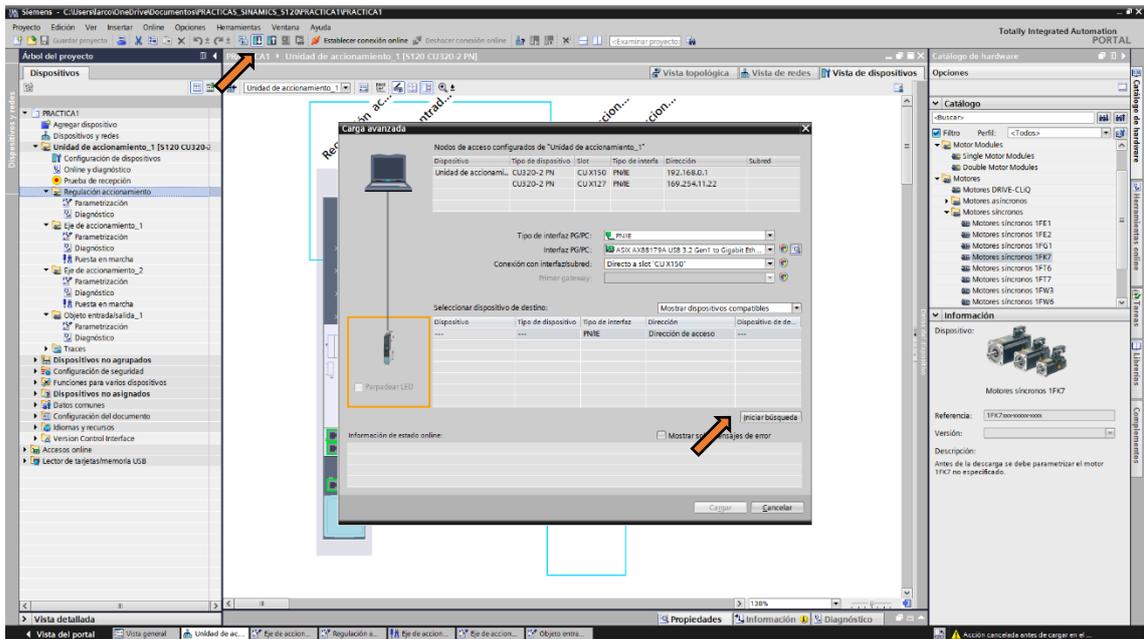


Ilustración 26 Descarga en el dispositivo conectado.

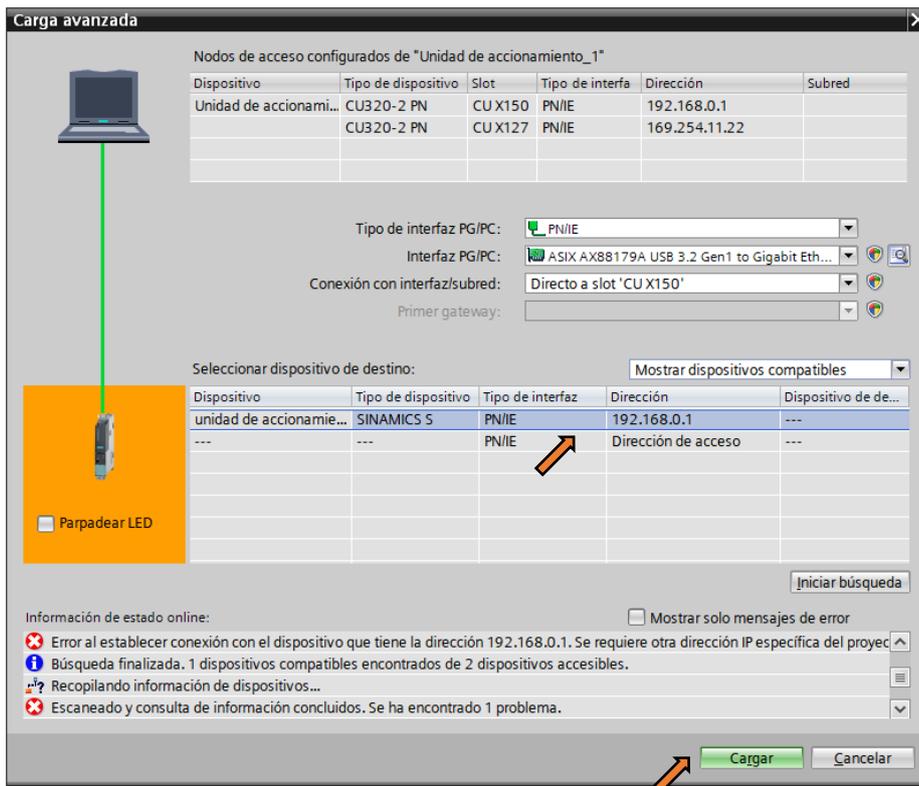
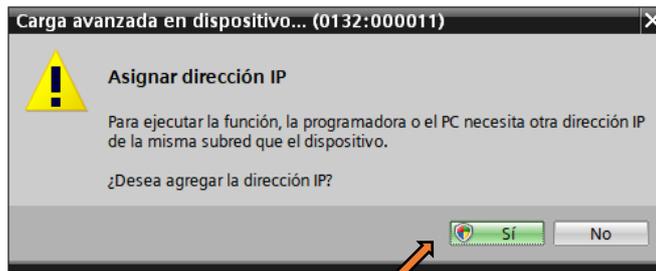
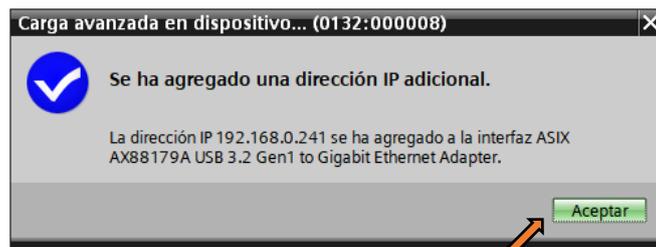


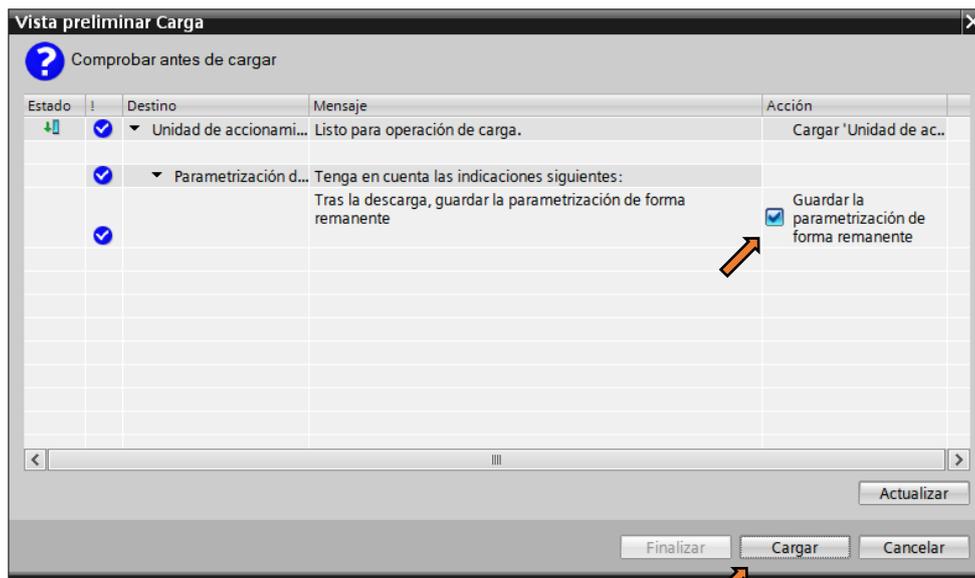
Ilustración 27 Carga Avanzada.



**Ilustración 28 Cambio de dirección IP del PC**



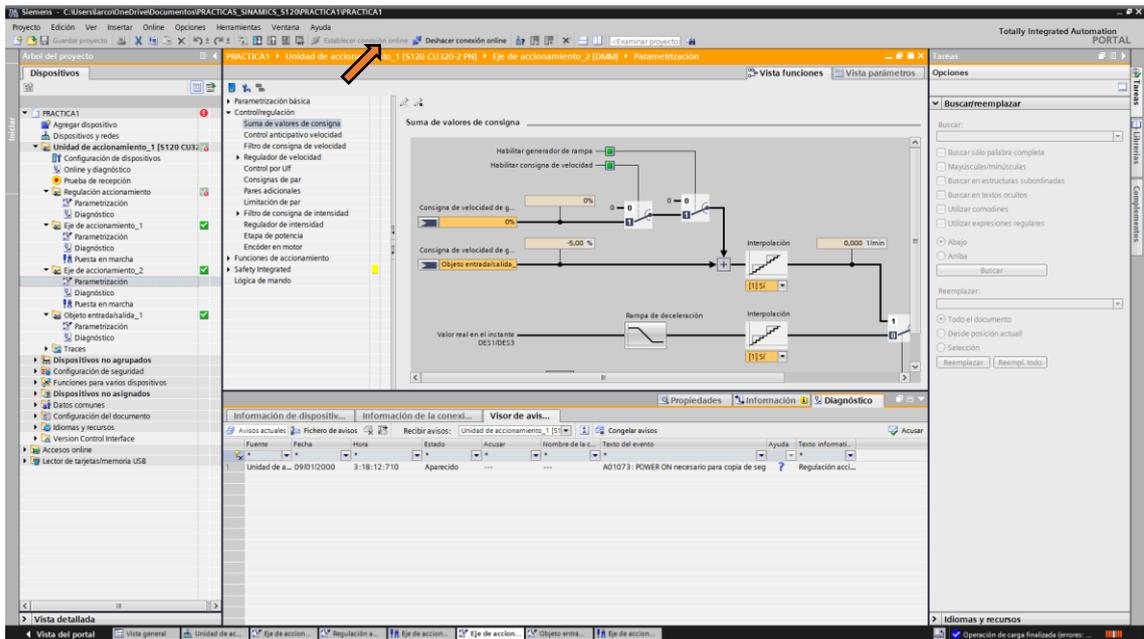
**Ilustración 29 dirección IP configurada para compatibilidad con la unidad de accionamientos**



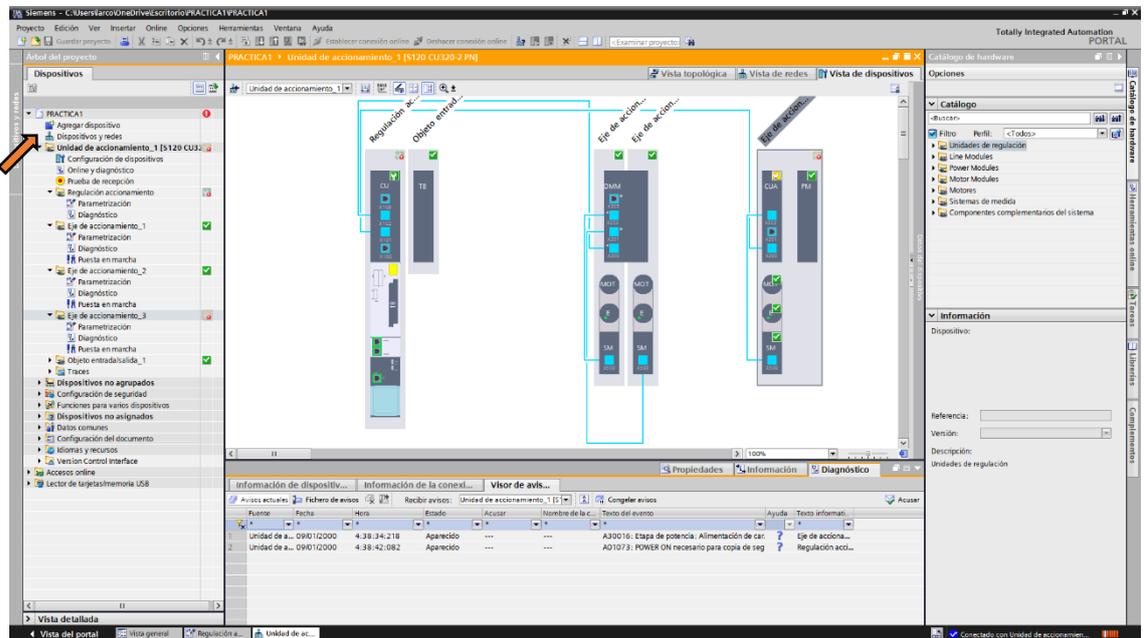
**Ilustración 30 Carga a la unidad de accionamientos y guardado en memoria**

## Paso 25

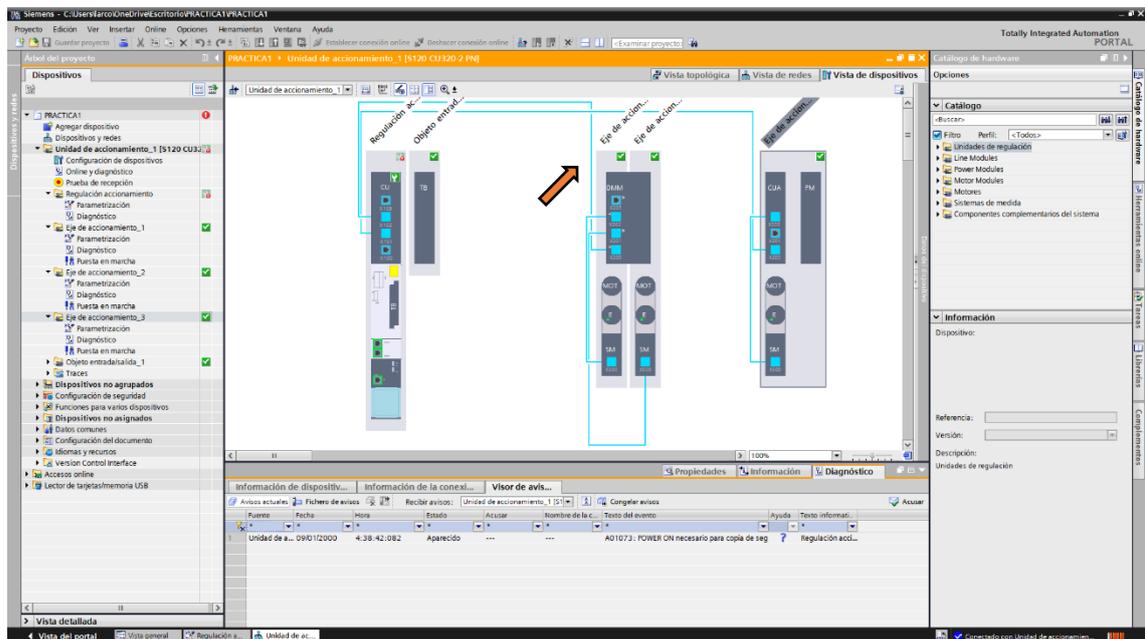
Después de un tiempo, el programa estará cargado en la unidad de control, se procede a “Finalizar” para luego activar el “Modo Online” si fuese necesario el monitoreo de las señales de habilitación.



**Ilustración 31 Establecimiento de conexión online**



**Ilustración 32 Establecimiento de conexión online**



**Ilustración 33 Alimentación del primer eje activado.**

## Paso 26

Para el funcionamiento, utilizar el “Control del operador” y accionar los interruptores de las entradas digitales en el siguiente orden; DI3, para el contactor, DI0, DI1 y DI2 para la alimentación de los servos motores, DI4, DI5 y DI6 para la activación de los ejes. Para variar la velocidad se debe usar los potenciómetros que están asignados a las entradas analógicas AI0 para el primer y segundo eje, AI1 para el tercer eje. Varíe los potenciómetros y observe las velocidades de los servomotores, así como el sentido de giro.

## Práctica Experimental #2

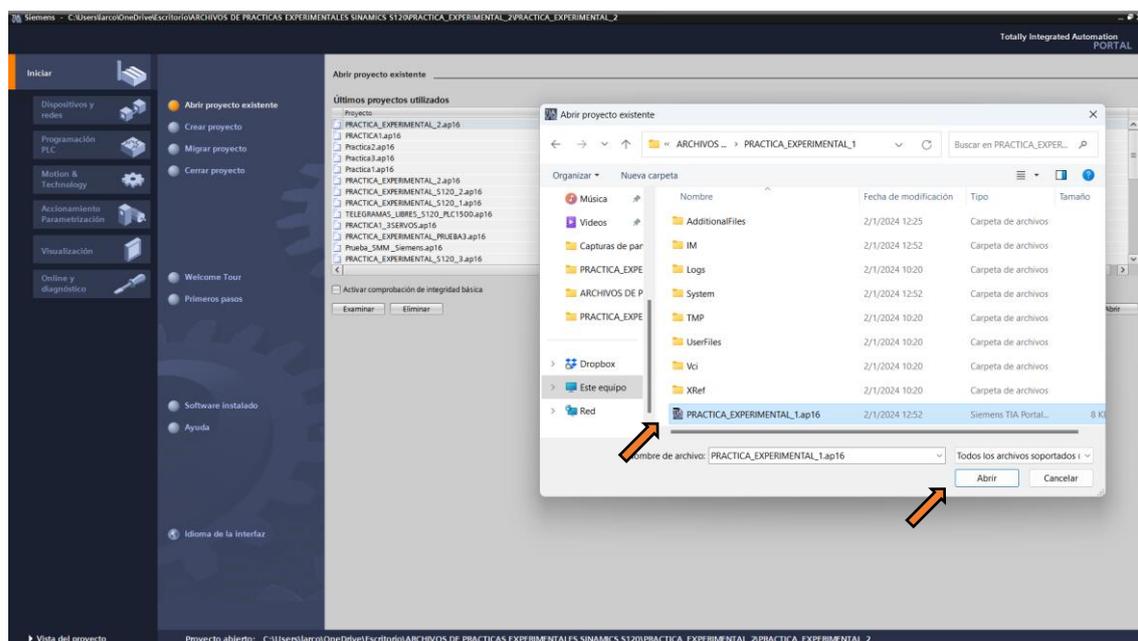
**Título:** Comunicación con PLC 1500 y puesta en marcha con telegramas libres.

Al final esta práctica usted debe poder:

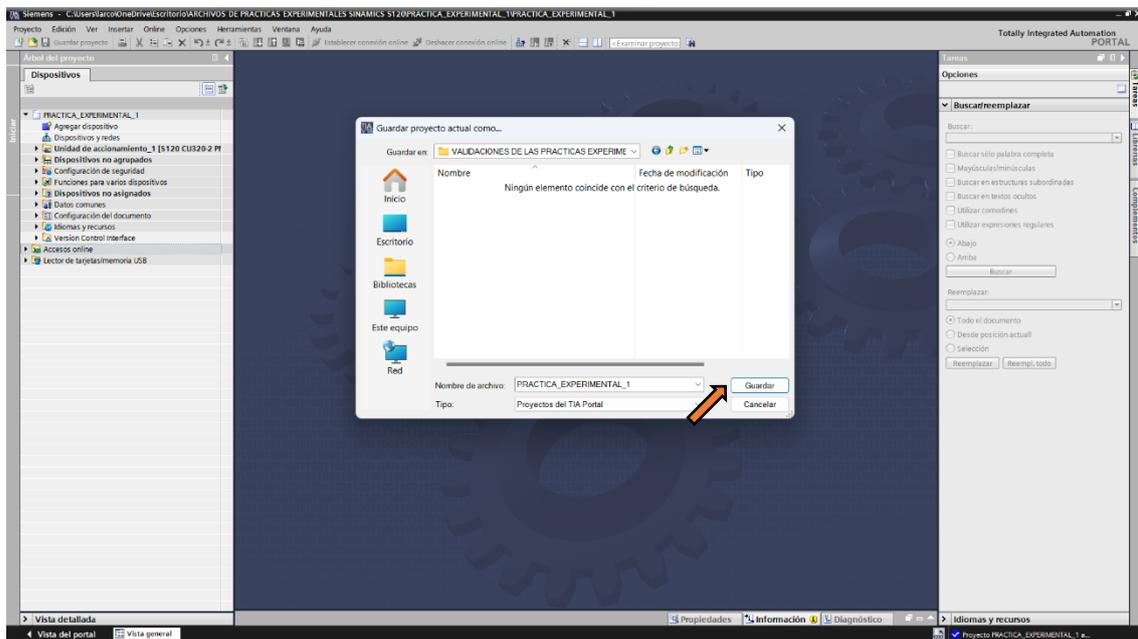
- Comunicar correctamente los equipos SINAMICS s120 con PLC 1500.
- Realizar puesta en marcha mediante telegramas libres.
- Elaborar rutinas para alimentación y activación de servos motores.

### Paso 1

Cargar el archivo de la “PRACTICA\_EXPERIMENTAL\_S120\_1” dando clic en “Examinar”, buscar el archivo en la ruta dada previo a esta práctica, una vez seleccionada, dar clic en “Open”. Luego se ingresa a la vista del proyecto y se procede a guardar el proyecto con el nombre: “PRACTICA\_EXPERIMENTAL\_S120\_2” en la ruta que usted crea conveniente o en la siguiente ruta: C:\Users\larco\OneDrive\Escritorio\VALIDACIONES DE LAS PRACTICAS EXPERIMENTALES SINAMICS S120.



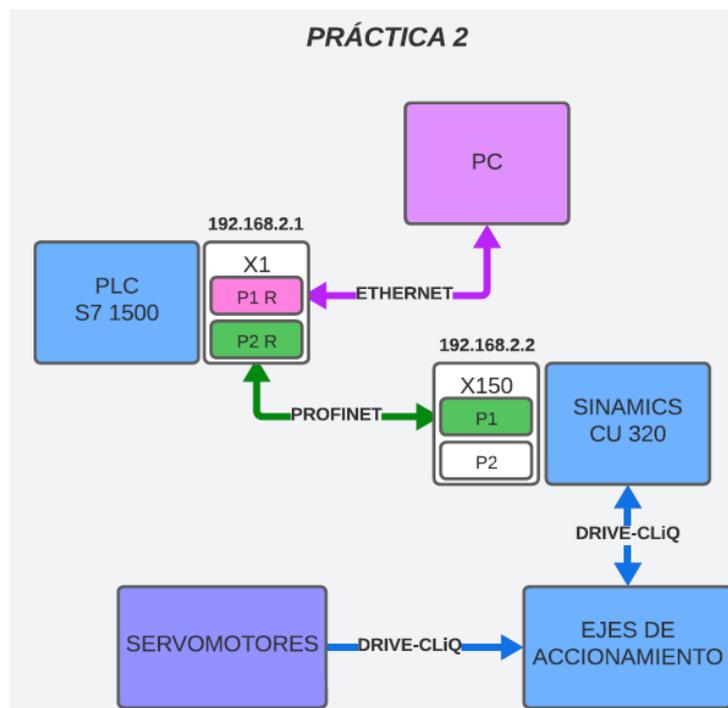
**Ilustración 5 Ubicación y carga de un proyecto en TIA PORTAL**



**Ilustración 2 Archivo de la práctica experimental 2 guardado.**

## Paso 2

Usando el mismo programa de la tutoría #1, se tienen las mismas conexiones entre los equipos SINAMICS S120. Se debe cambiar el cable ethernet desde la “Control Unit” hacia el “PLC S7-1500” y luego desde este PLC hacia la computadora.



**Ilustración 3 Vista de dispositivos y controlador agregado.**

### Paso 3

Para agregar el PLC S7-1500 se debe ir al árbol del proyecto y seleccionar la opción “Agregar dispositivo”, saldrá una ventana en donde se debe seleccionar “controlador”, luego se elige “SIMATIC S7-1500” para poder buscar más abajo la CPU que tiene el PLC en blanco “CPU no especificada” con su versión 2.0 correspondiente del equipo físico.

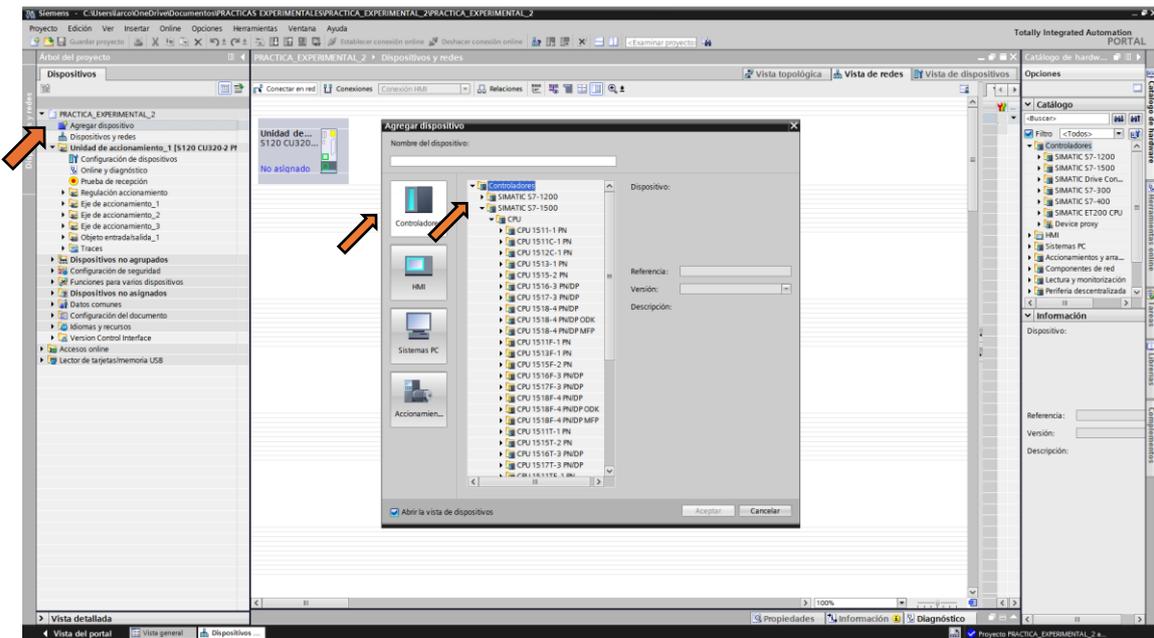


Ilustración 4 Vista de dispositivos y dispositivos por agregar.

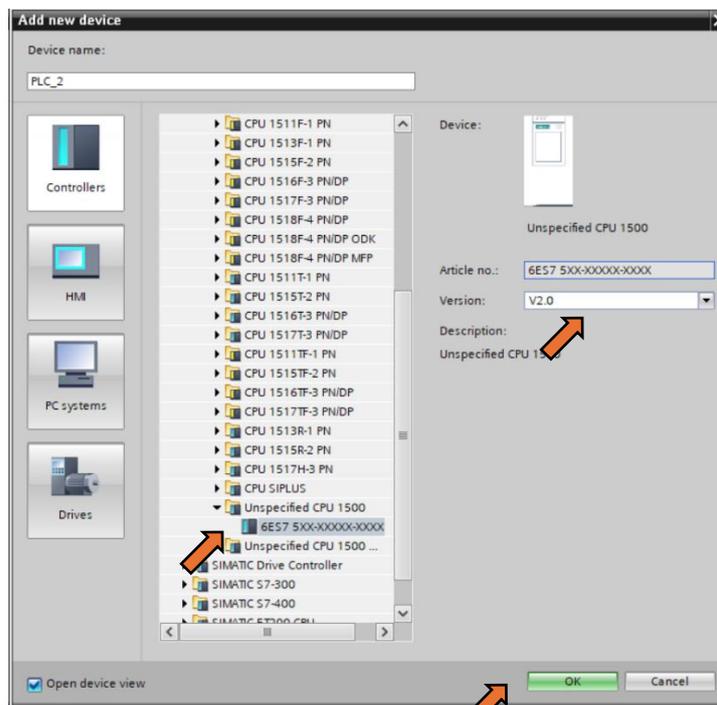


Ilustración 5 PLC no especificado por agregarse.

#### Paso 4

Una vez que hayamos seleccionado el PLC no especificado, se procede a dar clic en la opción “Determinar” para que así se pueda reconocer el PLC físico, que es la CPU 1516-3 PN/DP. Se mostrará una ventana llamada “detección de hardware” en la cual, luego de dar clic en “iniciar búsqueda”, se mostrará el dispositivo accesible, una vez que se lo encuentra, se debe seleccionar dicho dispositivo y finalmente dar clic en “detección”.

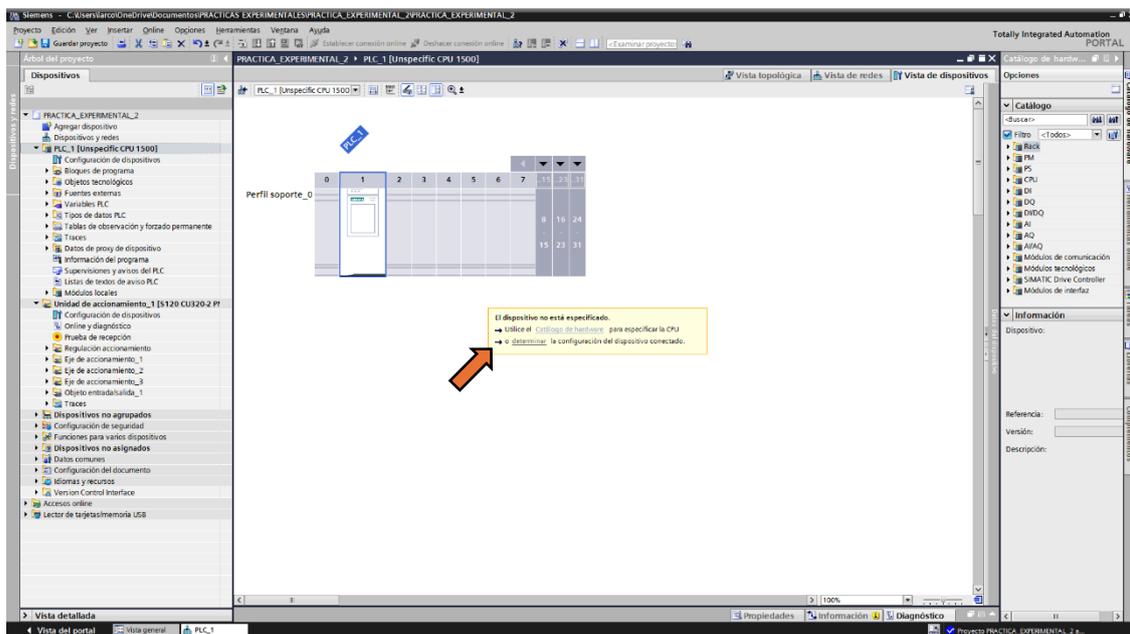


Ilustración 6 PLC antes de ser detectado.

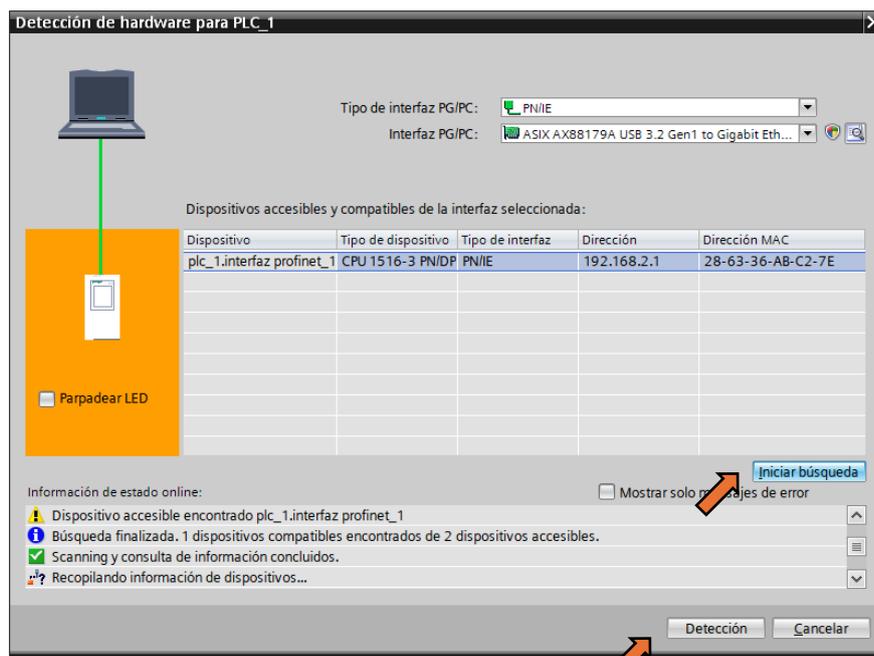
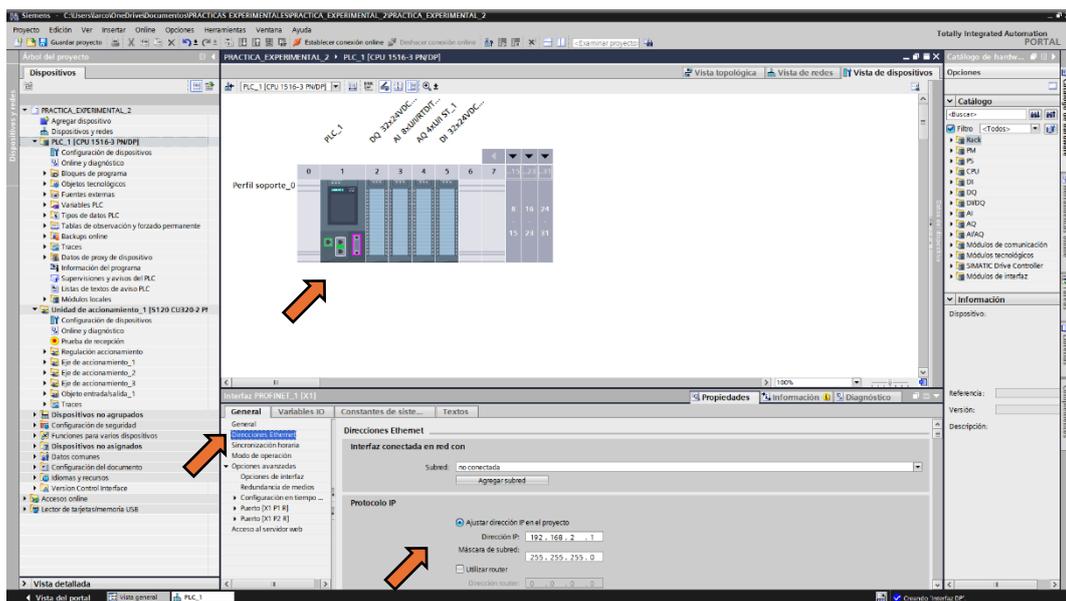


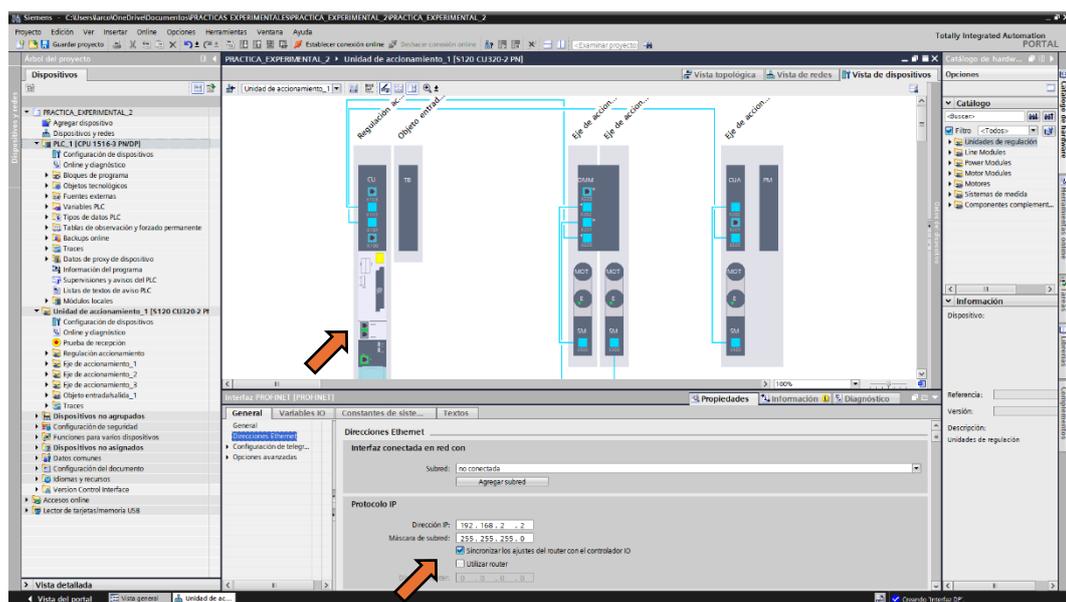
Ilustración 7 Detección de hardware para dispositivos.

## Paso 5

Después de la detección del dispositivo, aparecerá la CPU 1516-3 PN/DP en la vista de dispositivos con todos los módulos correspondientes a su instalación física. Se debe verificar que la dirección IP del PLC, para este se debe ir a la parte inferior en “Propiedades”, en la ventana “General” en “Direcciones Ethernet”, cuya dirección IP sea “192.168.2.1” ya que esta es la que le pertenece. Así mismo se debe verificar que la “Control Unit CU 320-2 PN” tenga la dirección IP “192.168.2.2”.



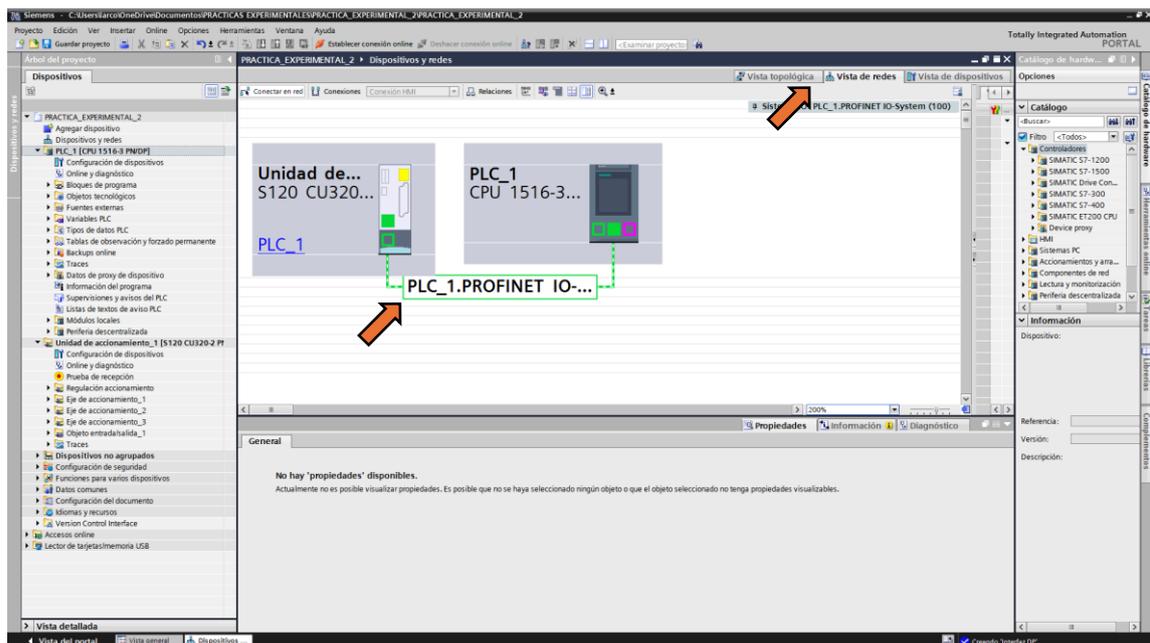
**Ilustración 8 Dirección IP de la CPU 1516-3 PN/DP.**



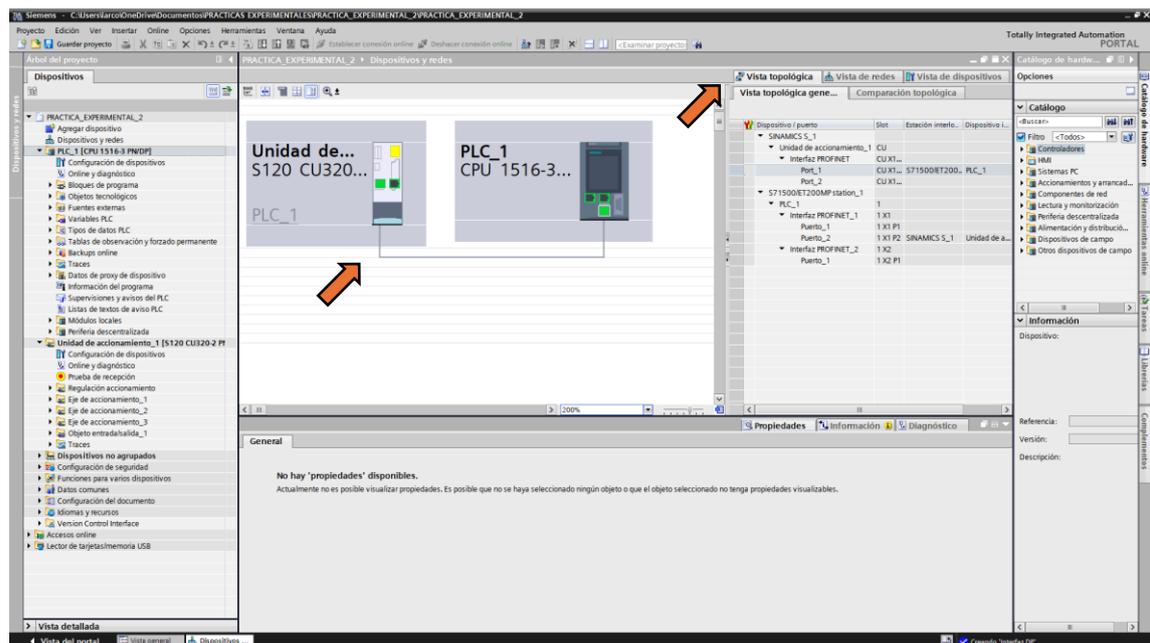
**Ilustración 9 Dirección IP de la CU 320-3 PN.**

## Paso 6

Ahora se procede a realizar las comunicaciones entre los equipos, para esto, se debe ir a la “Vista de Redes” y conectar, usando el cursor, la CU 320-3 PN con la CPU 1516-3 PN/DP. La conexión debe estar como se indica en la figura desde los puertos con forma cuadrada de color verde relleno. Así mismo en la “Vista topológica” también se debe realizar la conexión de los equipos en sus respectivos puertos.



**Ilustración 10 Vista de redes conexión PROFINET entre PLC y SINAMICS S120.**



**Ilustración 11 Vista topológica de la conexión PROFINET entre PLC y SINAMICS S120.**

## Paso 7

Una vez realizadas las conexiones PROFINET tanto en la “Vista de redes” como en la “Vista topológica”, se procede a ir a las “Propiedades” de la “Control Unit”, en la parte inferior en “General” se selecciona la opción “Configuración de telegrama” y aquí se debe modificar el parámetro Rango datos “partner” en la opción “Enviar” en “Regulación accionamiento – telegramas” al valor I246, luego se escoge no modificar variables en la ventana emergente y aceptar.

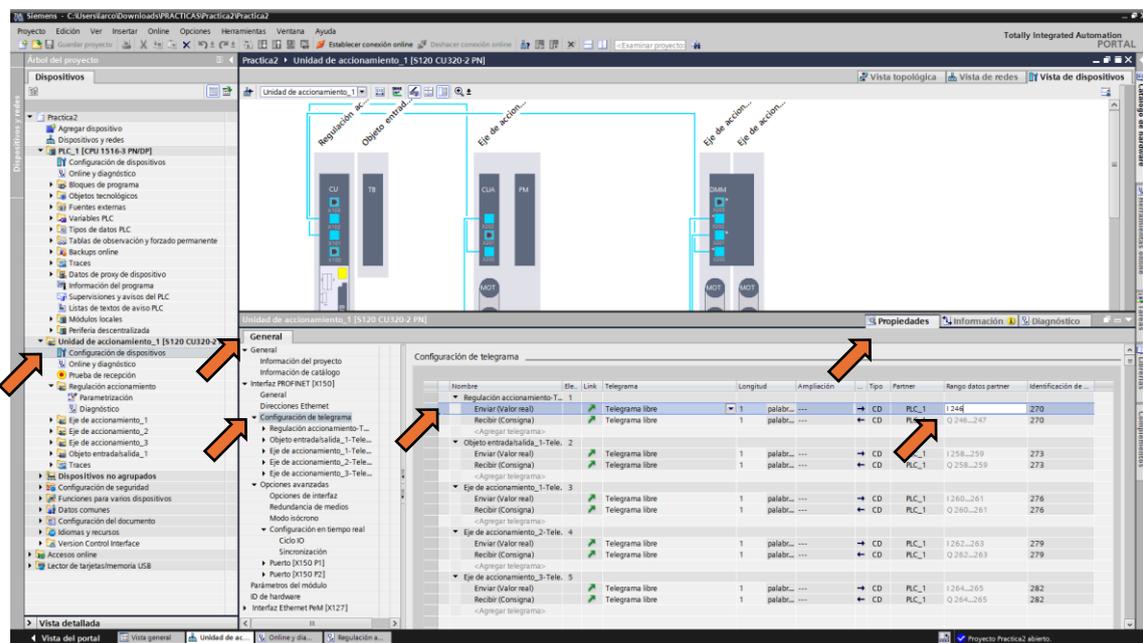


Ilustración 12 Configuración del telegrama libre para Regulación de accionamientos.

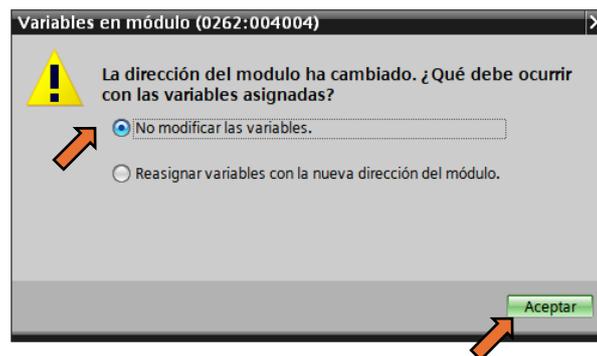


Ilustración 13 Ventana de variables en módulo.

## Paso 8

En la misma ventana dar clic en la flecha verde junto a “Recibir (Consigna)” para ir a la ventana “Sentido de recepción”, allí se debe dar clic en los dos espacios disponibles, en el primero seleccionar Regulación accionamiento >> p2051 >> PZD1 y en el segundo se seleccionan las señales que se parametrizaron con el control de operador en la anterior

práctica tales como: activación de contactor (K), alimentación de servicio para los 3 ejes (ALIM), CON/DES para los 3 ejes (ACTIV) y por último confirmar fallos (CONF). Se resume en la siguiente tabla.

### Conversión de Palabra del PLC S7 1500 a Palabra PZD 1 de CU-320

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
								0	1	1	1	1	1	1	1
								CONF	3	2	1	3	2	1	K
									ACTIV			ALIM			
01111111								BINARIO		7F			HEX		

Ilustración 14 Asignación de Bits de PZD1

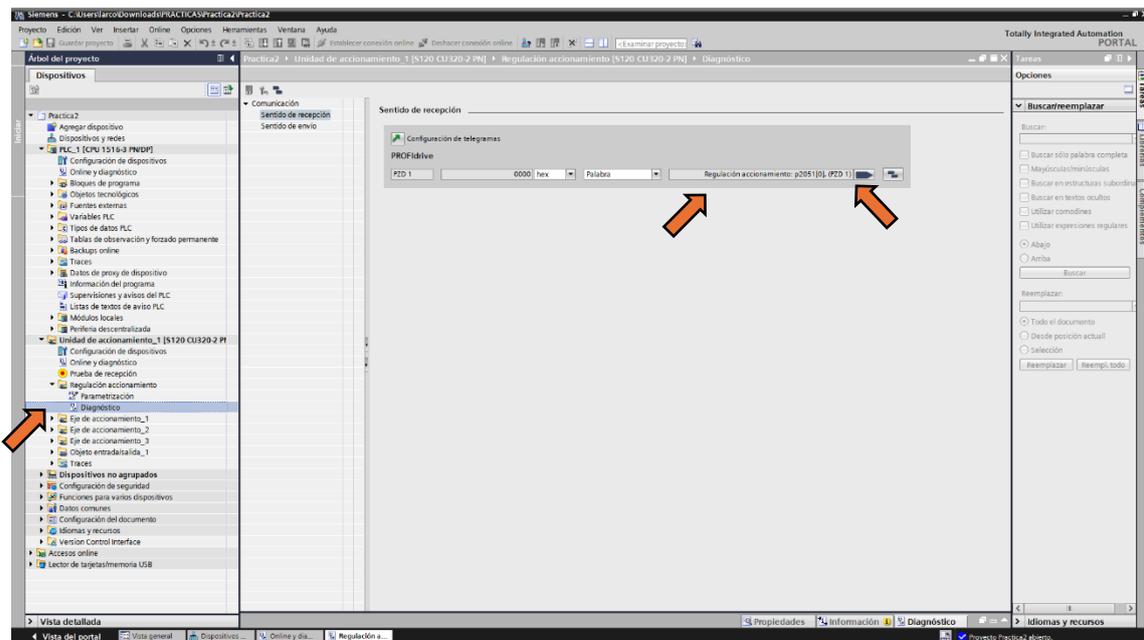
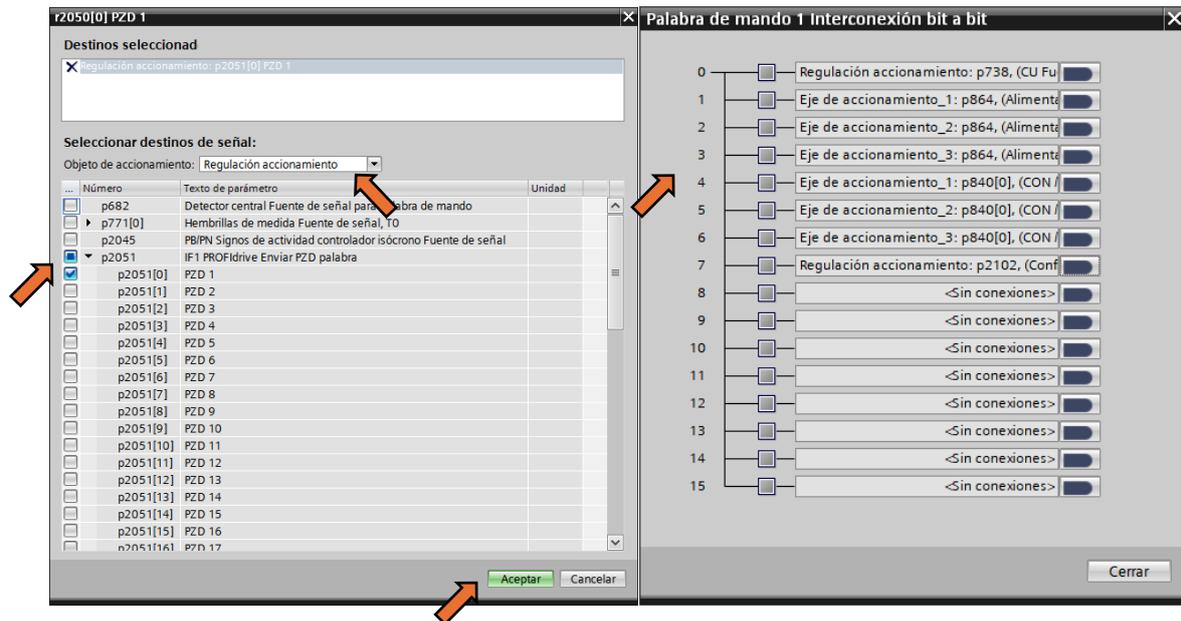


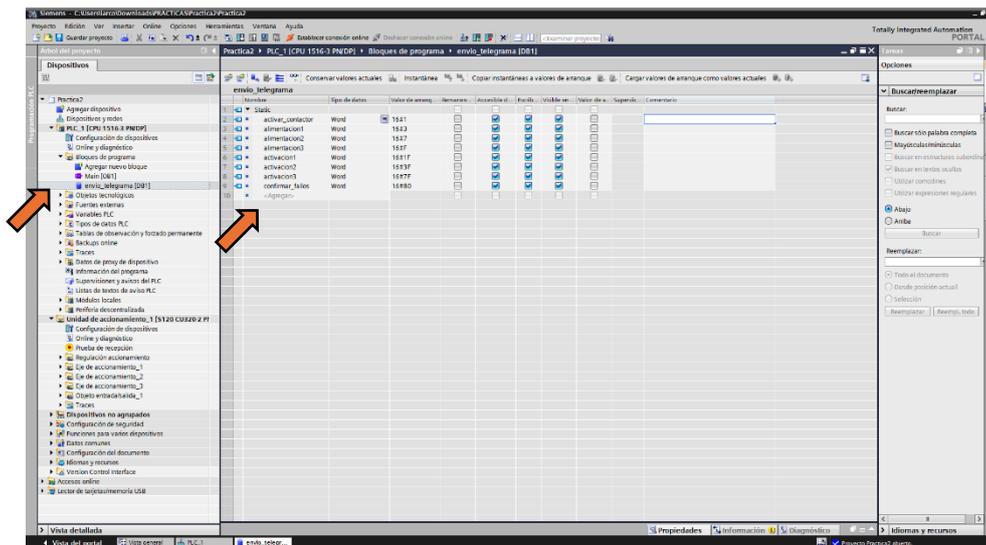
Ilustración 15 Ventana de sentido de recepción.



**Ilustración 16** Ventana de selección de destino y de interconexión bit a bit.

## Paso 9

Ahora se debe dirigir al PLC dentro del árbol de proyectos para agregar un nuevo de bloque, este será un bloque de datos llamado “envio\_telegrama” que va a contener las siguientes variables de tipo palabra con nombre y valor de arranque como se imagen.



**Ilustración 17** Vista de ventana de bloque de datos “envio\_telegrama”.

## Paso 10

Se agrega un nuevo bloque, una función con nombre “rutina” donde se configura como entrada “iniciar” de tipo “Bool” y como salida “palabra” de tipo “Word”. Ahora se realiza la programación en LADDER con bloques “TON” y “MOVE” de la rutina de activación y movimiento de los 3 ejes como se muestra.

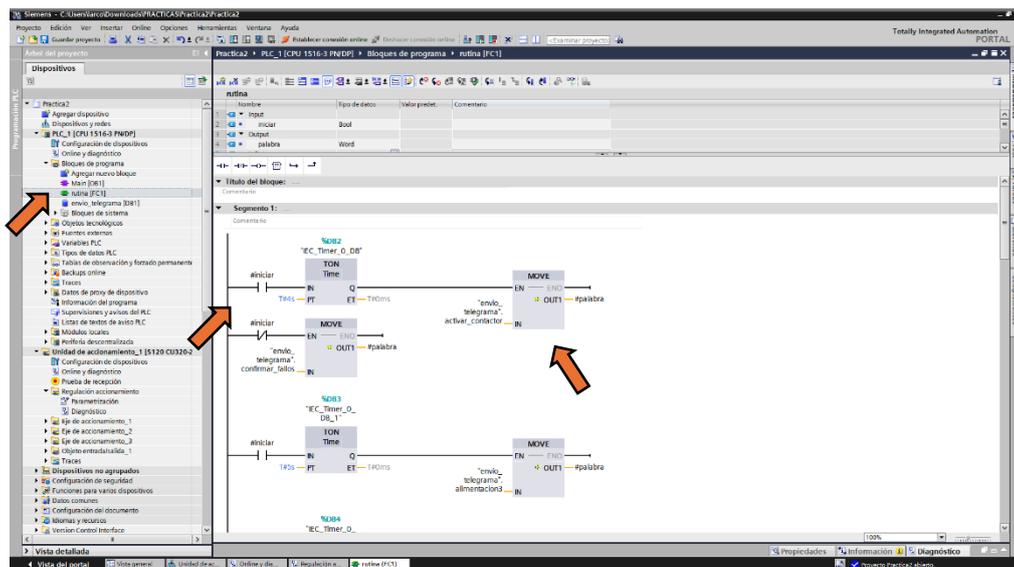


Ilustración 18 Vista de ventana de la función rutina.

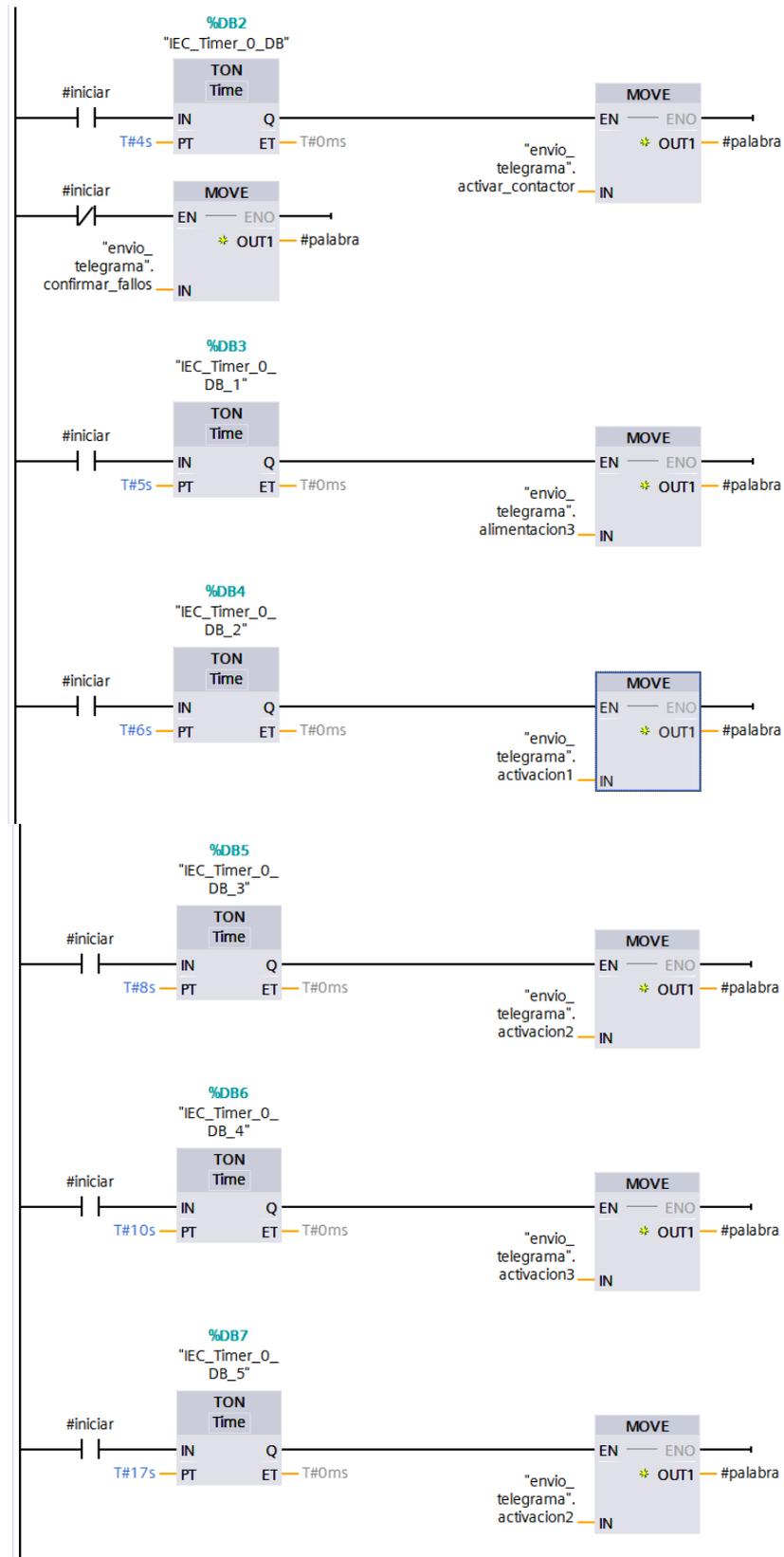
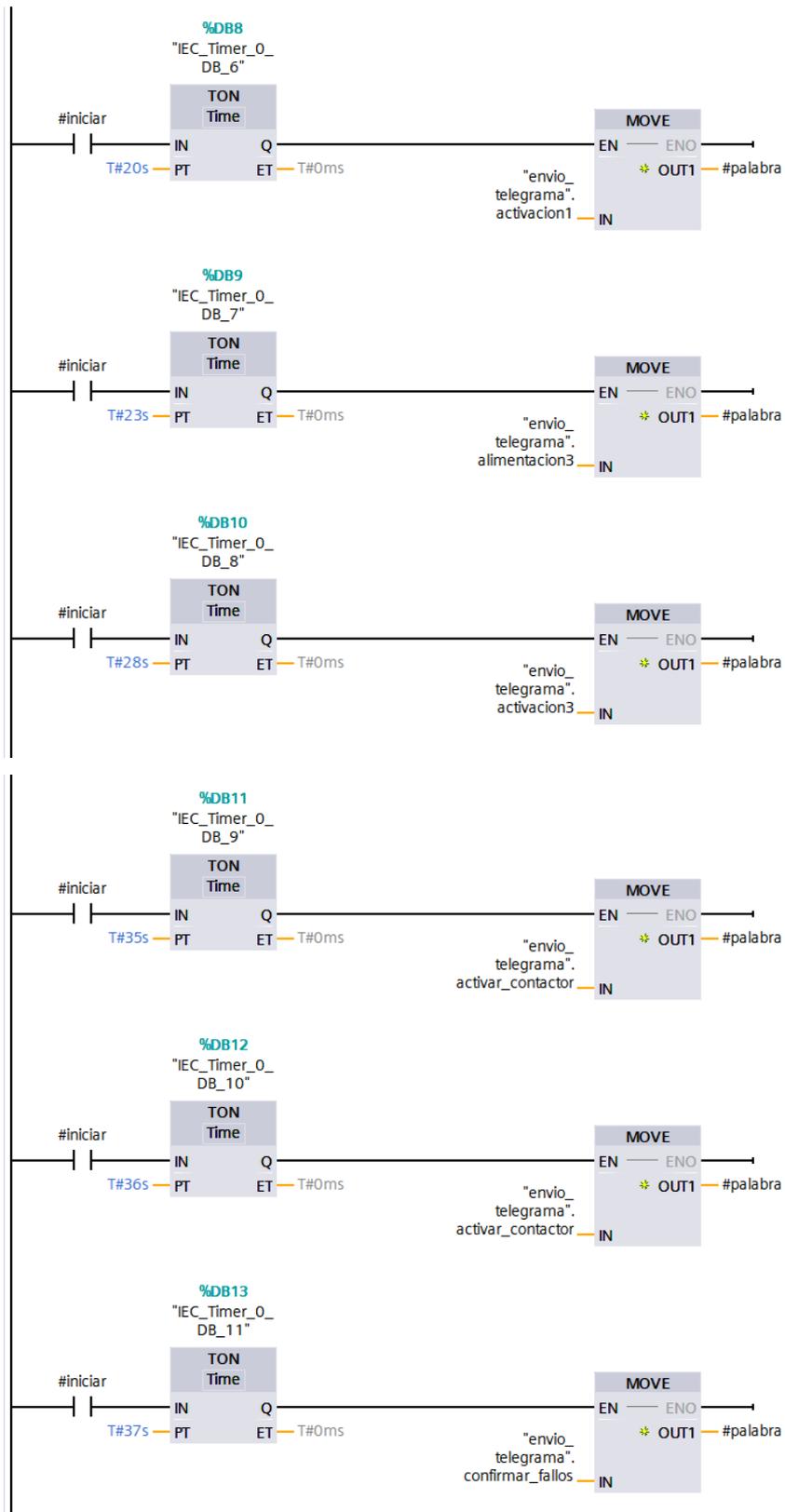


Ilustración 19 Vista del bloque función “rutina”.



**Ilustración 20 Vista del bloque función "rutina".**

## Paso 11

Abrir el bloque “Main [OB1]” y arrastrar la función “rutina” al primer segmento, colocar un contactor con marca %M0.1 con nombre “RUN” y salida de palabra %QW246 con nombre “TELEGRAMA SALIDA”.

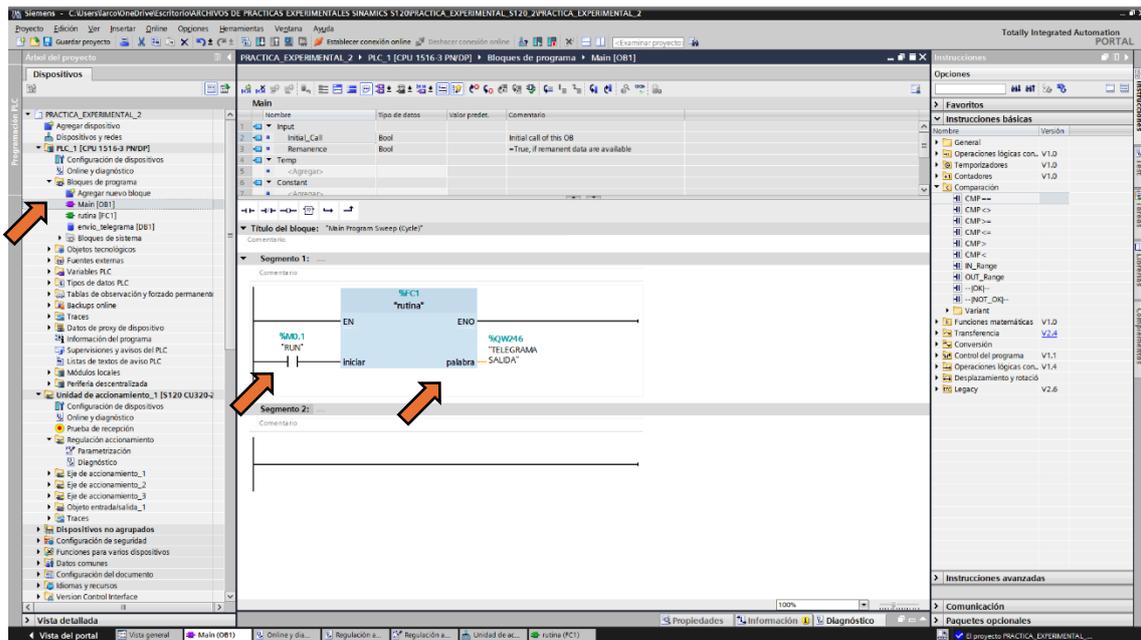
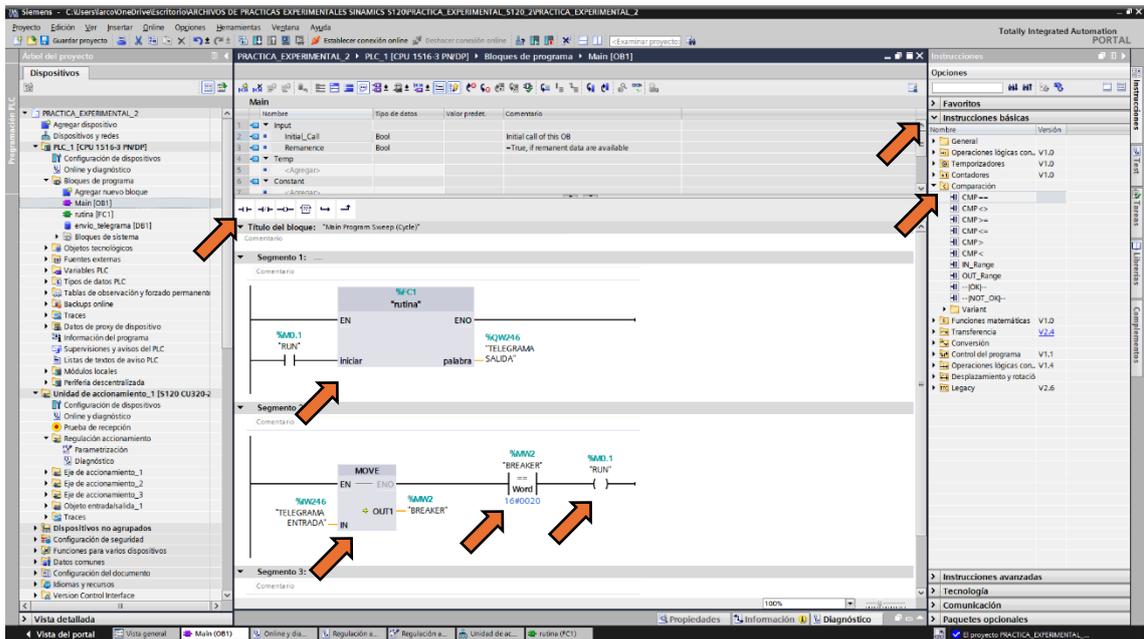


Ilustración 21 Vista de ventana de bloque “Main”.

## Paso 12

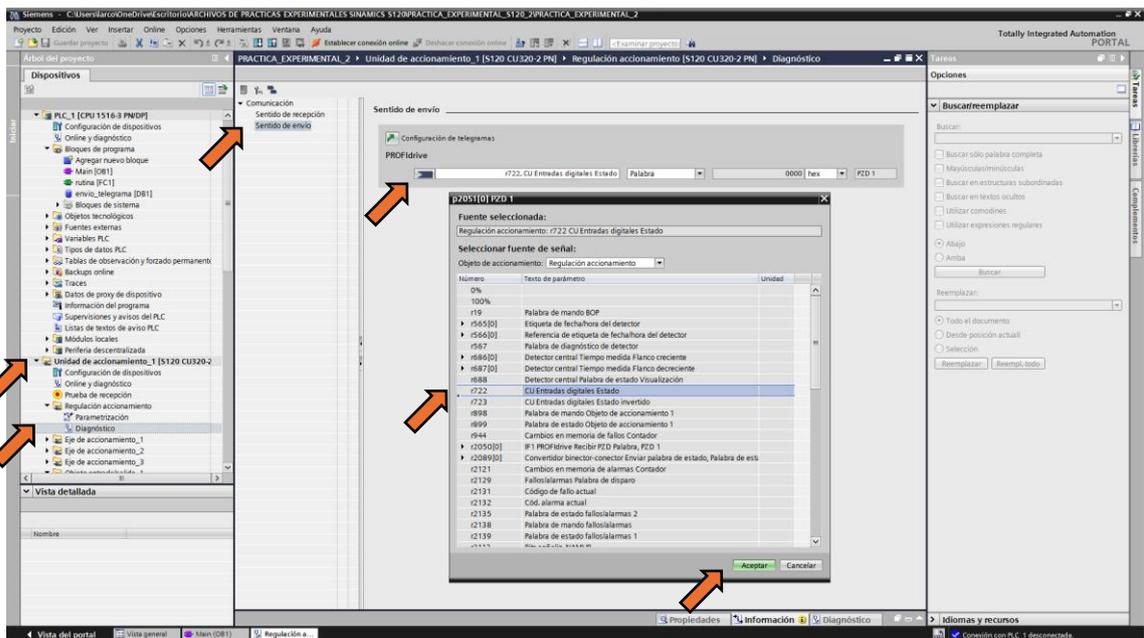
En el segmento 2 se debe añadir un bloque “Move” con la variable “%IW36” en su entrada con nombre “TELEGRAMA ENTRADA”, y la variable “MW2” en la salida con nombre “BREAKER”. Para cambiar el nombre de una variable, se debe dar clic derecho encima de la variable y seleccionar la opción “Cambiar nombre de variable”. Después del bloque “Move” ir a la parte derecha del programa, en “Instrucciones” desplegar la pestaña “Instrucciones básicas”, agregar un bloque de comparación “CMP ==”, dar doble clic en este bloque y seleccionar el tipo “Word”. En la parte de arriba de esta comparación colocar la variable “MW2” con nombre “BREAKER”, en la parte debajo de la comparación colocar “16#0020”. Finalmente agregar una bobina con variable “M0.1” cuyo nombre saldrá “RUN”, que activará la rutina de movimiento de los ejes.



**Ilustración 22 Vista de ventana de bloque “Main”.**

### Paso 13

Ahora dirigirse a la “Unidad de accionamientos”, “Regulación de accionamientos”, dar clic en “Diagnóstico”. En la sección de “Comunicación” dar clic en “Sentido de envío”, colocar el parámetro “r722” y dar clic en “Aceptar”.



**Ilustración 23 Vista de ventana de “Sentido de envío”.**

## Paso 14

Se debe seleccionar la “Control Unit” para carga al dispositivo, se abrirá la ventana de “Carga avanzada” y se debe “Iniciar búsqueda” del dispositivo. Dar clic en “Cargar” y luego en “Finalizar”.

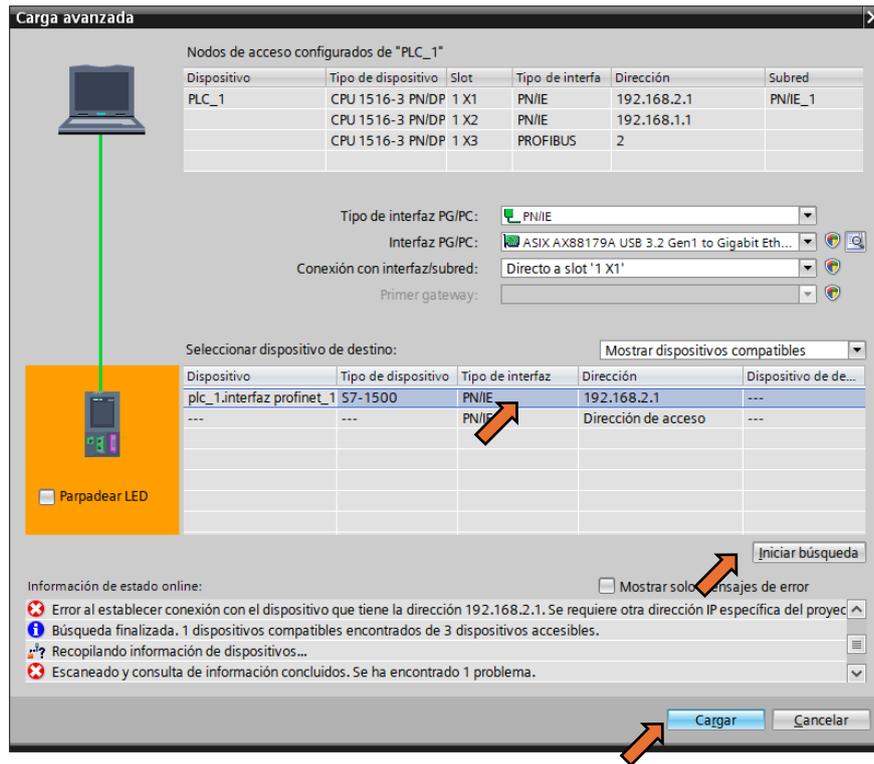


Ilustración 24 Carga avanzada del PLC.

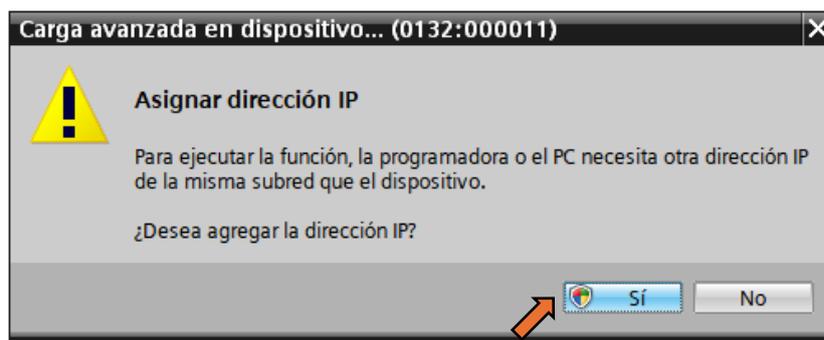
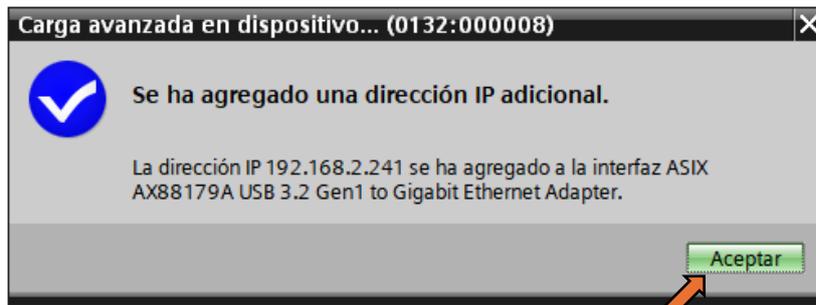
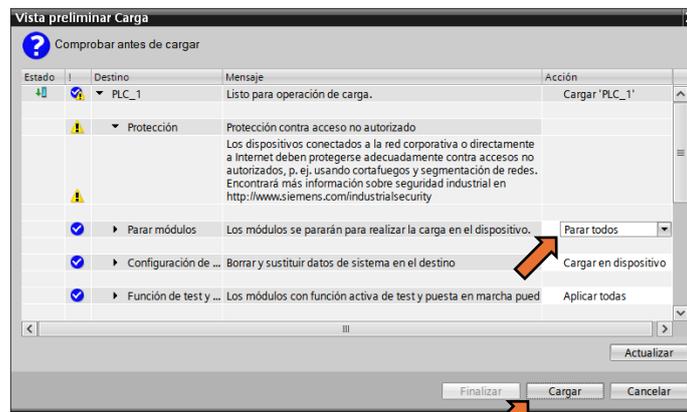


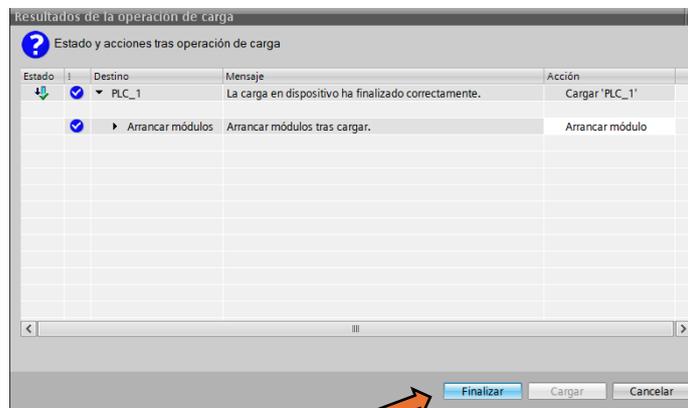
Ilustración 25 Asignación de dirección IP.



**Ilustración 26 Dirección IP adicional.**



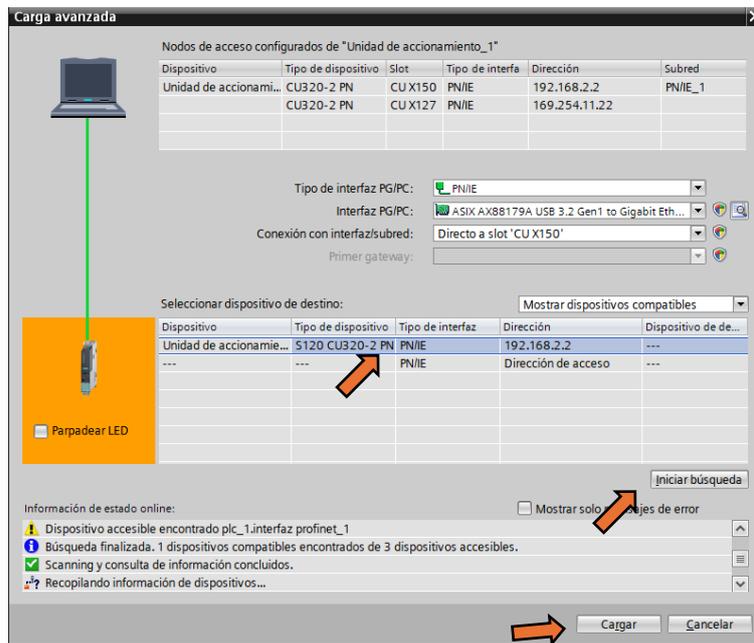
**Ilustración 27 Vista preliminar de carga.**



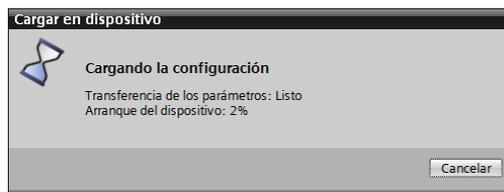
**Ilustración 28 Carga en el dispositivo finalizada.**

## Paso 15

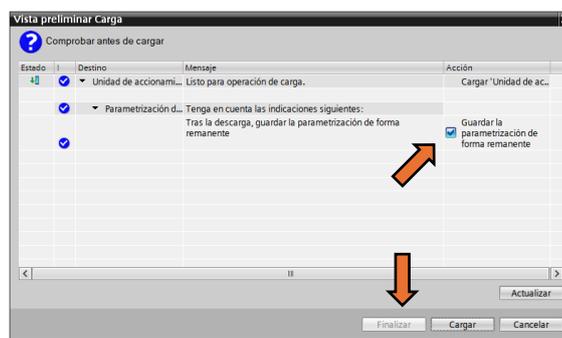
Se debe seleccionar la "Control Unit" para carga al dispositivo, se abrirá la ventana de "Carga avanzada" y se debe "Iniciar búsqueda" del dispositivo. Dar clic en "Cargar" y luego en "Finalizar".



**Ilustración 29 Carga avanzada de la "Control Unit".**



**Ilustración 30 Proceso de carga de la configuración.**

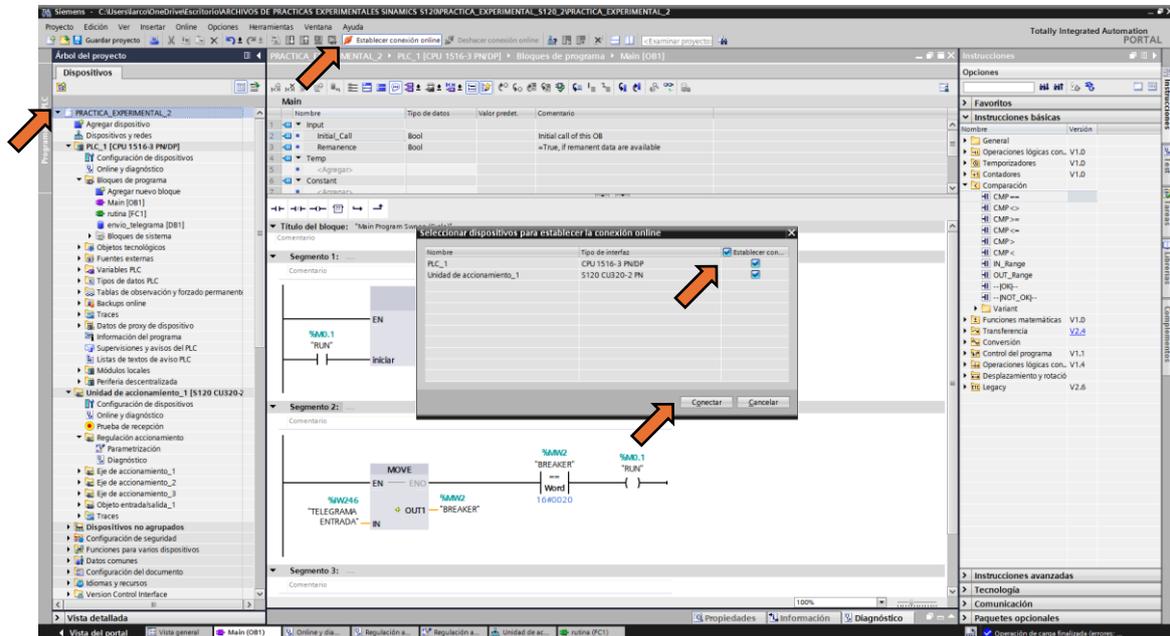


**Ilustración 31 Carga en el dispositivo finalizada.**

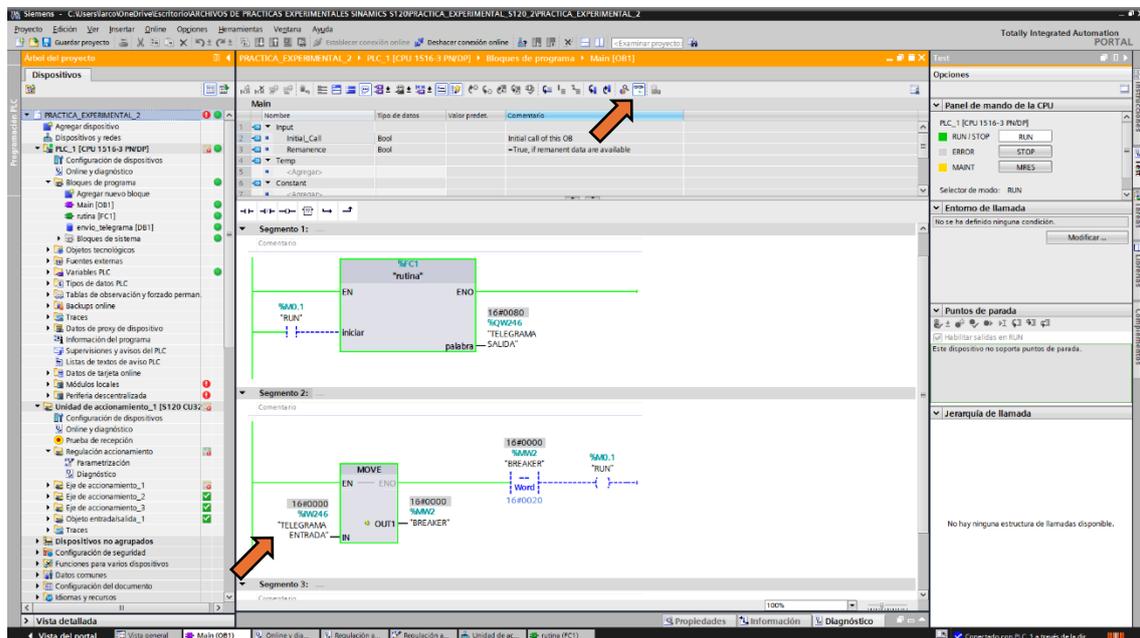
## Paso 16

Por último, establecer conexión en línea con el PLC y la "Control Unit", puede hacerlo directamente colocándose en el nombre del proyecto y seleccionando a ambos dispositivos y dando clic en conectar. Luego debe activar la observación con el ícono de gafas dentro del bloque "Main". Se observa que la variable "TELEGRAMA ENTRADA" tiene valor inicial "16#000", esto significa que el breaker trifásico no está subido, por lo tanto, no hay energía. Se sube el breaker para que la energía trifásica alimente al sistema

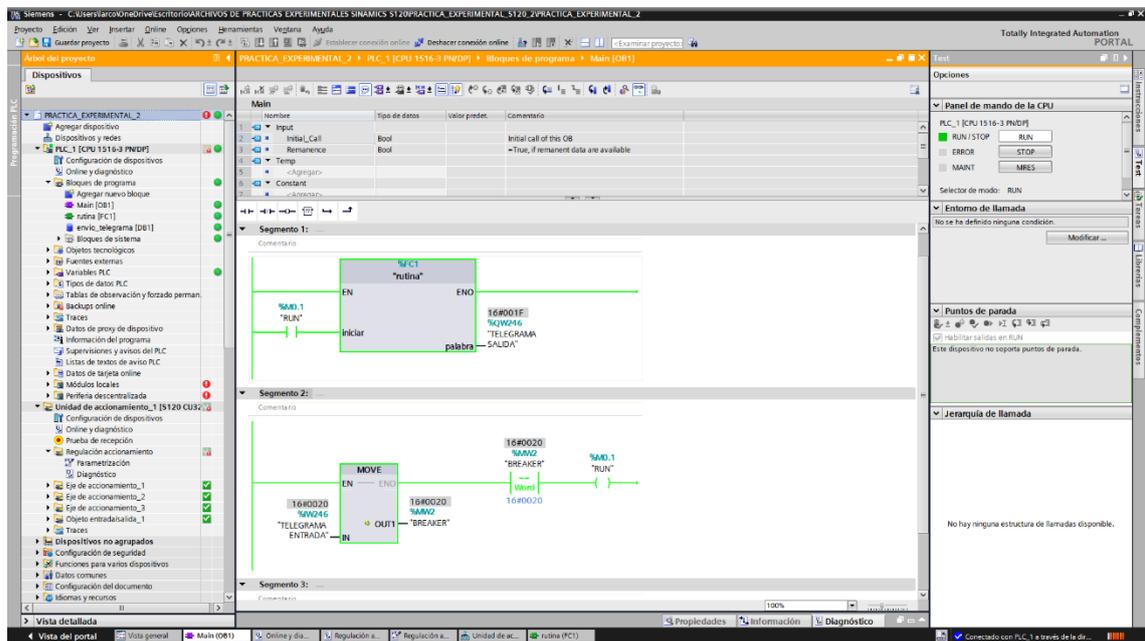
y se observará que el valor cambiará a “16#0020”, finalmente comenzará la rutina de movimiento de los ejes.



**Ilustración 32 Vista de selección de dispositivos para establecer conexión online.**



**Ilustración 33 Vista de bloque “Main” con observación activada.**



**Ilustración 34 Vista de bloque “Main” de la activación de rutina de movimiento.**

## Paso 17

La rutina de movimiento empieza accionando el contactor, luego el primer servo motor comenzará a moverse, luego el segundo y por último el tercero. Después de moverse cada servo motor durante el tiempo establecido, se apagarán en orden contrario, para luego encenderse los 3 servo motores al mismo tiempo durante un tiempo establecido y finalmente se apagarán al mismo tiempo. Fin de la rutina.

## Práctica Experimental #3

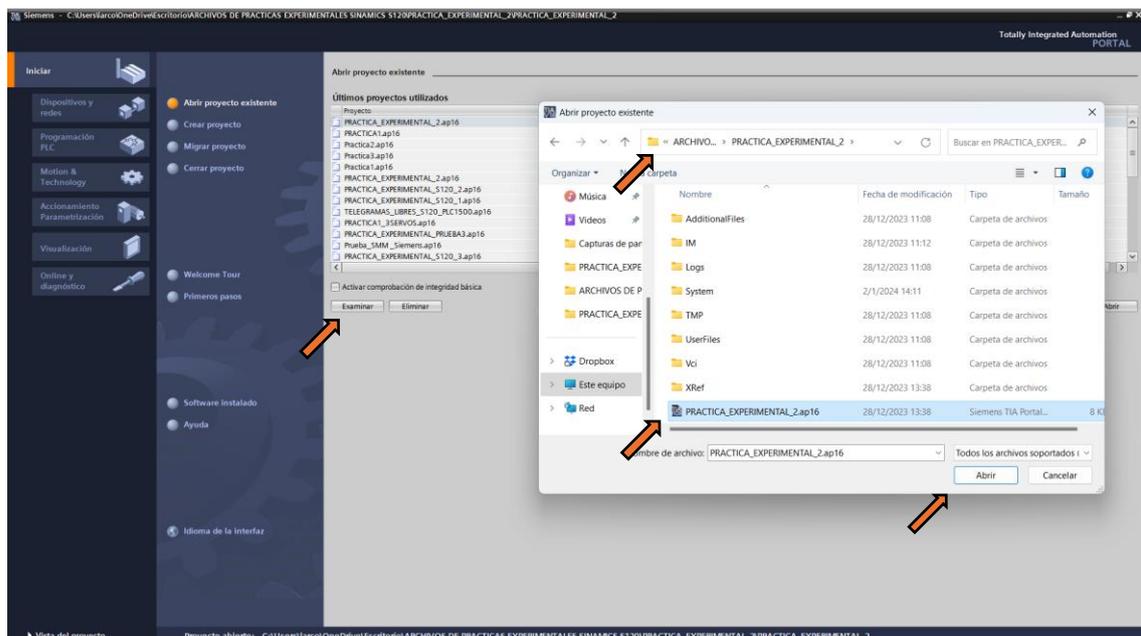
**Título:** Comunicación de equipos SINAMICS S120 con PLC 1500: Puesta en marcha mediante objetos tecnológicos.

**Al final esta práctica usted debe poder:**

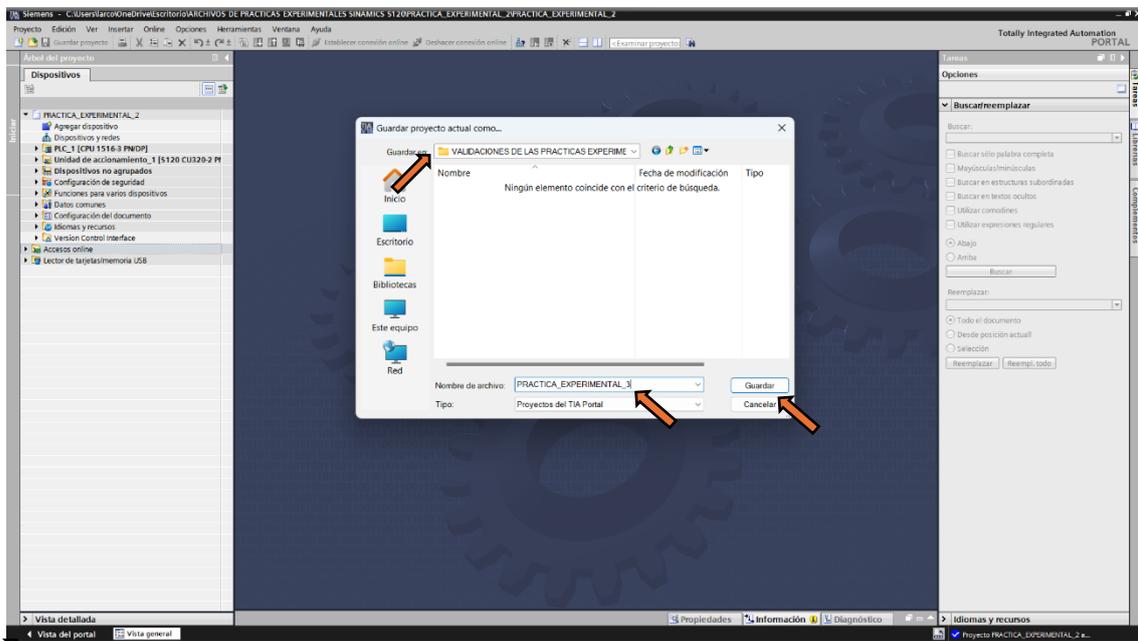
- Accionar tres servos motores mediante objetos tecnológicos.
- Realizar el control de los accionamientos desde el PLC-1500.
- Configurar parámetros de los objetos tecnológicos.

### Paso 1

Cargar el archivo de la “PRACTICA\_EXPERIMENTAL\_S120\_2” dando clic en “Examinar”, buscar el archivo en la ruta dada previo a esta práctica, una vez seleccionada, dar clic en “Open”. Luego se ingresa a la vista del proyecto y se procede a guardar el proyecto con el nombre: “PRACTICA\_EXPERIMENTAL\_S120\_3” en la ruta que usted crea conveniente o en la siguiente ruta: C:\Users\larco\OneDrive\Escritorio\VALIDACIONES DE LAS PRACTICAS EXPERIMENTALES SINAMICS S120



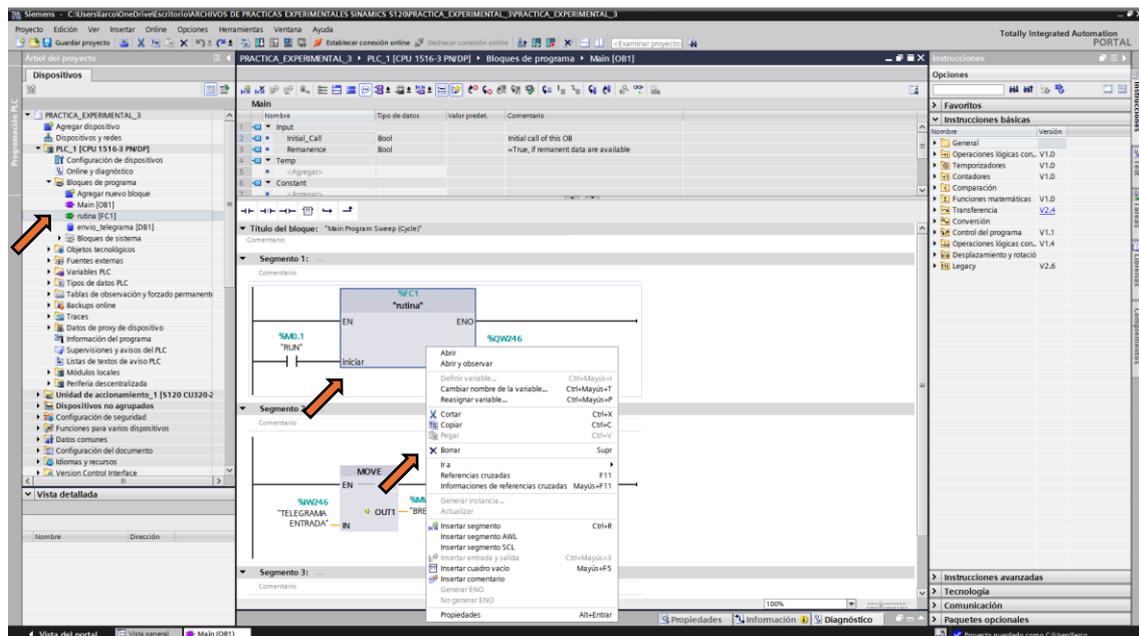
**Ilustración 6 Ubicación y carga de un proyecto en TIA PORTAL**



**Ilustración 2 Archivo de la práctica experimental 3 guardado.**

## Paso 2

Acceder a la “Vista del proyecto”, en el “árbol del proyecto” desplegar la pestaña “PLC\_1 [CPU 1516-3 PN/DP]” y dirigirse a “Bloques de programa”. Seleccionar el bloque de color verde con nombre “rutina [FC1]”, dar clic derecho para “Borrar” el bloque, luego de aceptar también se debe acceder al “Main [OB1]” y eliminar el bloque dando clic derecho eligiendo “Borrar”.



**Ilustración 7 Eliminación de la función “Rutina”.**

### Paso 3

Una vez eliminada la función “rutina [FC1]” tanto en el “Main [OB1]” como en el “Árbol del proyecto” se debe también eliminar los bloques “Timer” usados en la práctica anterior, dirigirse a “Bloques de sistema”, “Recursos de programa”, seleccionar todos los bloques “IEC\_Timer\_0...” y eliminarlos con el botón “suprimir” y seleccionar “Borrar”.

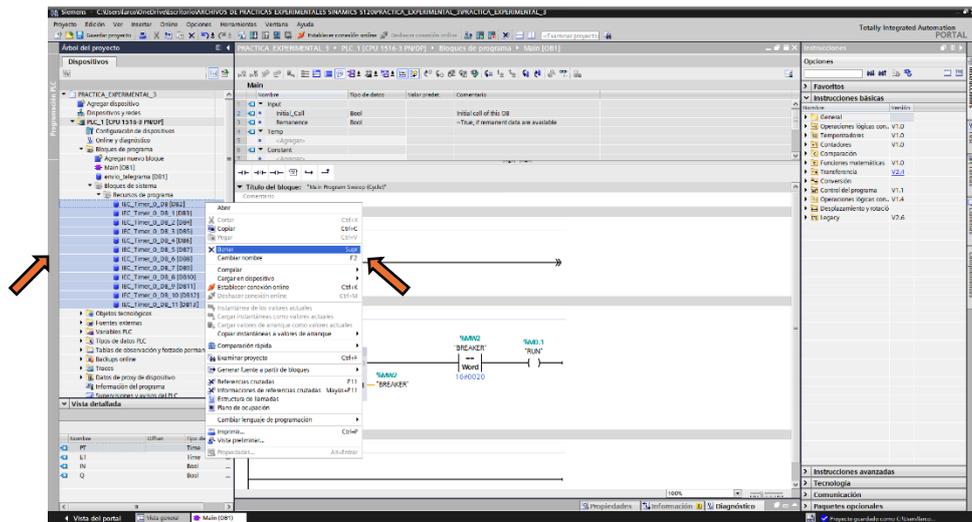


Ilustración 8 Eliminación de los “Timer”.

### Paso 4

Dirigirse al “Main [OB1]” nuevamente para agregar el bloque “TON”, dar clic en “Aceptar”, este será el único “Timer” en esta práctica. En el terminal de tiempo preestablecido “PT” colocar “2000”, ya que el tiempo que viene por defecto en milisegundos. En el terminar de tiempo transcurrido “ET” colocar “0”.

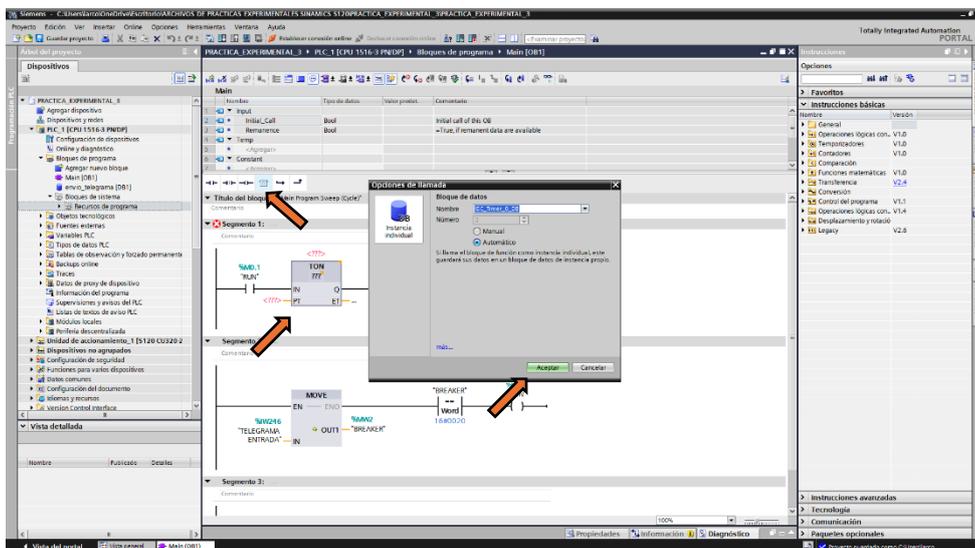


Ilustración 9 Bloque Timer “TON”.

## Paso 5

Se procede a colocar un bloque “Move” seguido del bloque “TON”, en la entrada “IN” colocar la variable “envio\_telegrama.alimentacion3” y en la salida “OUT” colocar la palabra “QW246”. Colocar otro bloque “move” debajo de la primera línea, en la entrada colocar la variable “envio\_telegrama.confirmar\_fallos” y en la salida la palabra “QW246”. También se agrega un contacto N.C. M0.1.

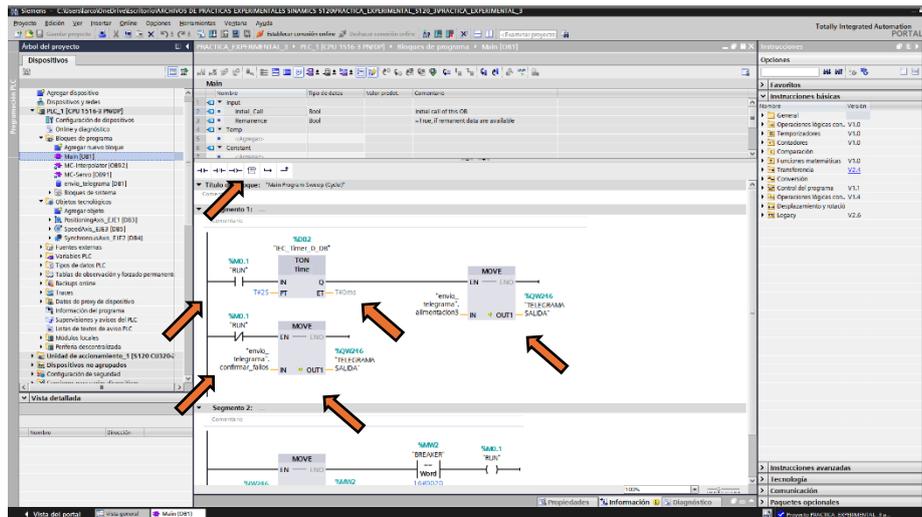


Ilustración 6 Bloques “Move” para alimentación y acusar fallos del eje 3.

## Paso 6

Se debe dirigir a la “Vista de redes” y seleccionar la “Control Unit”, en “Propiedades”, dar clic en “Interfaz PROFINET”, luego en “Configuración de telegramas”, aquí se debe cambiar a “Telegrama SIEMENS 105” en los tres ejes de accionamiento.

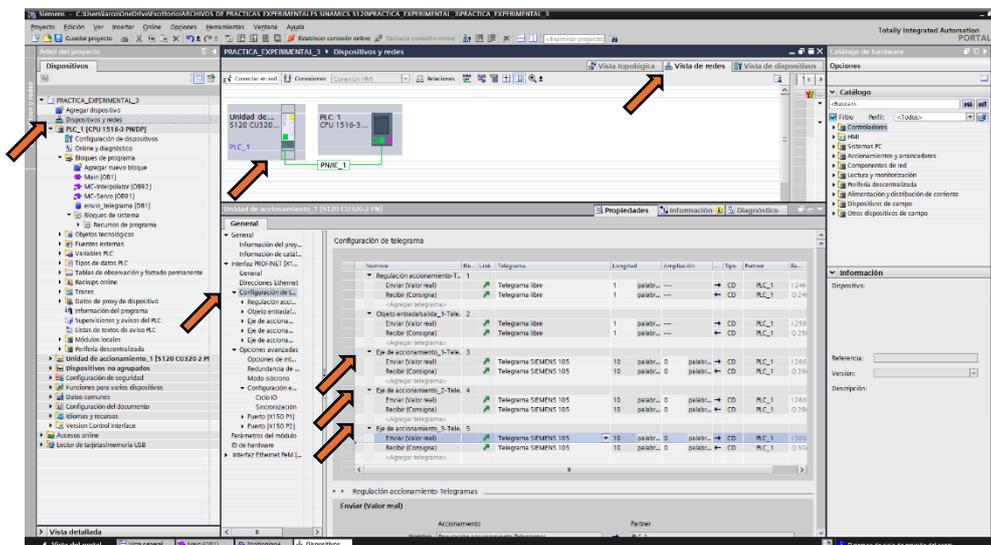


Ilustración 7 configuración del telegrama 105 en los ejes de accionamiento.

## Paso 7

Ahora se procede a usar objetos tecnológicos, en el “Árbol del proyecto”, dentro del PLC\_1[CPU 1516-3 PN/DP] dirigirse a la pestaña “Objetos tecnológicos” y desplegar, dar clic en “Agregar objeto”. Saldrá una ventana en la cual se selecciona el recuadro de “Motion Control” para agregar el “TO\_PositioningAxis”, para el “Eje de accionamiento 1, luego dar clic en Aceptar.

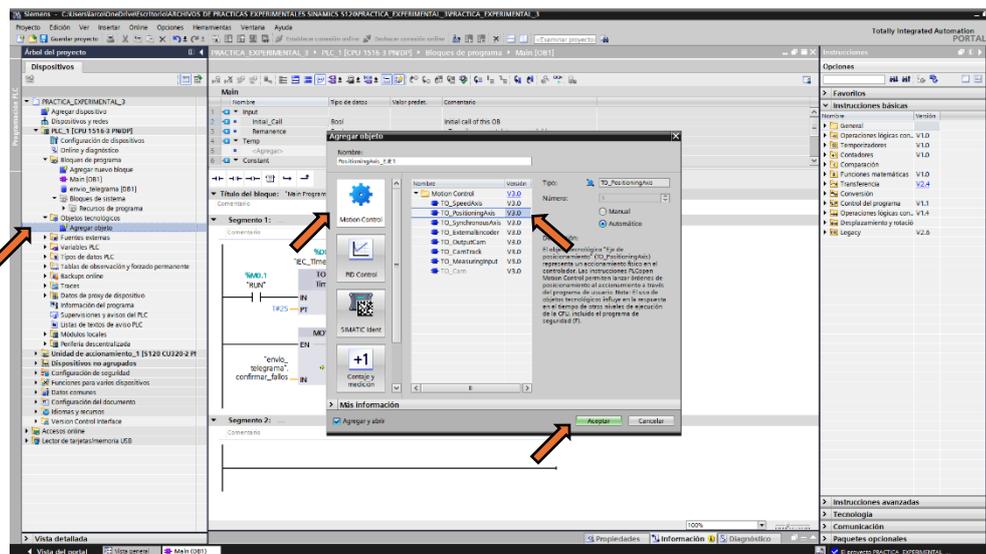


Ilustración 8 Objeto tecnológico “TO\_PositioningAxis” para el primer eje.

## Paso 8

En la sección de “Parámetros básicos” seleccionar “Rotativo” en el “Tipo de eje”, aparecerá una ventana, dar clic en “Si” a la modificación. El resto se deja por defecto.

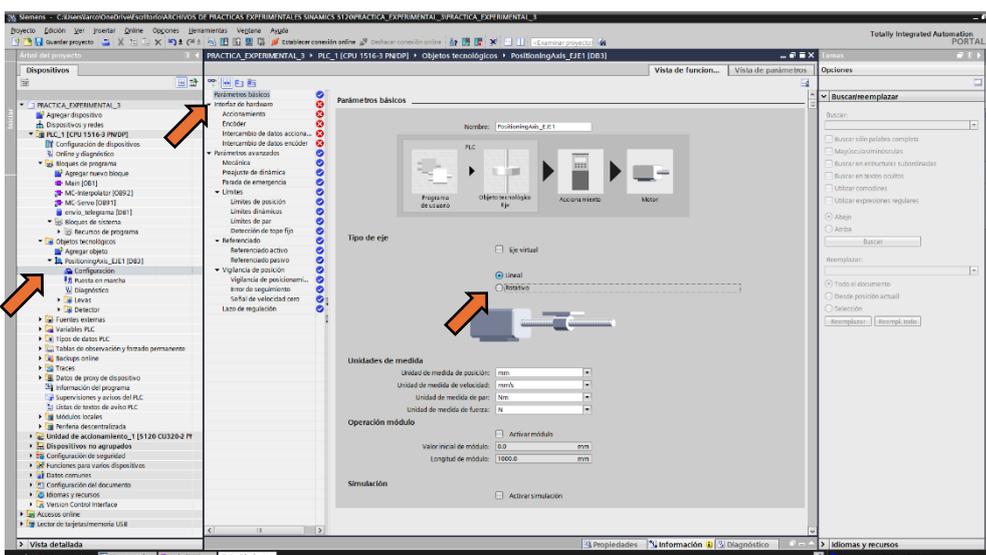


Ilustración 9 Parámetros básicos del objeto tecnológico “TO\_PositioningAxis”.

## Paso 9

En la sección de “Accionamiento” seleccionar el accionamiento que respecta al “Eje de Accionamiento 1” configurado con telegrama 105, el “Tipo de accionamiento” debe ser “PROFIdrive” y la “Conexión de datos” debe ser “Accionamiento”.

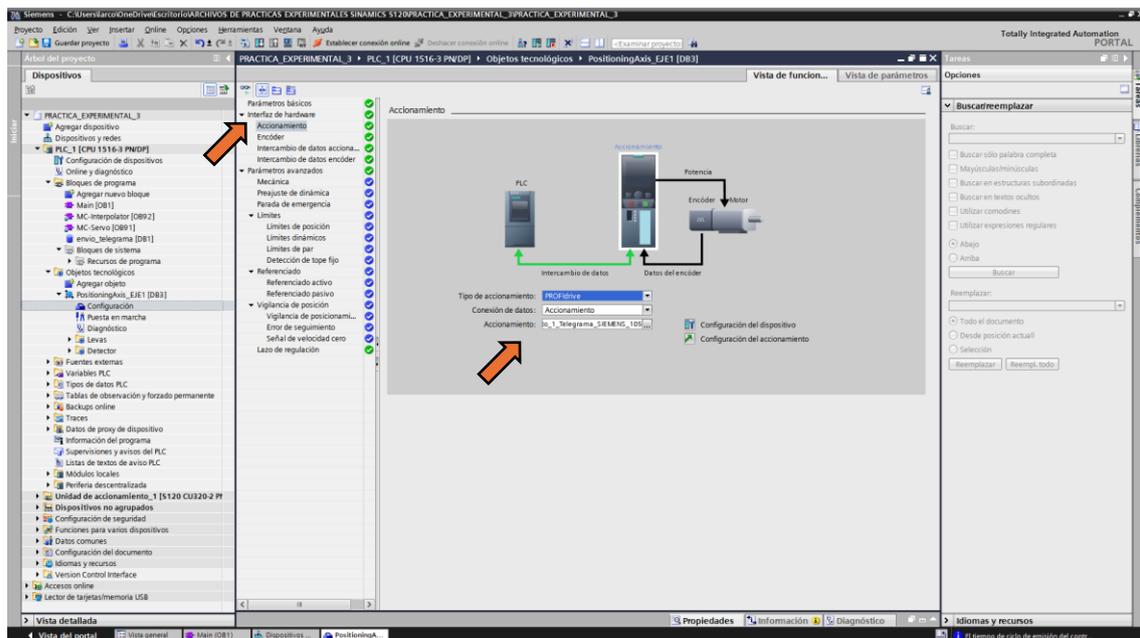


Ilustración 10 Parámetros de accionamientos.

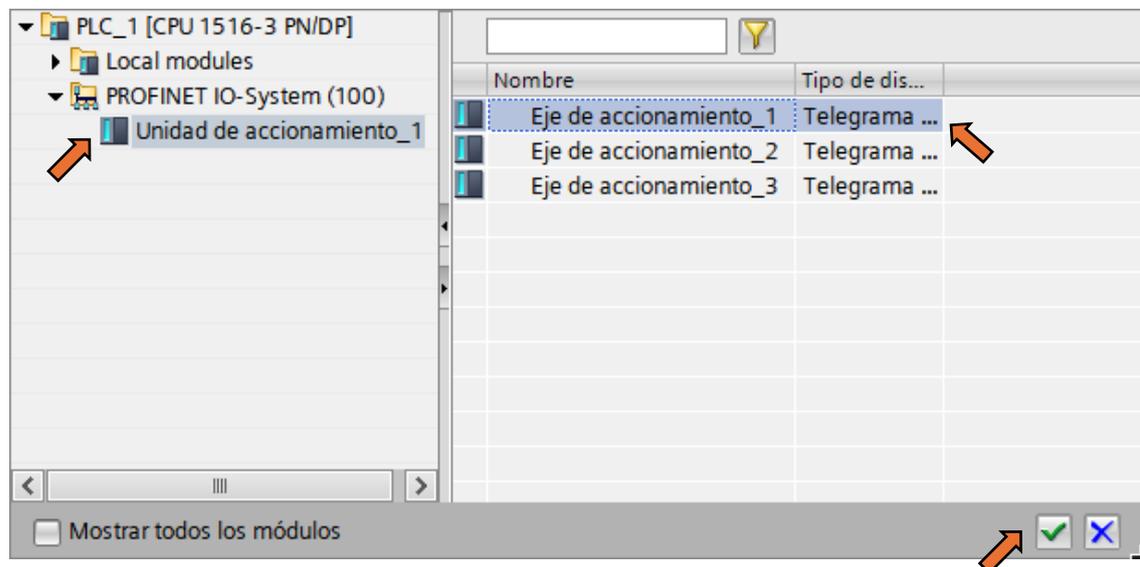
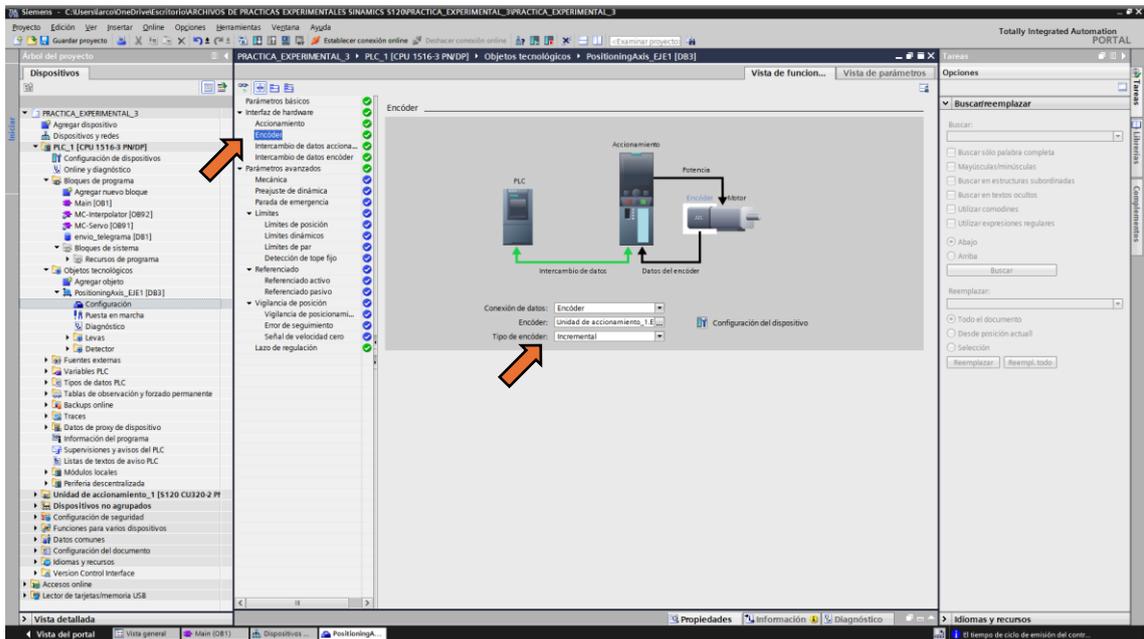


Ilustración 11 Selección del Accionamiento del eje 1.

## Paso 10

En la sección de “Encóder” seleccionar el “Tipo de encóder” cuyo tipo es “Incremental”, la “Conexión de datos” debe ser “Encóder” y el “Encóder” debe ser “Eje de accionamiento 3” configurado con telegrama 105.



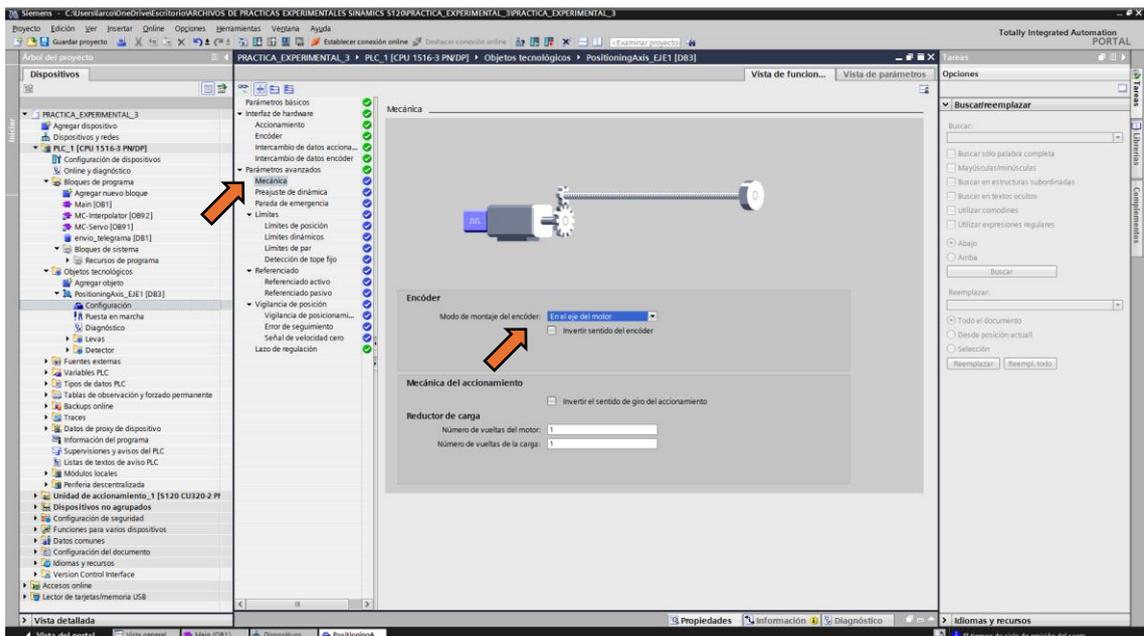
**Ilustración 12 Parámetros de Encóder.**

### Paso 11

Para las secciones de “Intercambio de datos accionamiento” e “Intercambio de datos encóder” se debe dejar por defecto.

### Paso 12

En la sección de “Parámetros avanzados” en “Mecánica” se debe elegir, en “Encóder”, “Modo de montaje del encóder”, “En el eje del motor”. El resto se deja por defecto.



**Ilustración 13 Parámetros de mecánica.**

### Paso 13

En la sección de “Parámetros avanzados” en “Pre-ajuste de dinámica” se debe modificar el “Tiempo de aceleración” y “Tiempo de deceleración” en 5 segundos, con esto, la “Aceleración” y “Deceleración” se cambiarán a 720 grados por segundo cuadrado.

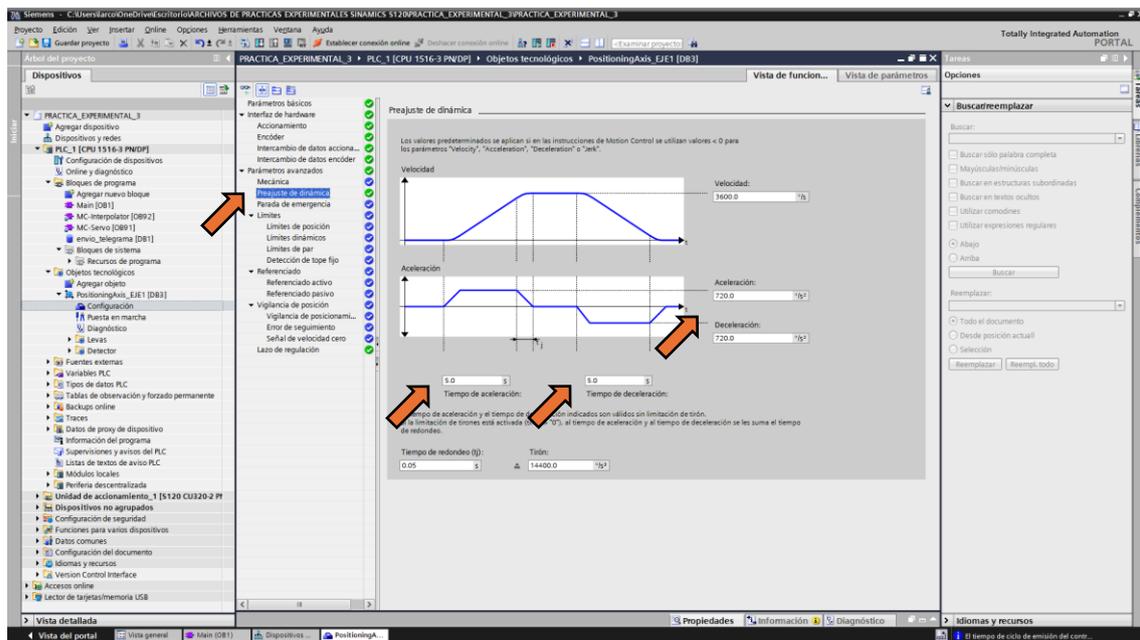


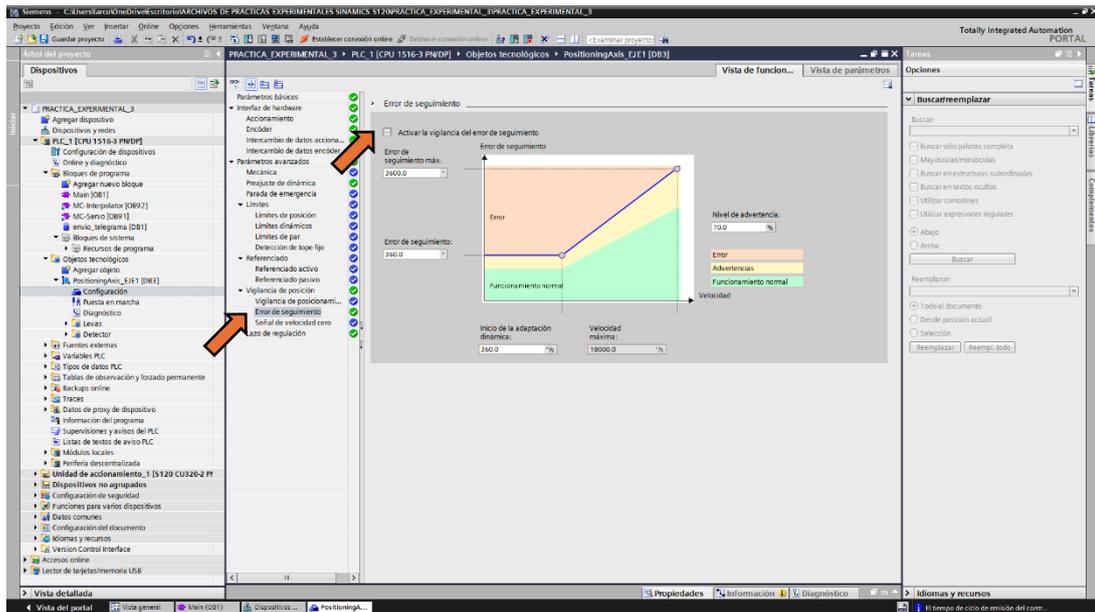
Ilustración 14 Pre-ajuste de dinámica.

### Paso 14

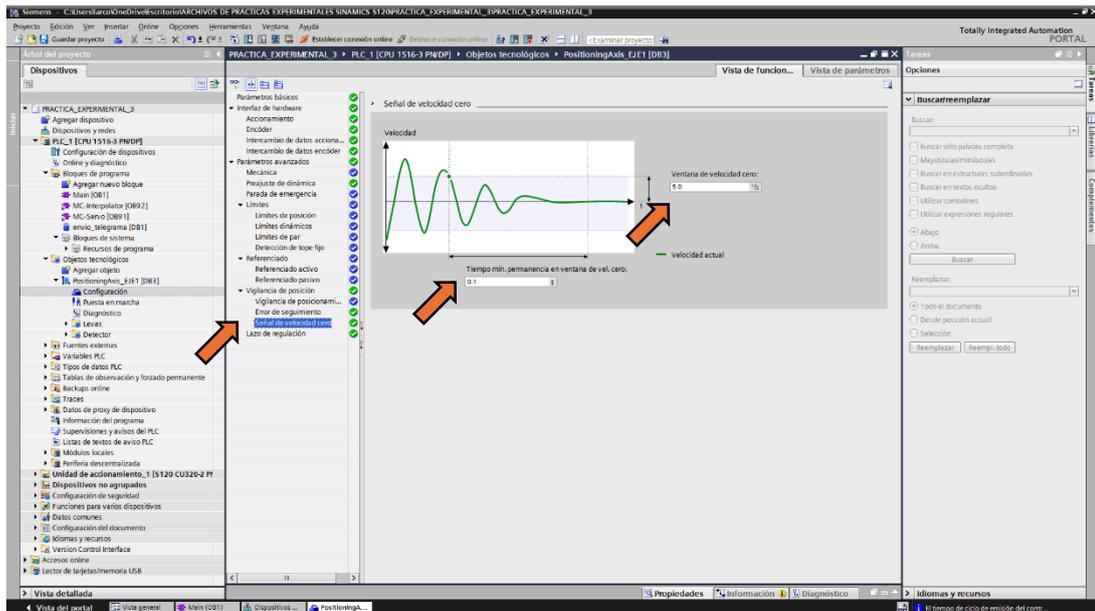
En la sección de “Parada de emergencia” se deja por defecto. En la sección de “Límites” se deja por defecto todos sus parámetros. Lo mismo para la sección de “Referenciado” con todos sus parámetros. En la sección de “Vigilancia de posición” se deja por defecto los parámetros de “Vigilancia de posicionamiento”.

### Paso 15

En “Error de seguimiento” se debe desmarcar la casilla “Activar la vigilancia de error de seguimiento”. En “Señal de velocidad cero”, en “ventana de velocidad cero”, cambiar a 5 grados por segundo y el “tiempo mínimo de permanencia en ventana de velocidad cero” a 0.1 segundos.



**Ilustración 15 Error de seguimiento.**



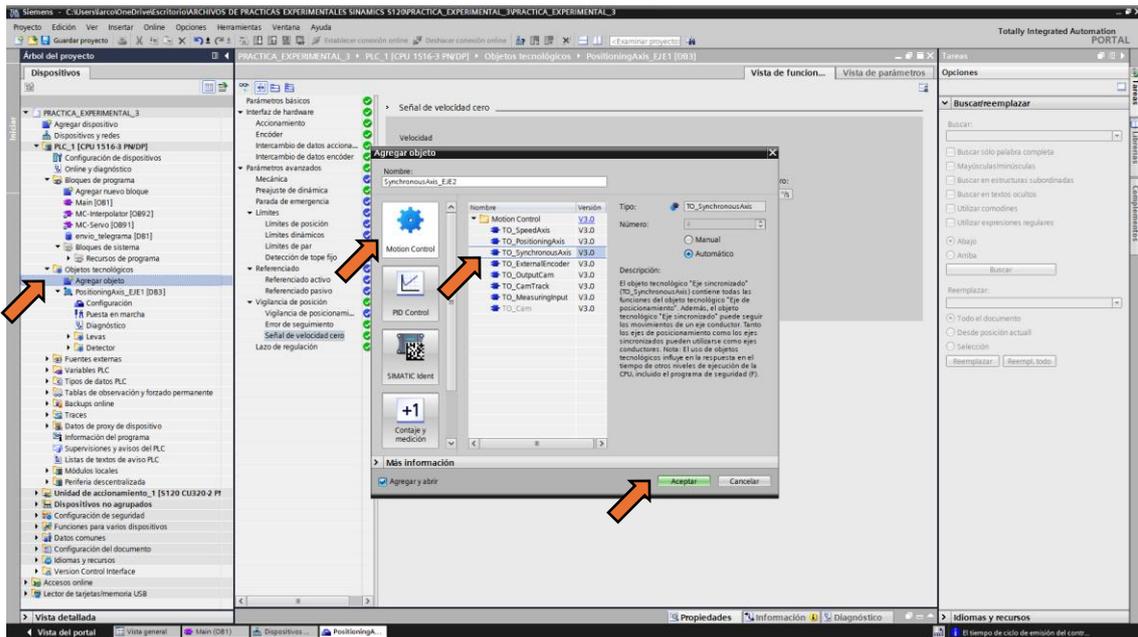
**Ilustración 16 Señal de velocidad cero.**

## Paso 16

En la sección de “Lazo de regulación” se deja por defecto todos los parámetros.

## Paso 17

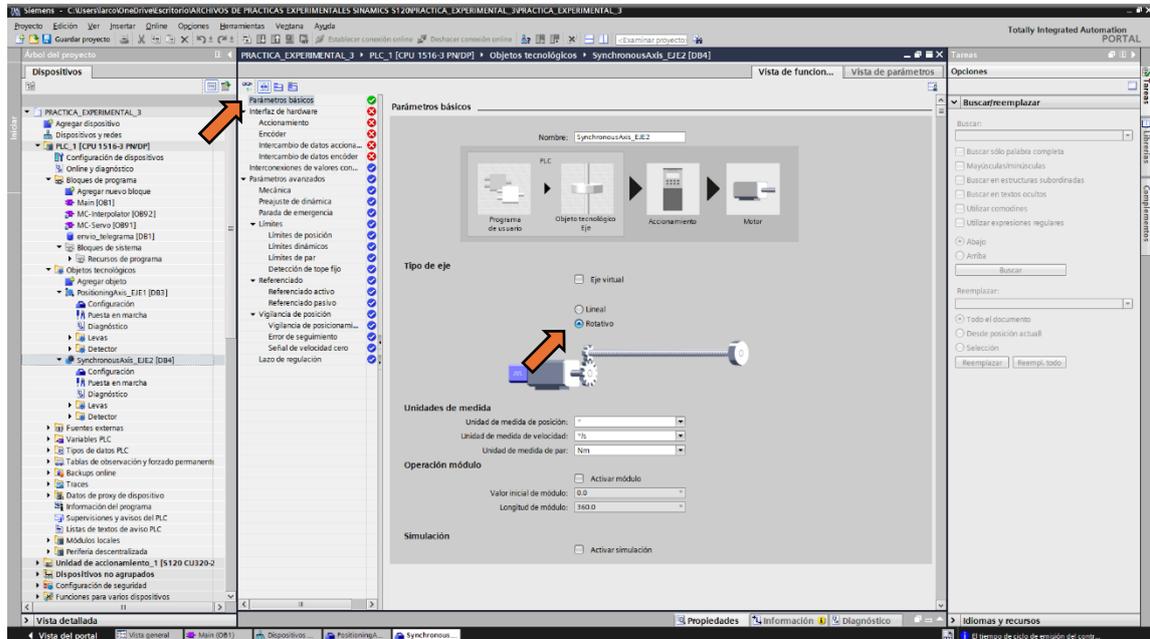
Volvemos al “Árbol del proyecto”, dentro del PLC\_1[CPU 1516-3 PN/DP] dirigirse a la pestaña “Objetos tecnológicos” y desplegar, dar clic en “Agregar objeto”. Saldrá una ventana en la cual se selecciona el recuadro de “Motion Control” para agregar el “TO\_SynchronousAxis”, para el “Eje de accionamiento 2, luego dar clic en Aceptar.



**Ilustración 17 Objeto tecnológico “TO\_SynchronousAxis” para el segundo eje.**

## Paso 18

En la sección de “Parámetros básicos” seleccionar “Rotativo” en el “Tipo de eje”, aparecerá una ventana, dar clic en “Aceptar” modificación. El resto se deja por defecto.



**Ilustración 18 Parámetros básicos del objeto tecnológico “TO\_SynchronousAxis”.**

## Paso 19

En la sección de “Accionamiento” seleccionar el accionamiento que respecta al “Eje de Accionamiento 2” configurado con telegrama 105, el “Tipo de accionamiento” debe ser “PROFdrive” y la “Conexión de datos” debe ser “Accionamiento”.

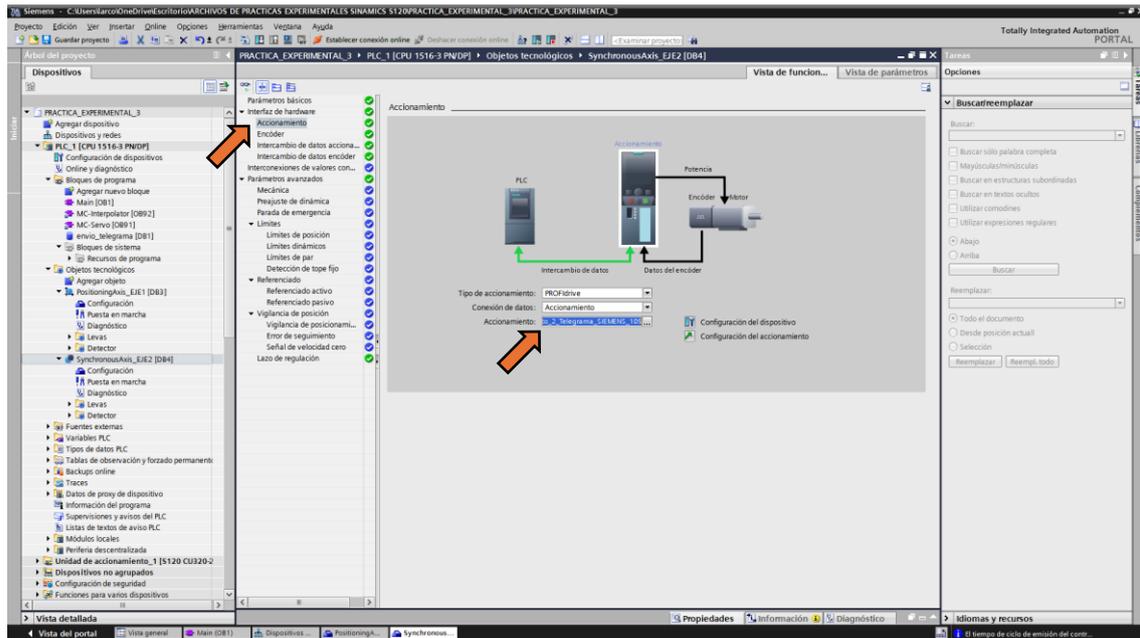


Ilustración 19 Parámetros de accionamientos.

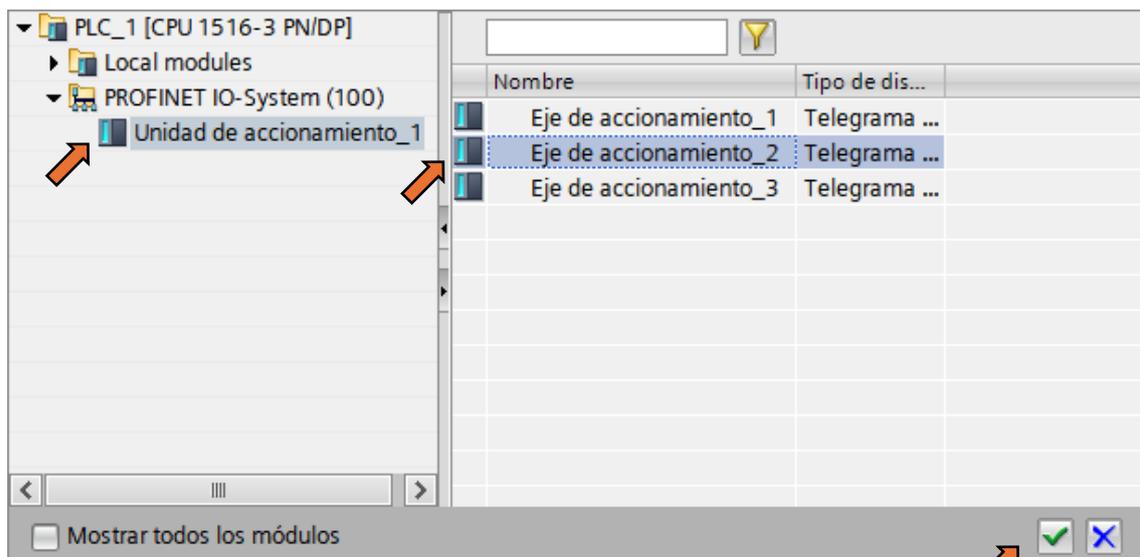


Ilustración 20 Selección del Accionamiento del eje 2.

## Paso 20

En la sección de “Encóder” seleccionar el “Tipo de encóder” cuyo tipo es “Cíclico absoluto”, la “Conexión de datos” debe ser “Encóder” y el “Encóder” debe ser “Eje de accionamiento 2” configurado con telegrama 105.

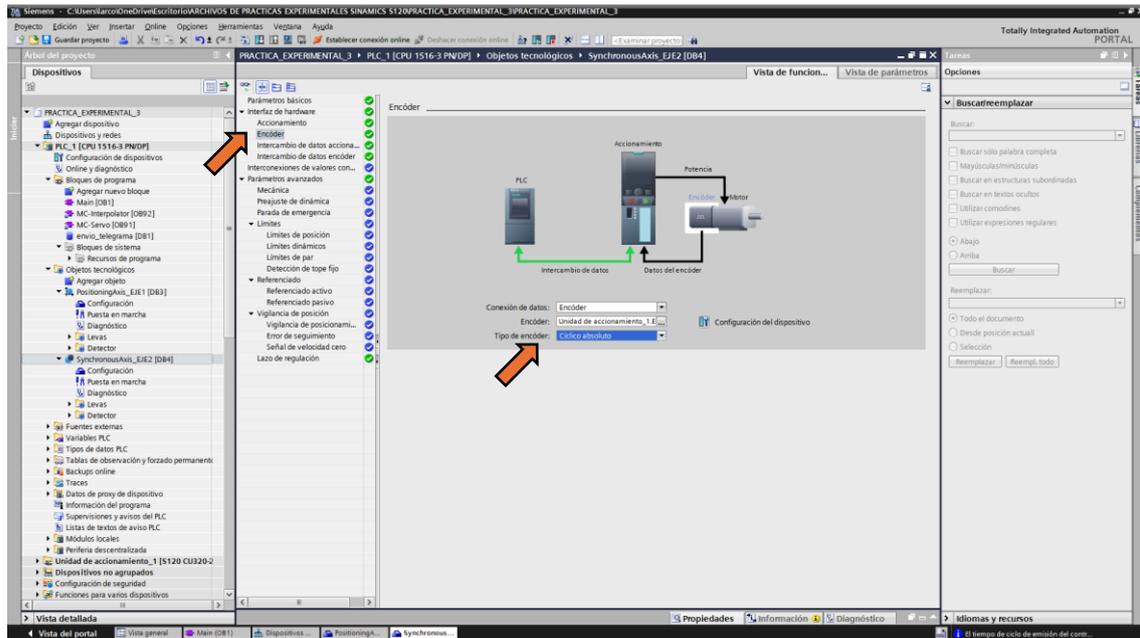


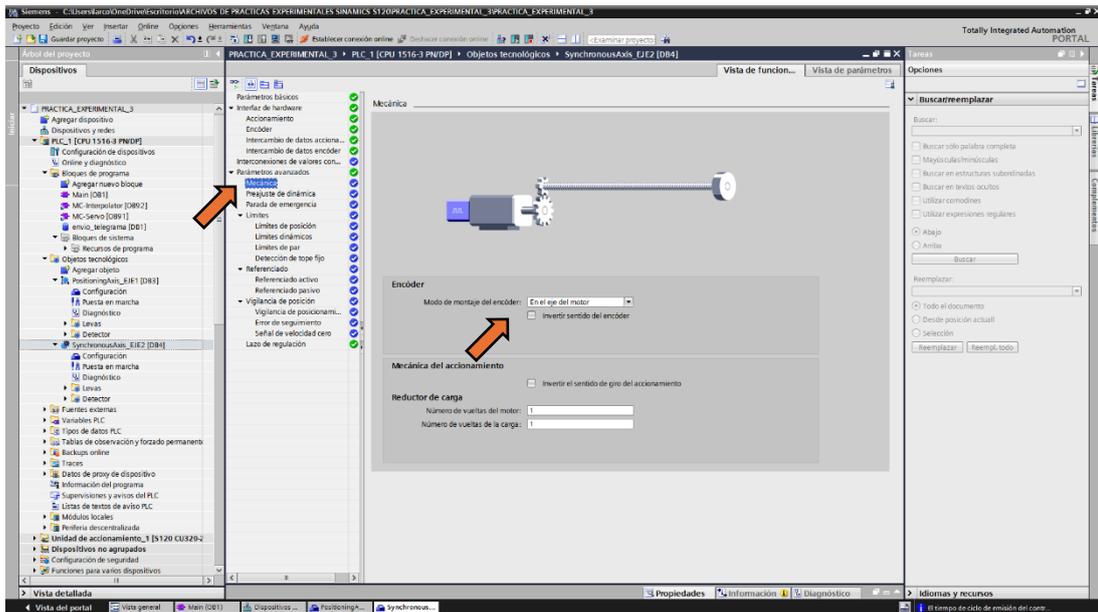
Ilustración 21 Parámetros de Encóder.

## Paso 21

Para las secciones de “Intercambio de datos accionamiento” e “Intercambio de datos encóder” se debe dejar por defecto, tal cual se ve en las imágenes de continuación.

## Paso 22

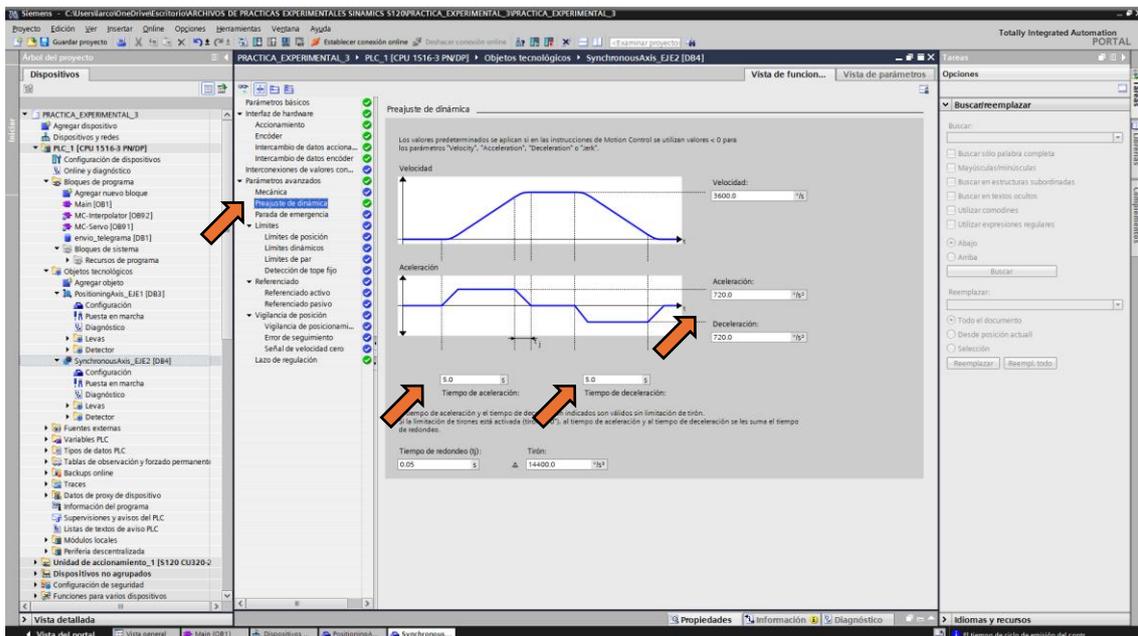
En la sección de “Parámetros avanzados” en “Mecánica” se debe elegir, en “Encóder”, “Modo de montaje del encóder”, “En el eje del motor”. El resto se deja por defecto.



**Ilustración 22 Parámetros de mecánica.**

## Paso 23

En la sección de “Parámetros avanzados” en “Pre-ajuste de dinámica” se debe modificar el “Tiempo de aceleración” y “Tiempo de deceleración” en 5 segundos, con esto, la “Aceleración” y “Deceleración” se cambiarán a 720 grados por segundo cuadrado.



**Ilustración 23 Pre-ajuste de dinámica.**

## Paso 24

En la sección de “Parada de emergencia” se deja por defecto. En la sección de “Límites” se deja por defecto todos sus parámetros. Lo mismo para la sección de “Referenciado” con todos sus parámetros. En la sección de “Vigilancia de posición” se deja por defecto los parámetros de “Vigilancia de posicionamiento”.

## Paso 25

En “Error de seguimiento” se debe desmarcar la casilla de “Activar la vigilancia de error de seguimiento”. En “Señal de velocidad cero” se debe cambiar la “ventana de velocidad cero” a 5 grados por segundo y el “tiempo mínimo de permanencia en ventana de velocidad cero” a 0.1 segundos.

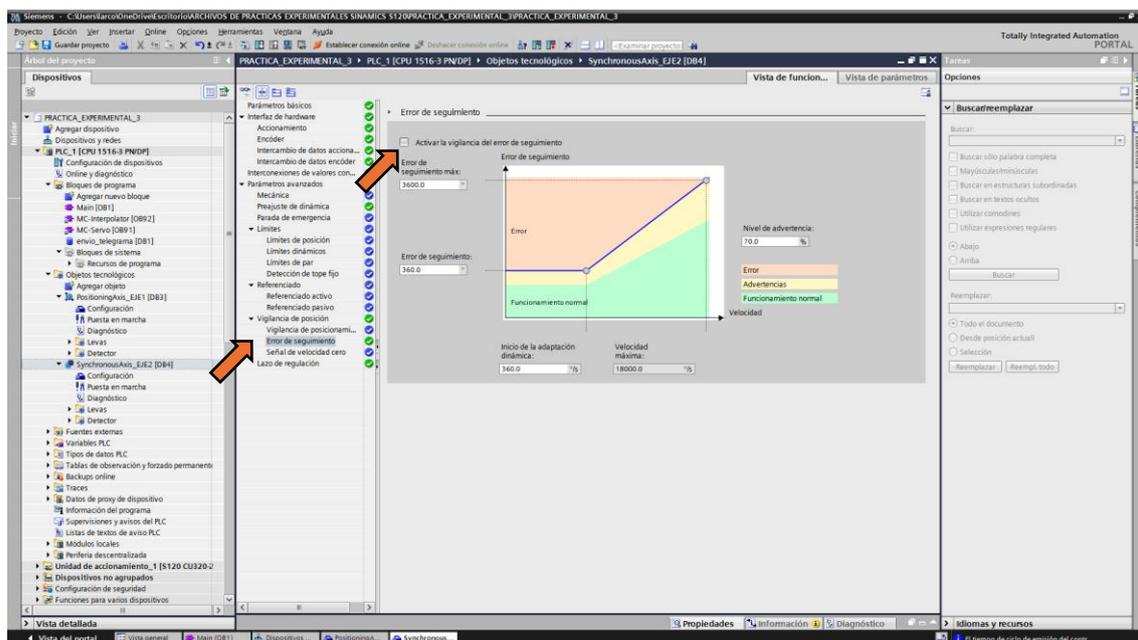
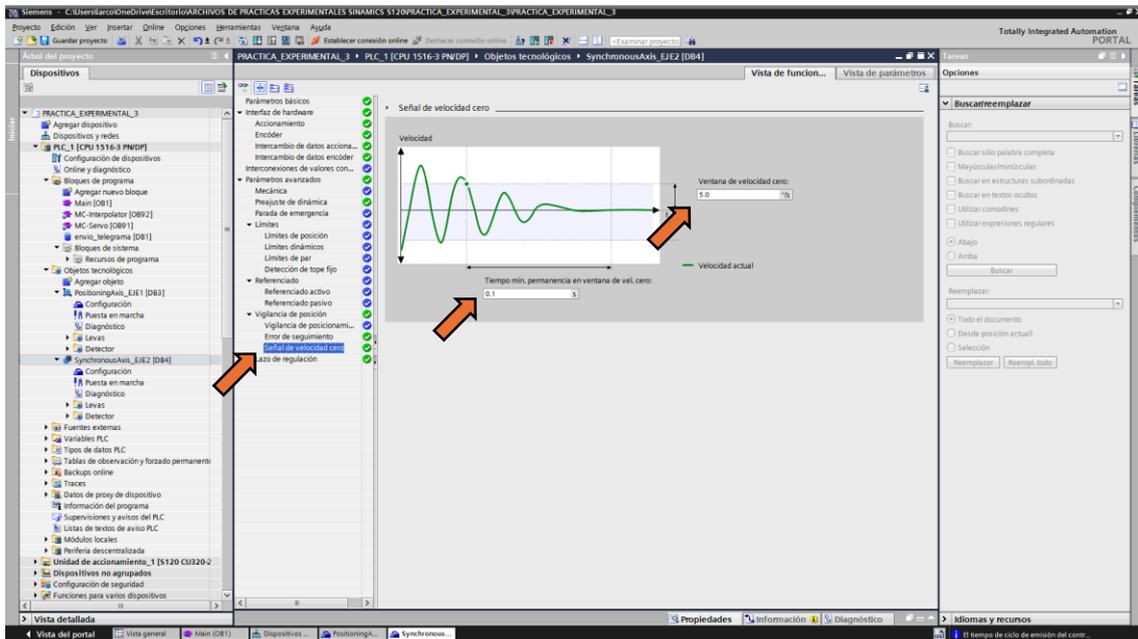


Ilustración 24 Error de seguimiento.



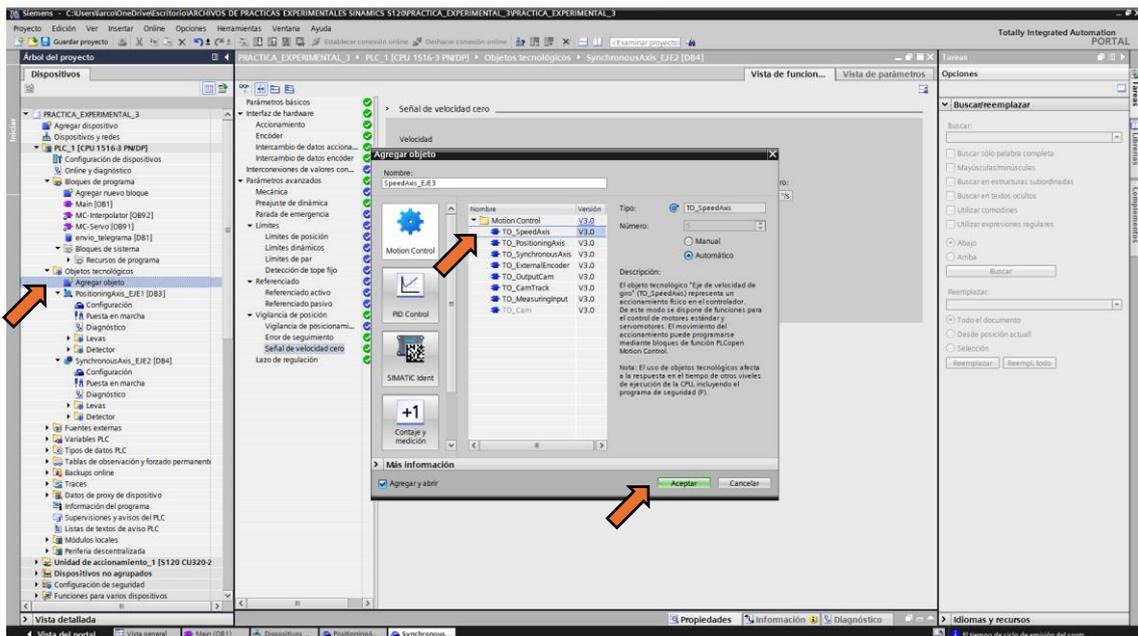
**Ilustración 25 Señal de velocidad cero.**

## Paso 26

En la sección de “Lazo de regulación” se deja por defecto todos los parámetros.

## Paso 27

Ahora se procede a agregar el segundo objeto tecnológico, en la ventana se agrega el objeto llamado “TO\_SpeedAxis”, para el “Eje de accionamiento 2”, luego dar clic en “Aceptar”. Se procede a configurar sus respectivos parámetros.



**Ilustración 26 Ventana de objeto tecnológico por agregar.**

## Paso 28

En la sección de “Parámetros básicos” se deja por defecto, a menos que se desee cambiar las unidades de medida.

## Paso 29

En la sección de “Accionamiento” seleccionar el accionamiento que respecta al “Eje de Accionamiento 2” configurado con telegrama 105, el “Tipo de accionamiento” debe ser “PROFdrive” y la “Conexión de datos” debe ser “Accionamiento”.

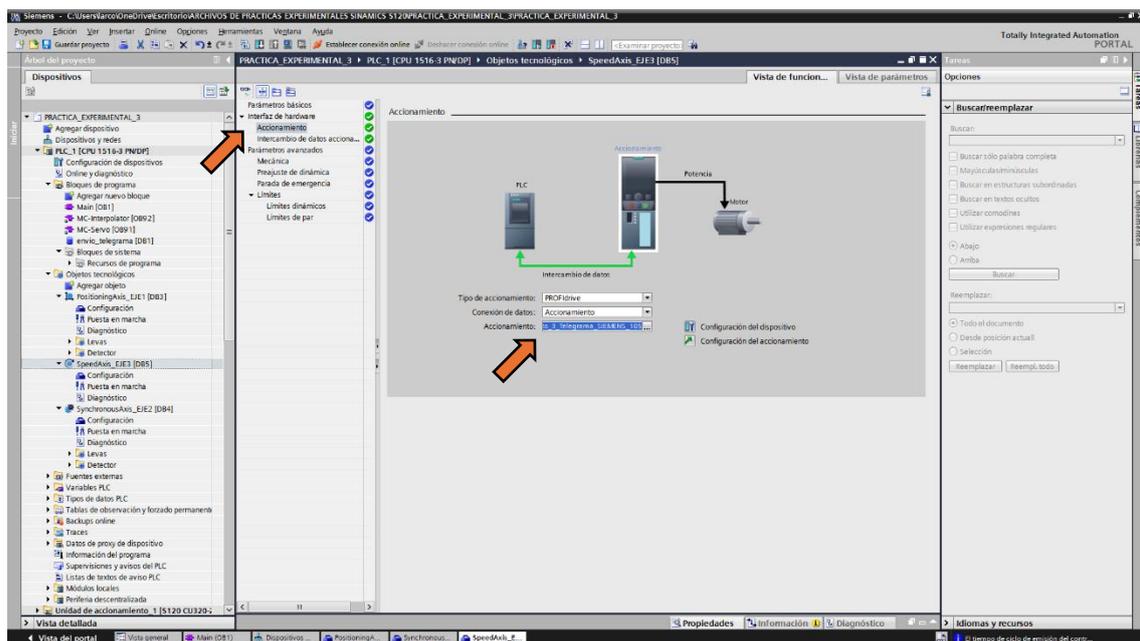


Ilustración 27 Parámetros de accionamientos.

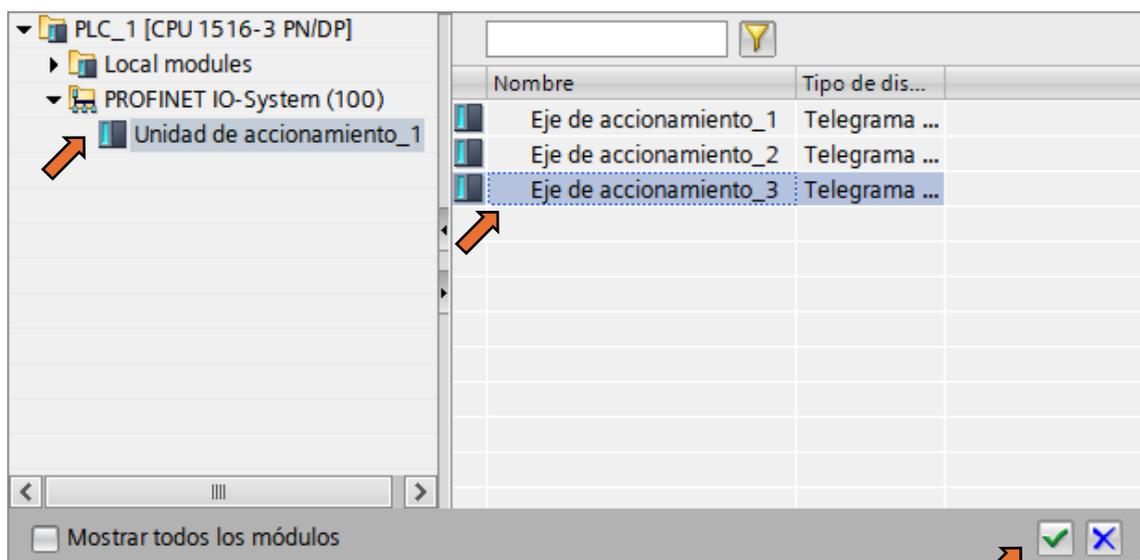


Ilustración 28 Selección del Accionamiento de acuerdo con el eje a usar.

### Paso 30

Para la sección de “Intercambio de datos accionamiento” se debe dejar por defecto, tal cual se ve en las imágenes a continuación. También se debe dejar por defecto la sección “Mecánica” a menos que se desee invertir el sentido de giro del accionamiento. En la sección de “Parámetros avanzados” tanto el “Pre-ajuste de dinámica” como la “Parada de emergencia” se deben dejar por defecto. En la sección de “Límites” se deben dejar por defecto todos sus parámetros.

### Paso 31

Después de terminar la configuración de los objetos tecnológicos se debe activar el “modo isócrono”, para este se debe dirigir a la “Vista de dispositivos”, luego damos clic al puerto ethernet de la “CU 320-3 PN” y en “Propiedades”, “General”, “Opciones avanzadas”, “Modo isócrono” se verifica que está marcada.

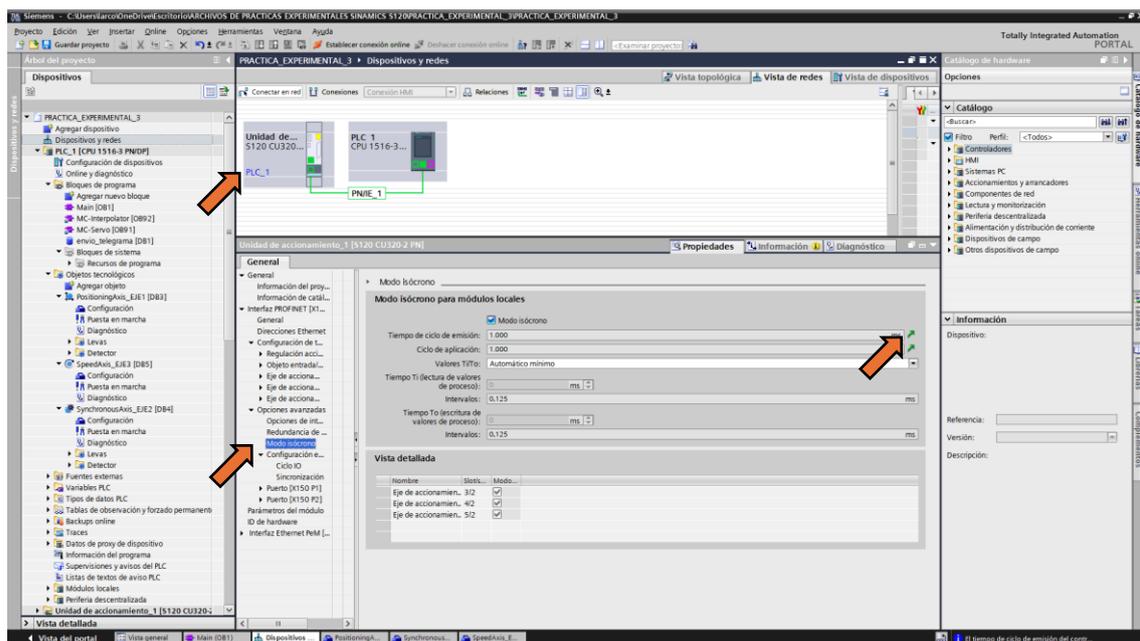
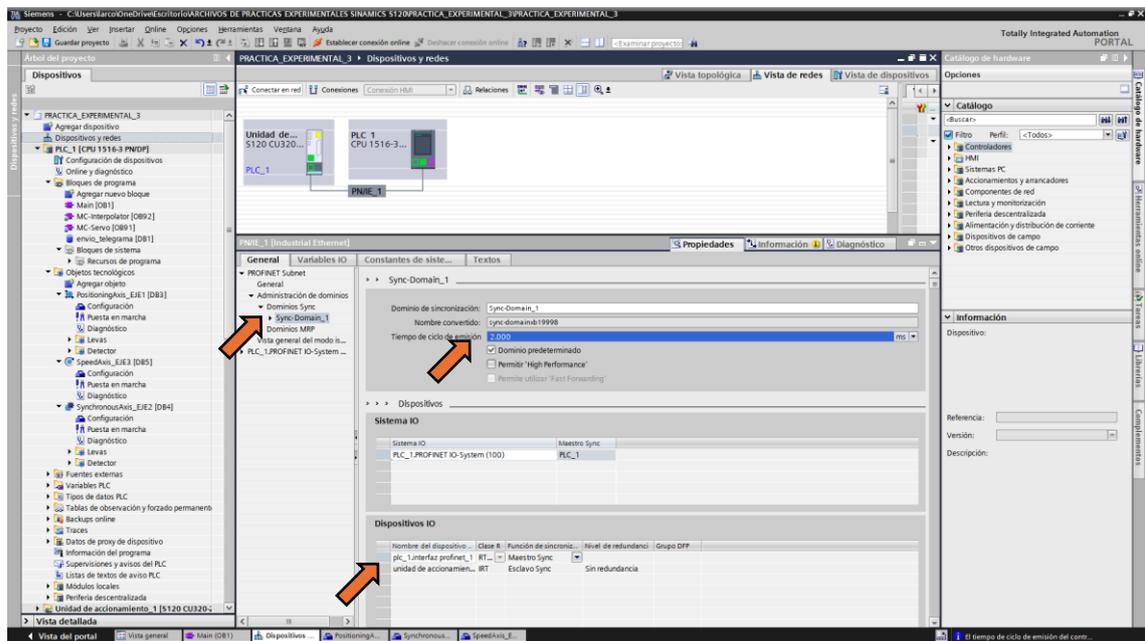


Ilustración 29 Modo isócrono para módulos locales.

### Paso 32

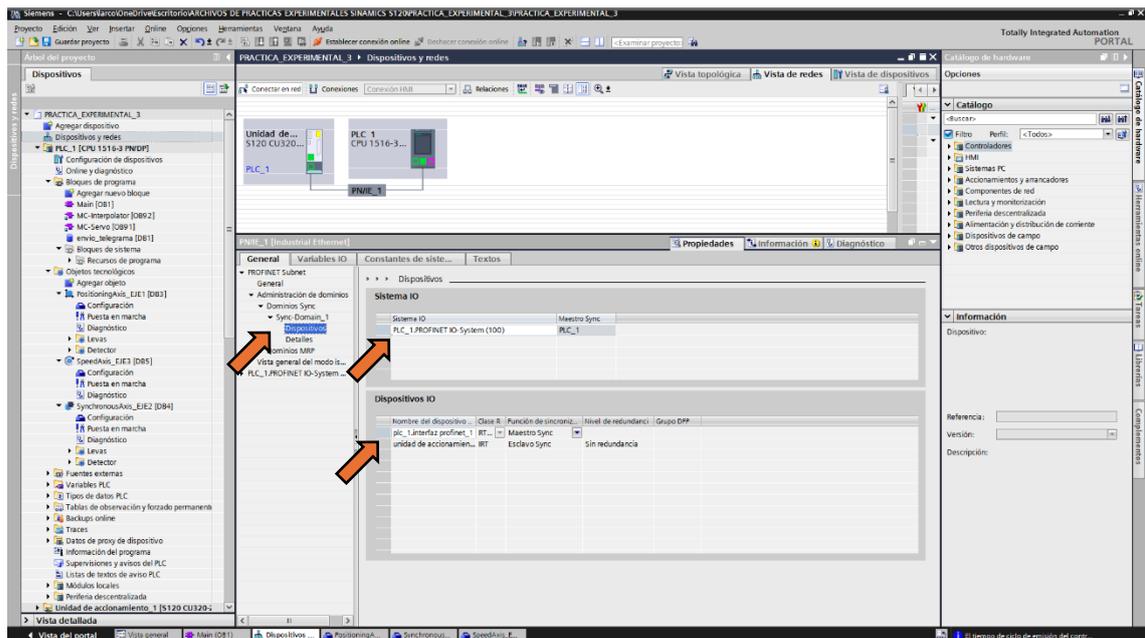
Se accede al tiempo de ciclo de emisión para cambiarlo a 2000 milisegundos.



**Ilustración 30 Tiempo de ciclo de emisión.**

### Paso 33

En la “Vista de redes”, damos clic en la conexión Profinet y se verá las “Propiedades”, en la sección “General”, “Profinet Subnet”, “Administración de dominios”, “Sync Domain\_1”, “Dispositivo” se debe verificar que el PLC sea el maestro y la Unidad de Control el esclavo. En “Función de sincronización” dentro de “Dispositivos IO”, se debe visualizar lo antes mencionado.



**Ilustración 31 Sincronización de Dispositivos.**

### Paso 34

En el árbol del proyecto dentro del PLC, se debe entrar en “Bloques de programa” para dar clic derecho al bloque función “MC-Servo [OB91]” e ir a propiedades para configurar el tiempo de ciclo. Se abrirá una ventana, se debe dirigir a “Tiempo de ciclo”, debe estar en 2 milisegundos el “Ciclo de envío” y el “Factor” en 3 para que el “Ciclo de aplicación” esté en 6 milisegundos.

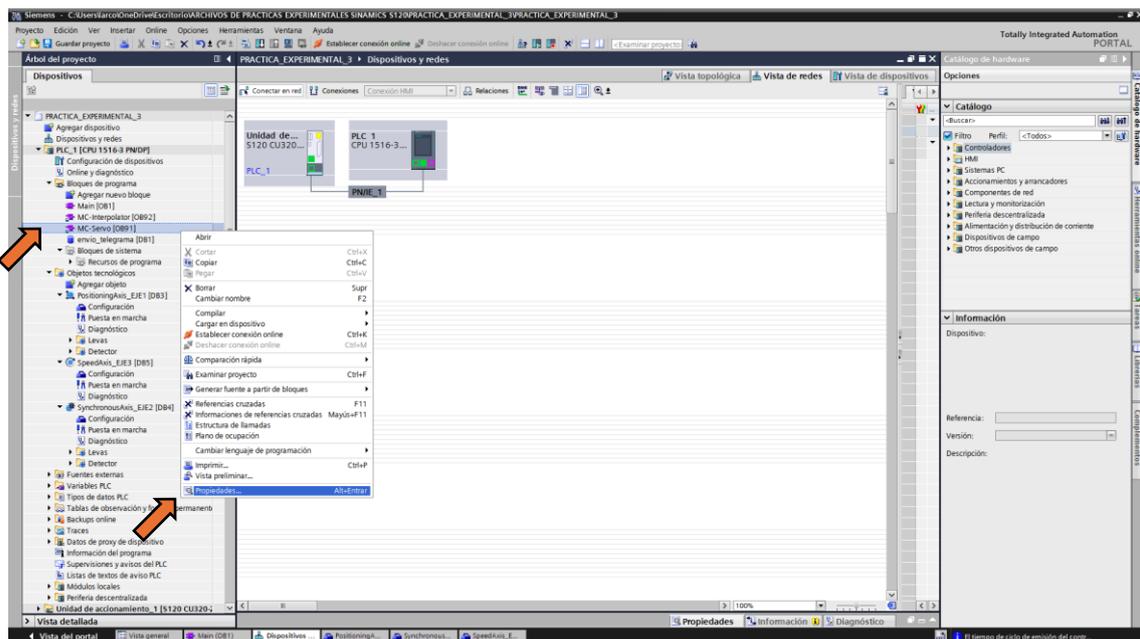


Ilustración 32 Propiedades del bloque “MC-Servo [OB91]”.

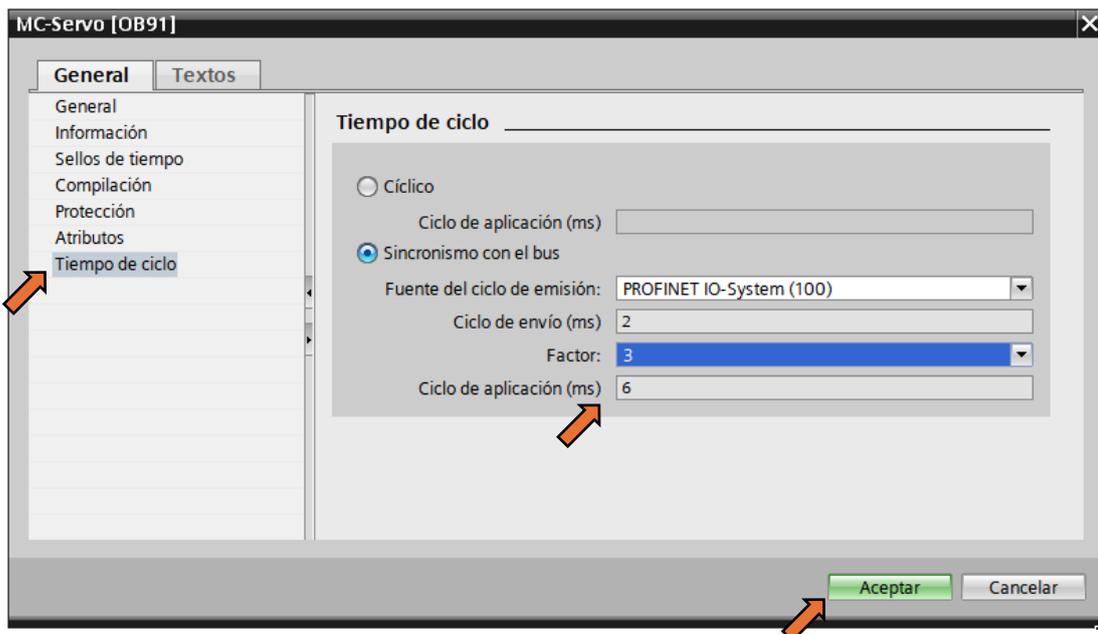
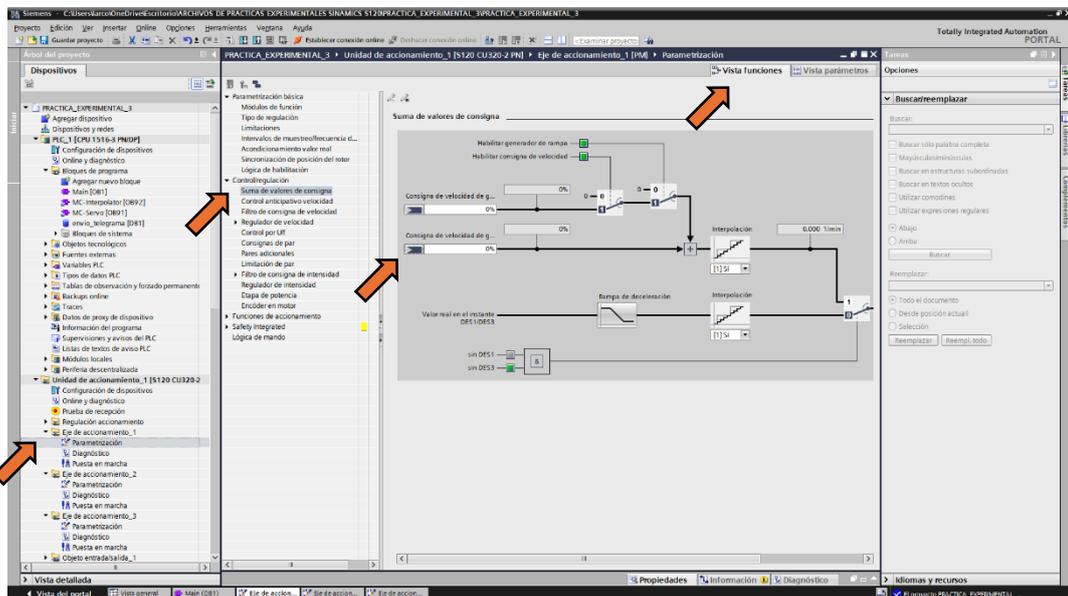


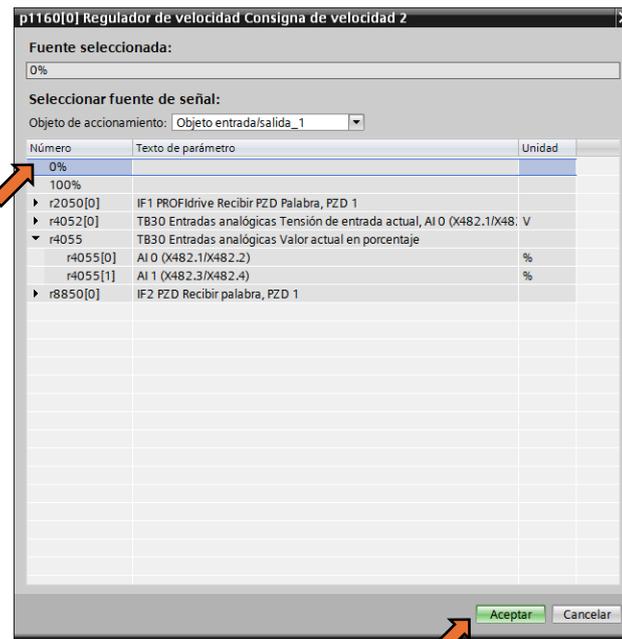
Ilustración 33 Tiempo de ciclo.

## Paso 35

Ahora en el árbol del proyecto se debe acceder en la “Control Unit”, luego en el “Eje de accionamiento”, para dar clic en “Parametrización”. Dentro seleccionamos la “Vista de funciones” y nos dirigimos a “Control/regulación”, en “Suma de valores de consigna” para colocar a 0% la consigna de velocidad de giro. Con este se desactivan los potenciómetros del mando para que no interfiera con la puesta en marcha. Se debe repetir todo este paso para los otros ejes de accionamiento.



**Ilustración 34 Suma de valores de consigna.**



**Ilustración 35 Consigna de velocidad.**

## Paso 36

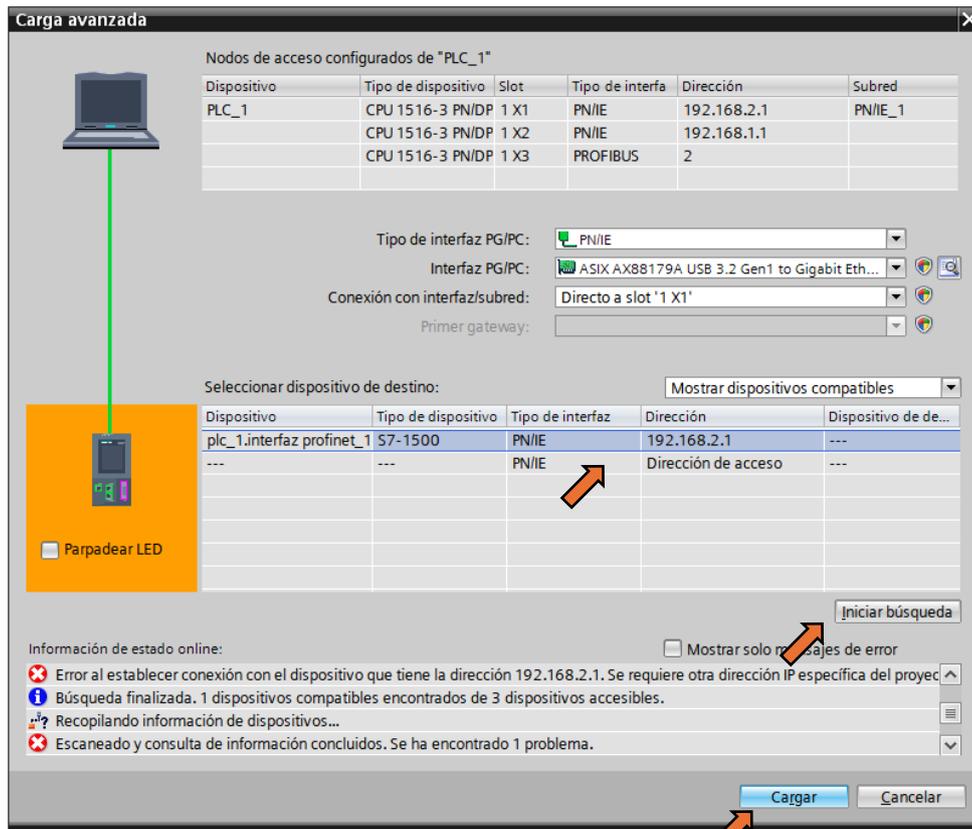
Ahora en el árbol del proyecto se debe acceder en la “Control Unit”, luego en el “Eje de accionamiento 1”, para dar clic en “Parametrización”. Dentro seleccionamos la “Vista de parámetros” y nos dirigimos a “Puesta en marcha”, se debe buscar el parámetro p1300 para poder seleccionar “Regulación de velocidad de giro con “Encóder””. Se debe hacer esto para los otros ejes de accionamiento.

Número	Texto de parámetro	Valor	Unid.	Alcance de datos
p31101	Velocidad de giro asignada del motor	3.000,0	1/min	MDS
p31300	Número de pares de polos motor actual (o calculado)	0	MDS	
p31401	Nº de pares de polos del motor	3	MDS	
p31601	Constante de par del motor	0,620	Nm/A	MDS
p32001	Corriente magnéticamente conmutado asignada del motor	3,300	Aef	MDS
p32201	Velocidad de giro máxima del motor	10.000,0	1/min	MDS
p32301	Intensidad máxima del motor	7,60	Aef	MDS
p32401	Velocidad de giro máxima devanado	10.000,0	1/min	MDS
p33101	Corriente magnéticamente conmutado del motor actual	0,000	Aef	MDS
p33701	FEM asignada del motor	0,00	Vef	MDS
p33801	Intensidad límite del motor	7,60	Aef	MDS
p34001	Cálculo automático de parámetro del motor/regulación	[1]	Cálculo complejo	DOS
p34101	Momento de inercia del motor	0,000025	kgm²	MDS
p34201	Momento de inercia Relación entre total y del motor	1,000	MDS	
p35001	Resistencia estática en frío del motor	3,31000	ohm	MDS
p35201	Resistencia del cable	0,00000	ohm	MDS
p35301	Inductancia serie del motor	0,0000	mH	MDS
p35601	Inductancia dispersa del estator del motor	16,20000	mH	MDS
p40001	Tipos encod. Sele.	[1003] Resolver 3-6wired	FFS	
p500	Aplicación tecnológica	011	Accionamiento de avance (limitación de intensi...	
p54701	Reductor de carga Momento de inercia	0,000000	kgm²	MDS
p55401	Freno Momento de inercia	0,000000	kgm²	MDS
p62501	Temperatura ambiente del motor durante la puesta en marci	20	°C	MDS
p64001	Límite intensidad	0,000000	kgm²	MDS
p70001	Macro entradas de selector (BI)	0	DD5	
p922	#1 PROFIsafe F20 Selección de telegrama	[105] Telegrama SIEMENS 105_F20-1010		DD5
p100001	Macro Entrada de conector (CI) para consignas de velocidad	0	DD5	
p108201	Velocidad máx.	10.000,000	1/min	DD5
p112101	Generador de rampa Tiempo de deceleración	10,000	s	DD5
p113501	DE53 Tiempo de deceleración	0,000	s	DD5
p130001	Modo de operación Lazo abierto/amorado	[2] Regulación de velocidad giro (con encóder)		DD5
p146001	Reg. de velocidad giro/Ganancia P Velocidad para adapt. sup. Es	0,300	Nm/...	DD5
p146101	Regul. de veloc. kp Velocidad para adapt. sup. Es	100,0	%	DD5
p146201	Regul. de veloc. Tiempo de acción integ. Veloc. adapt. i	20,00	ms	DD5
p146301	Regulador de velocidad Ti Velocidad para adapt. sup. Escale	100,0	%	DD5
p146401	Regulador de velocidad Velocidad para adaptación inferior	0,00	1/min	DD5
p146501	Regulador de velocidad Velocidad para adaptación superior	210.000,00	1/min	DD5
p147001	Regulador de velocidad Modo sin encóder Ganancia P	0,300	Nm/...	DD5
p147201	Regulad. de velocidad Modo sin encóder Tiempo de acción L	20,0	ms	DD5
p150001	Macro Entradas de conector (CI) para consignas de par	0	DD5	
r1651	Consigna de par Generador de funciones	0,00	Nm	
p190001	Identificación de datos de motor Palabra de mando	2700H	MDS	

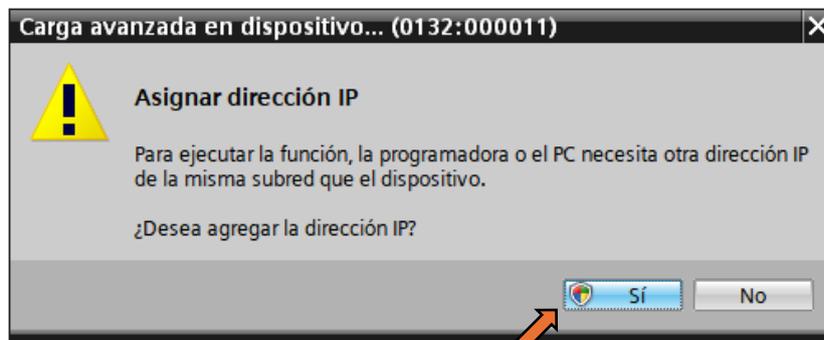
Ilustración 36 Vista de parámetros de los ejes de accionamiento.

## Paso 37

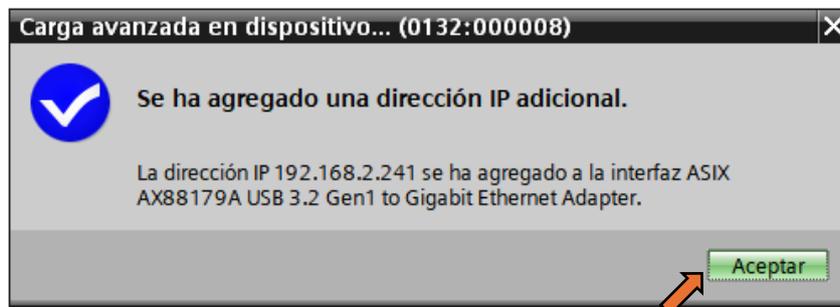
Se debe seleccionar el PLC para carga al dispositivo, se abrirá la ventana de “Carga avanzada” y se debe “Iniciar búsqueda” del dispositivo. Se da clic en “Cargar” para que se le asigne la dirección IP, se da clic en “Si” y luego se agrega una dirección IP adicional, se da clic en “Ok”. Finalmente se da clic en “Cargar” y luego en “Finalizar”.



**Ilustración 37 Carga avanzada del PLC.**



**Ilustración 38 Asignación de dirección IP.**



**Ilustración 39 Dirección IP adicional.**

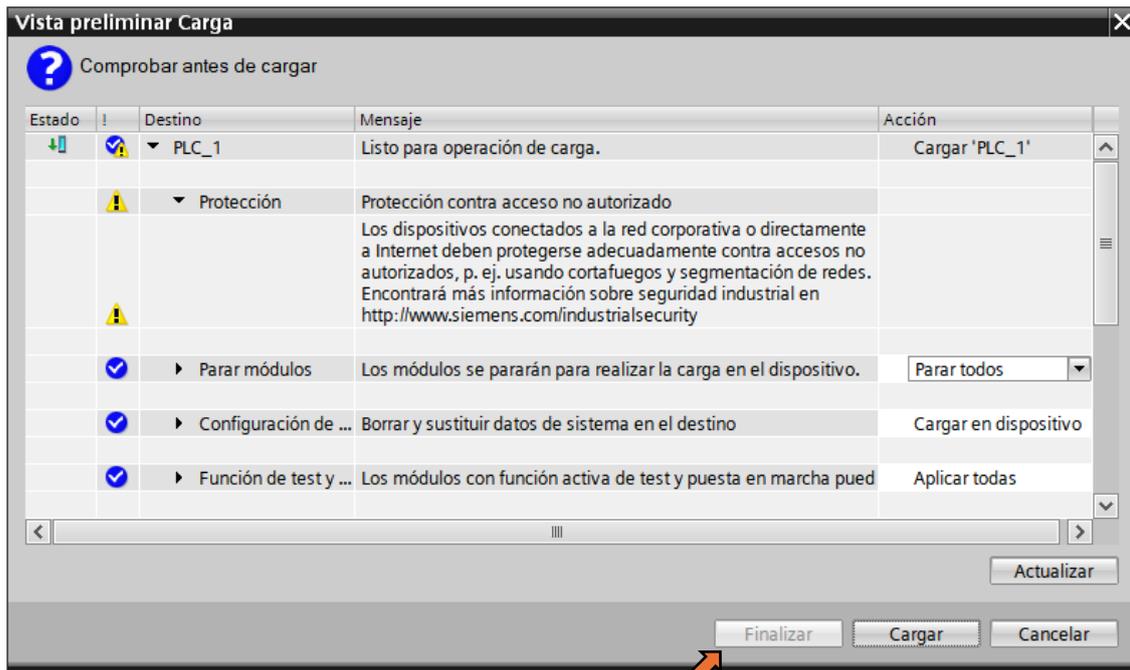


Ilustración 40 Vista preliminar de carga.

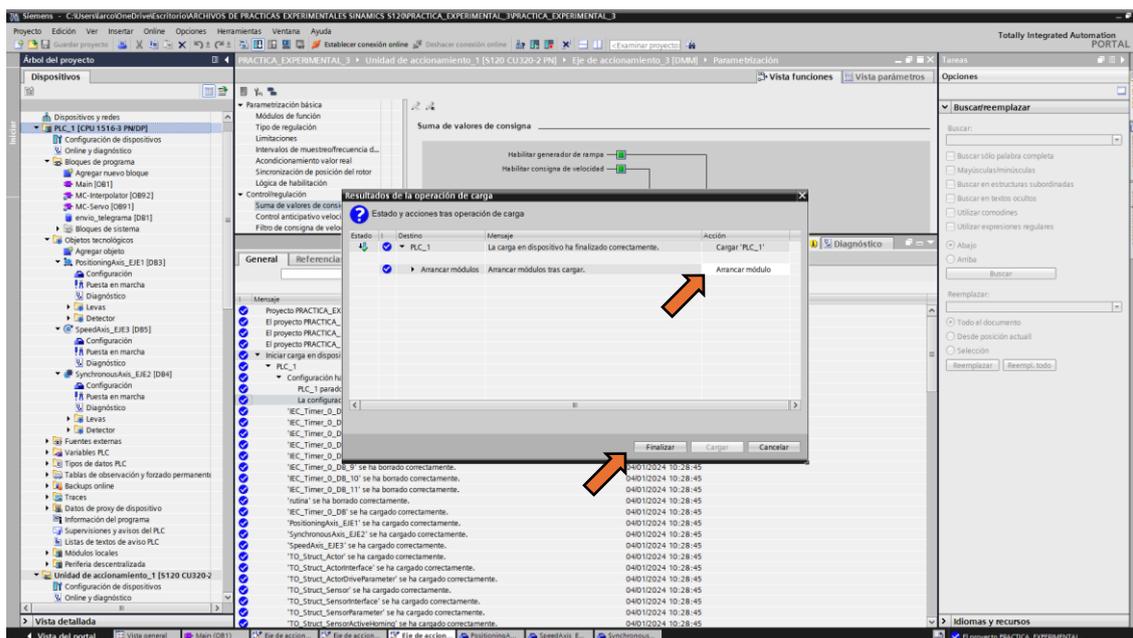
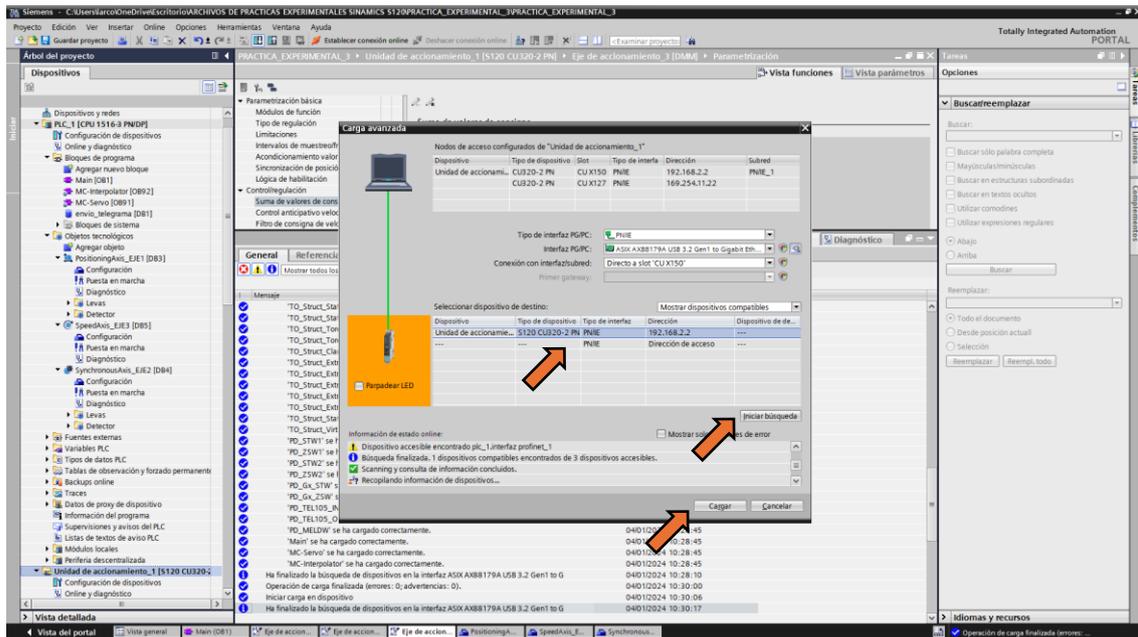


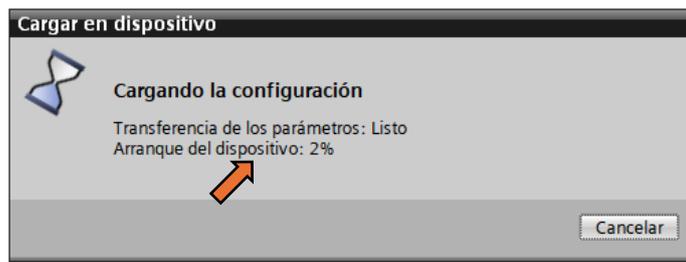
Ilustración 41 Carga en el dispositivo finalizada.

### Paso 38

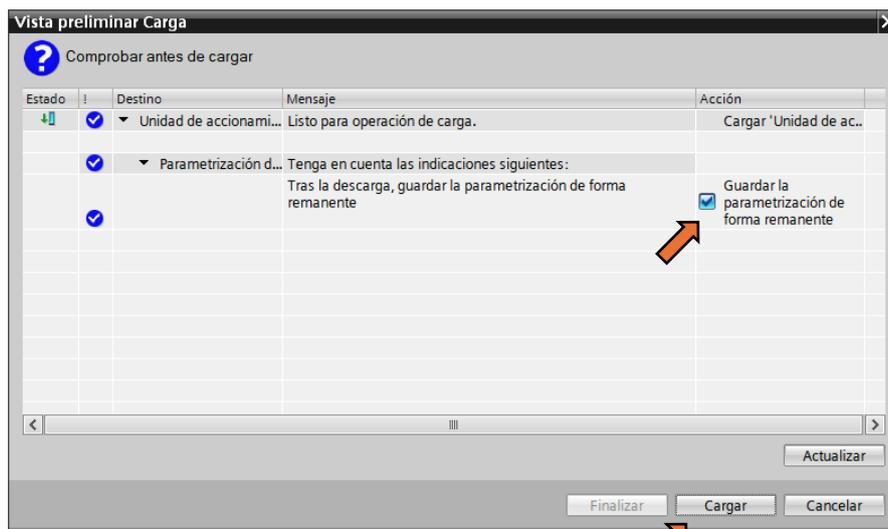
Se debe seleccionar la “Control Unit” para carga al dispositivo, se abrirá la ventana de “Carga avanzada” y se debe “Iniciar búsqueda” del dispositivo. Finalmente se da clic en “Cargar” y luego en “Finalizar”.



**Ilustración 42 Carga avanzada de la “Control Unit”.**



**Ilustración 43 Proceso de carga de la configuración.**



**Ilustración 44 Carga en el dispositivo finalizada.**

### Paso 39

Ahora se debe dirigir a “PositioningAxis” y dar clic en puesta en marcha, establecer la conexión online y se activará el “Panel de mando del eje”. Dentro del panel, en “Control

maestro” se debe dar clic en “Asumir”, se abrirá una ventana que preguntará por la activación, clic en “Si”, si se desea cambiar el “tiempo de vigilancia” se procede caso contrario continua.

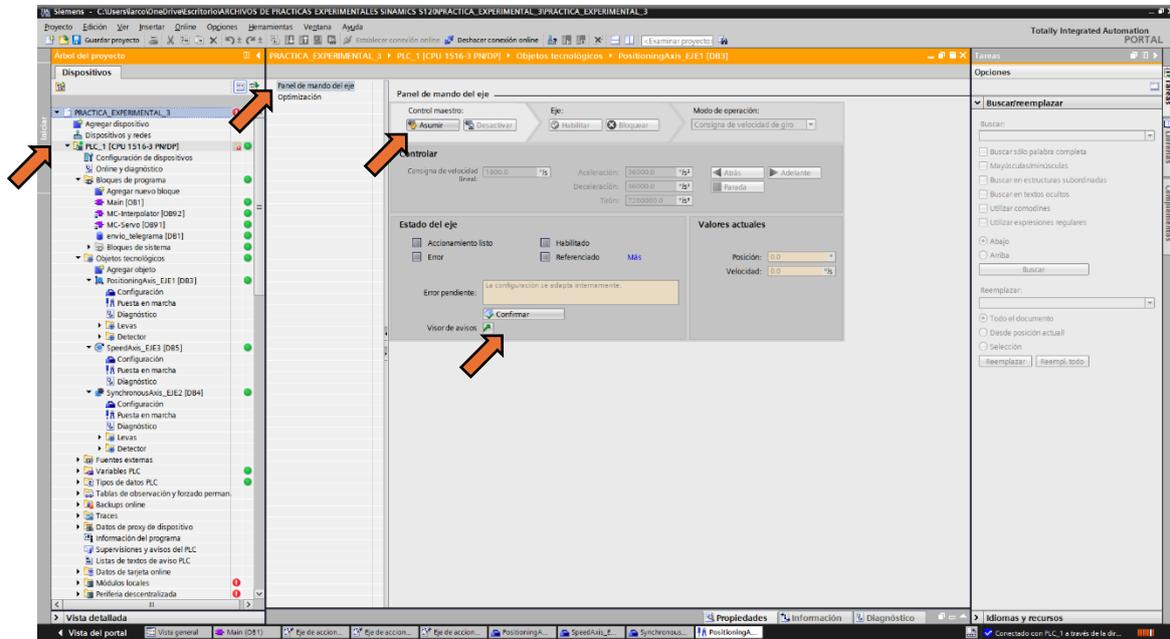


Ilustración 45 Panel de mando del eje 1.

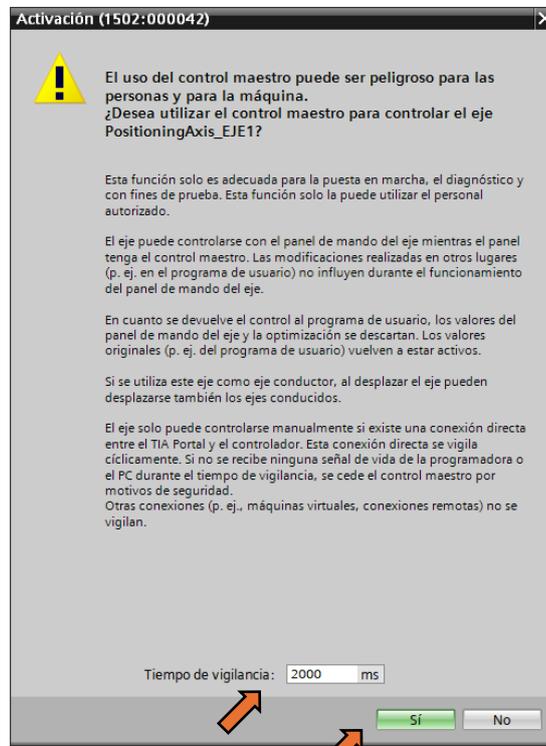


Ilustración 46 Activación del eje 1.

## Paso 40

Para empezar la puesta en marcha, se debe encerrar (0 grados) la posición en el “Modo de operación”, seleccionar “Determinar punto de referenciado”, con esto los valores actuales volverán a cero. Se debe dar clic en “Habilitar” y luego en “Inicio”.

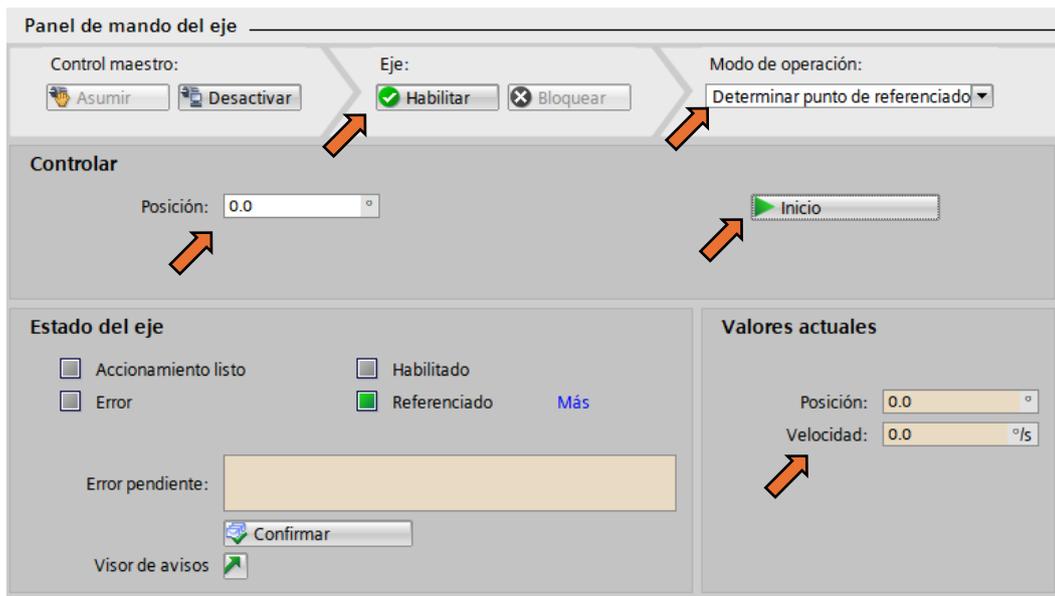


Ilustración 47 Punto de referenciado.

## Paso 41

Ahora se cambia el “Modo de Operación” a “Modo Jog”, con esto se puede seleccionar la velocidad, en grados por segundo, con la que se moverá el eje ya sea en un sentido o en sentido contrario. Se debe “habilitar” y luego dar clic en “Atrás” o “Adelante”.

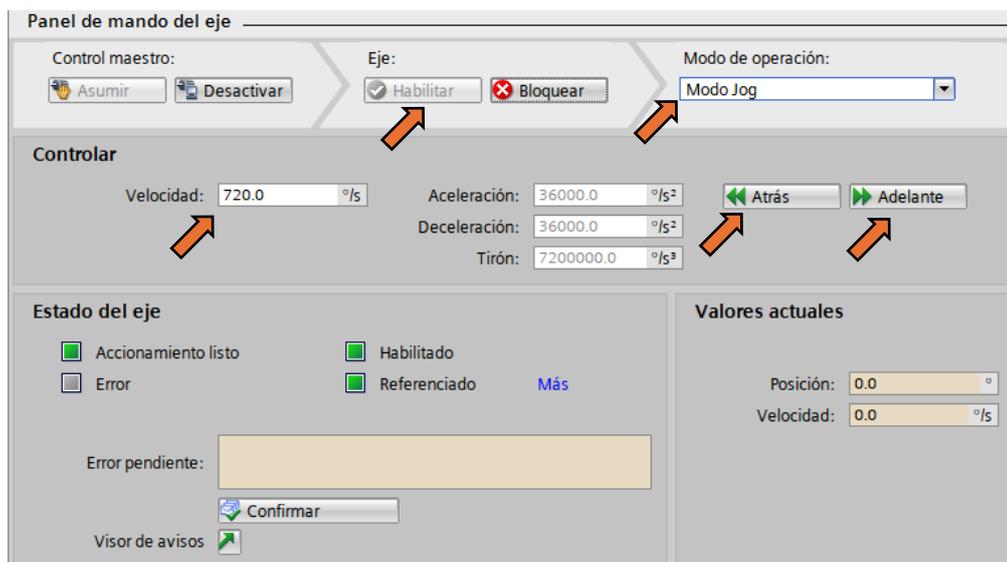


Ilustración 48 Modo Jog.

## Paso 42

Así mismo se cambia el “Modo de Operación” a “Consigna de velocidad de giro”, con esto se puede seleccionar la consigna de velocidad lineal, en grados por segundo, con la que se moverá el servomotor ya sea en un sentido o en sentido contrario. Se debe “habilitar” y luego dar clic en “Atrás” o “Adelante”.

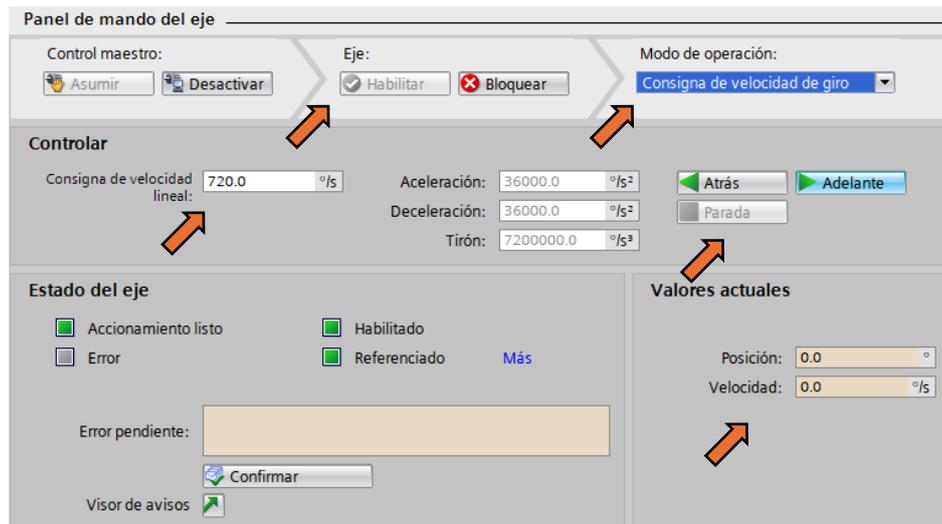


Ilustración 49 Consigna de velocidad de giro.

## Paso 43

Así mismo se cambia el “Modo de Operación” a “Posicionamiento Relativo”, con esto se puede seleccionar el recorrido en grados y la velocidad en grados por segundo, con la que se moverá el servomotor ya sea en un sentido o en sentido contrario. Se debe “habilitar” y luego dar clic en “Atrás” o “Adelante”.

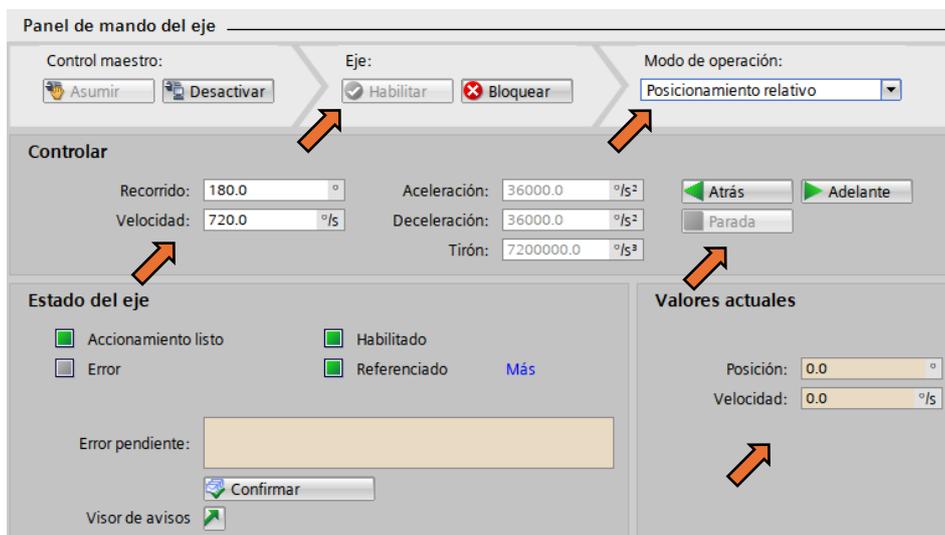


Ilustración 50 Posicionamiento Relativo.

#### Paso 44

Finalmente se cambia el “Modo de Operación” a “Posicionamiento Absoluto”, con esto se puede seleccionar el recorrido en grados y la velocidad en grados por segundo, con la que se moverá el servomotor ya sea en un sentido o en sentido contrario. Se debe “habilitar” y luego dar clic en “Atrás” o “Adelante”.

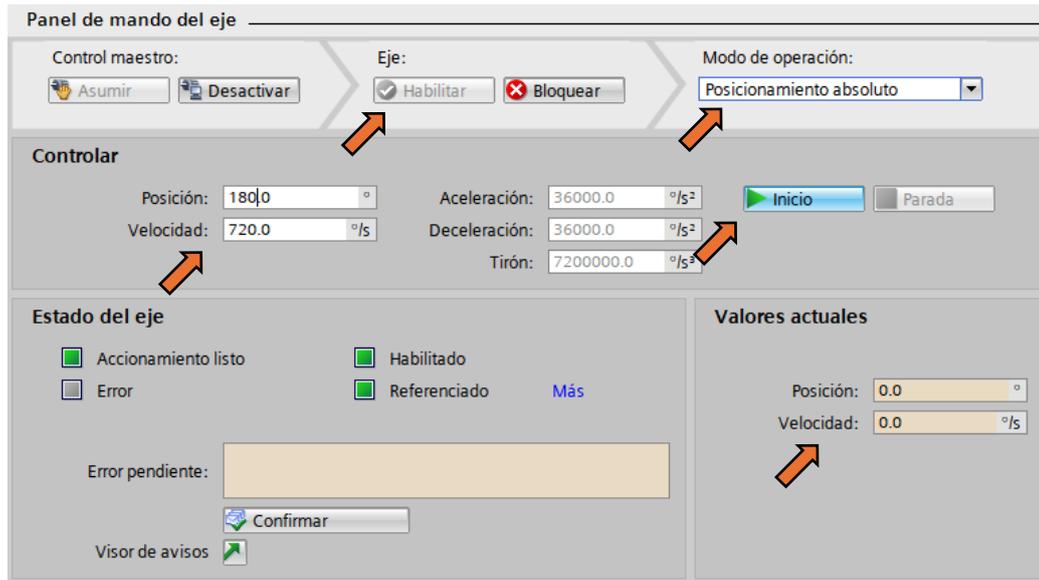


Ilustración 51 Posicionamiento Absoluto.

#### Paso 45

Ahora se debe dirigir a “SynchronousAxis” y dar clic en puesta en marcha, establecer la conexión online y se activará el “Panel de mando del eje”. Dentro del panel, en “Control maestro” se debe dar clic en “Asumir”, se abrirá una ventana que preguntará por la activación, clic en “Si”, si se desea cambiar el “tiempo de vigilancia” se procede caso contrario continua.

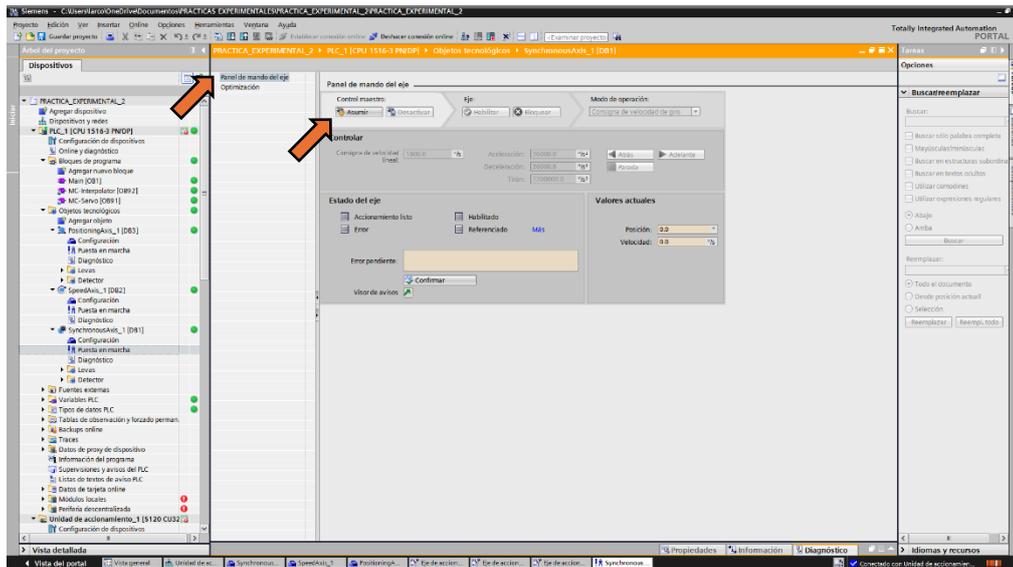


Ilustración 52 Panel de mando del eje 2.

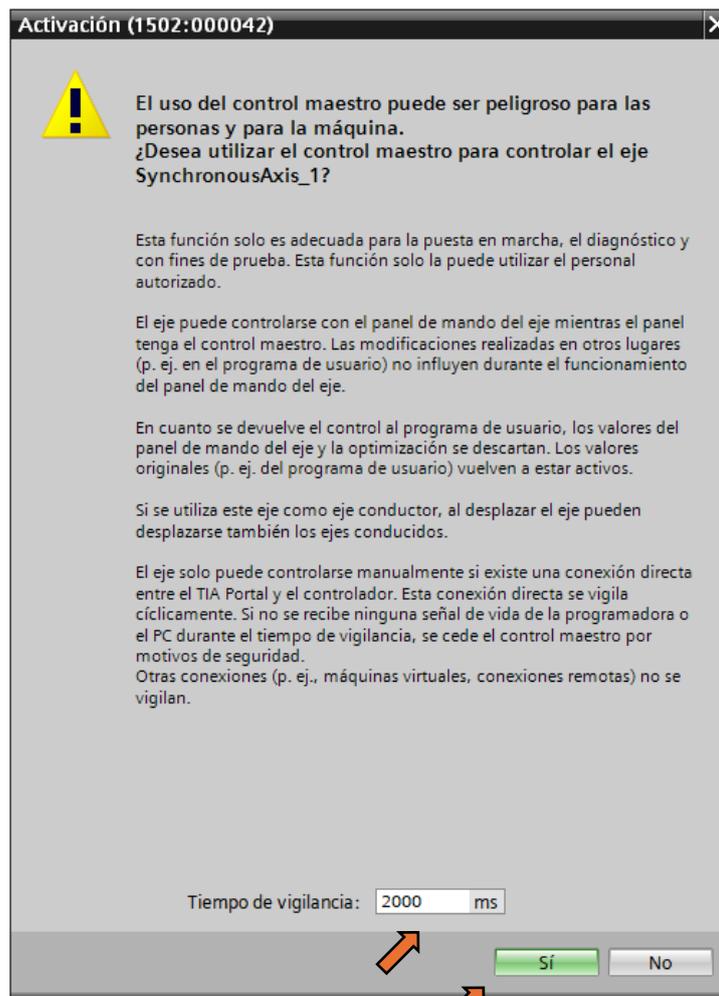


Ilustración 53 Activación del eje 2.

## Paso 46

Para empezar la puesta en marcha, se debe encerrar (0 grados) la posición en el “Modo de operación”, seleccionar “Determinar punto de referenciado”, con esto los valores actuales volverán a cero. Se debe dar clic en “Habilitar” y luego en “Inicio”.



Ilustración 54 Punto de referenciado.

## Paso 47

Ahora se cambia el “Modo de Operación” a “Modo Jog”, con esto se puede seleccionar la velocidad, en grados por segundo, con la que se moverá el servomotor ya sea en un sentido o en sentido contrario. Se debe “habilitar” y luego dar clic en “Atrás” o “Adelante”.

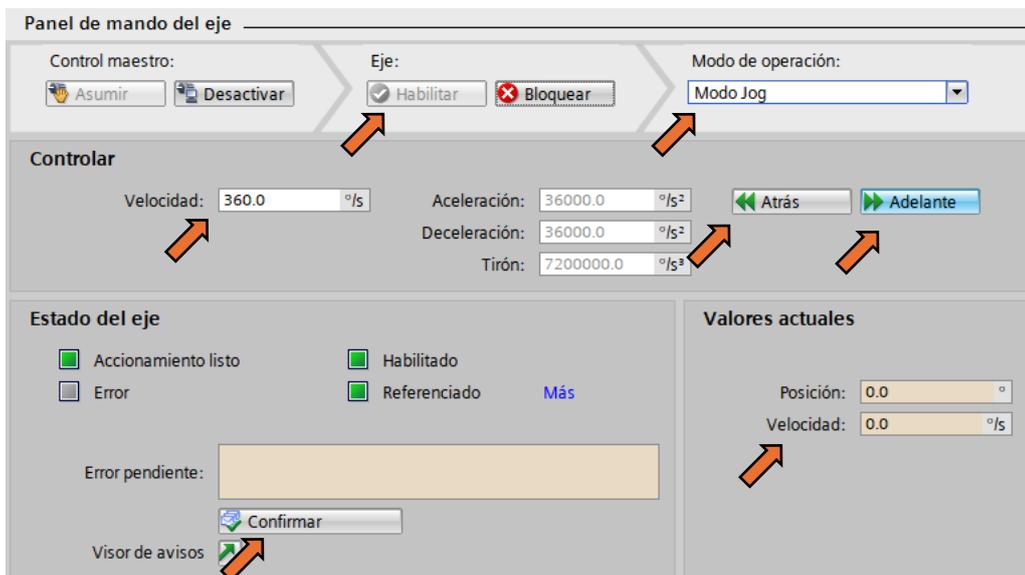


Ilustración 55 Modo Jog.

### Paso 48

Así mismo se cambia el “Modo de Operación” a “Consigna de velocidad de giro”, con esto se puede seleccionar la consigna de velocidad lineal, en grados por segundo, con la que se moverá el servomotor ya sea en un sentido o en sentido contrario. Se debe “habilitar” y luego dar clic en “Atrás” o “Adelante”.



Ilustración 56 Consigna de velocidad de giro.

### Paso 49

Así mismo se cambia el “Modo de Operación” a “Posicionamiento Relativo”, con esto se puede seleccionar el recorrido en grados y la velocidad en grados por segundo, con la que se moverá el servomotor ya sea en un sentido o en sentido contrario. Se debe “habilitar” y luego dar clic en “Atrás” o “Adelante”.

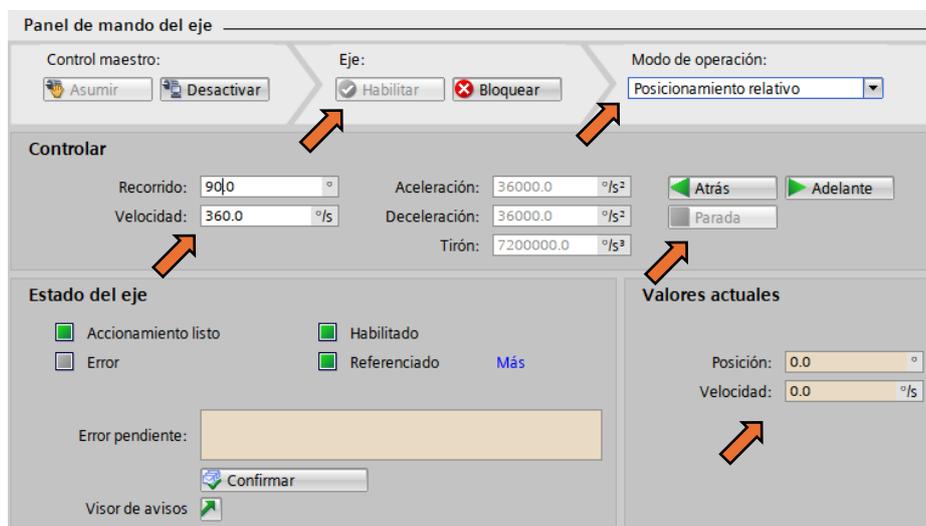
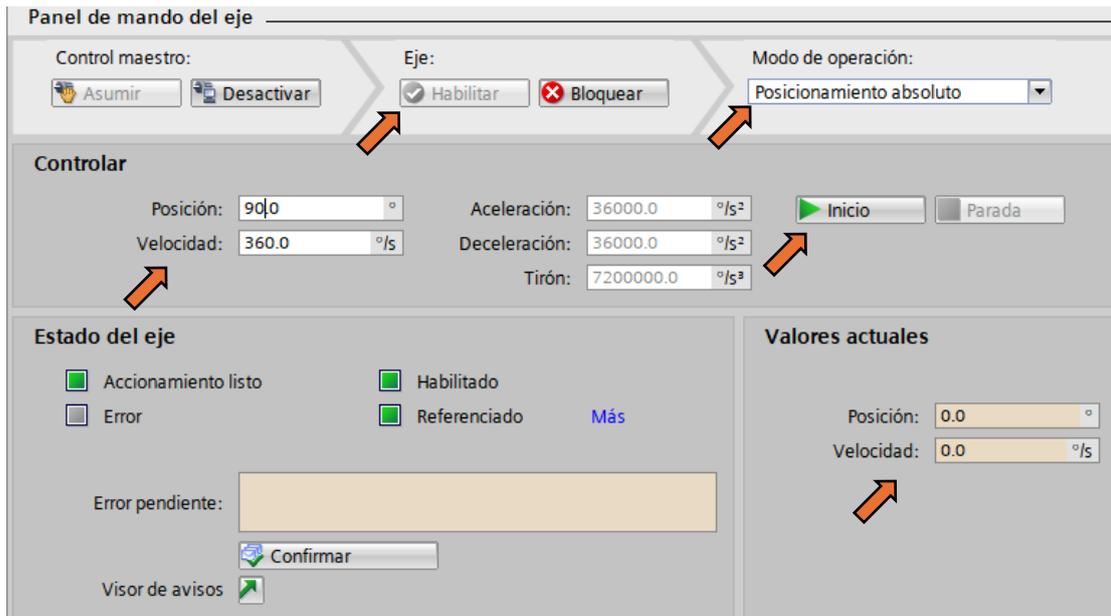


Ilustración 57 Posicionamiento Relativo.

## Paso 50

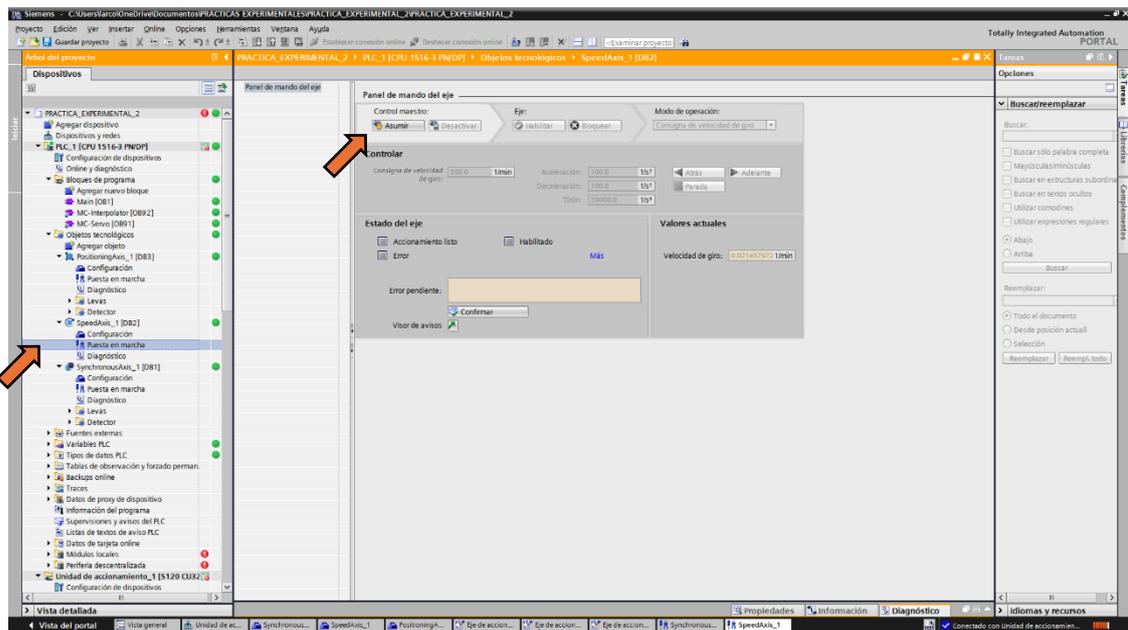
Finalmente se cambia el “Modo de Operación” a “Posicionamiento Absoluto”, con esto se puede seleccionar el recorrido en grados y la velocidad en grados por segundo, con la que se moverá el servomotor ya sea en un sentido o en sentido contrario. Se debe “habilitar” y luego dar clic en “Atrás” o “Adelante”.



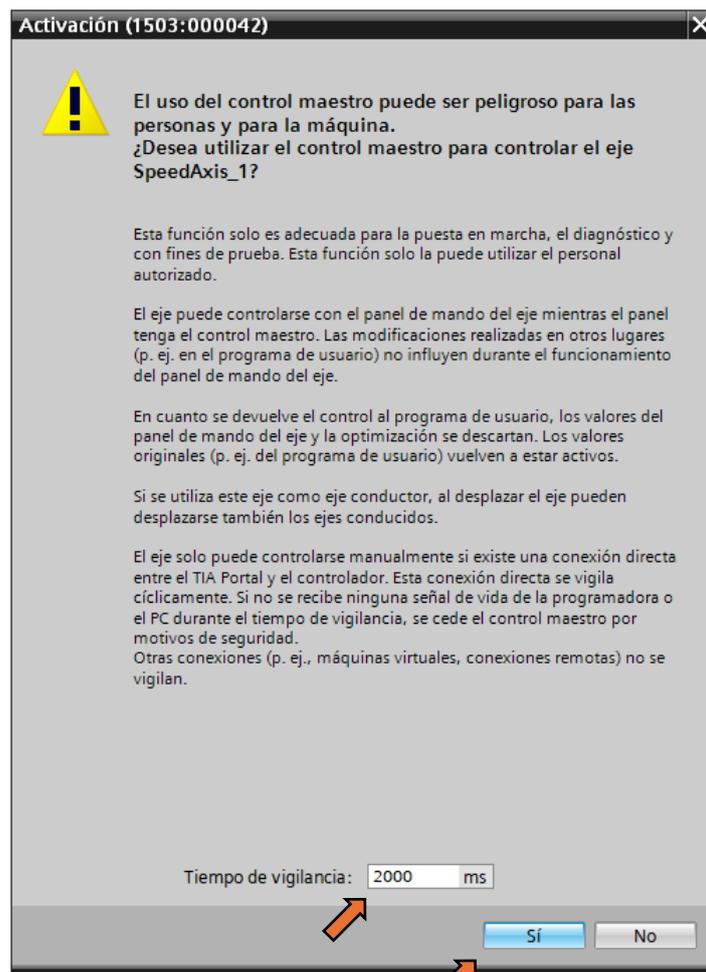
**Ilustración 58 Posicionamiento absoluto.**

## Paso 51

Ahora se debe dirigir a “SpeedAxis” y dar clic en puesta en marcha, establecer la conexión online y se activará el “Panel de mando del eje”. Dentro del panel, en “Control maestro” se debe dar clic en “Asumir”, se abrirá una ventana que preguntará por la activación, clic en “Si”, si se desea cambiar el “tiempo de vigilancia” se procede caso contrario continua.



**Ilustración 59 Panel de mando del eje 3.**



**Ilustración 60 Activación del eje 3.**

## Paso 52

Ahora se cambia el “Modo de Operación” a “Modo Jog”, con esto se puede seleccionar la velocidad de giro, en revoluciones por minuto, con la que se moverá el servomotor ya sea en un sentido o en sentido contrario. Se debe “habilitar” y luego dar clic en “Atrás” o “Adelante”. Así mismo se cambia el “Modo de Operación” a “Consigna de velocidad de giro”, con esto se puede seleccionar la consigna de velocidad lineal, en revoluciones por minuto, con la que se moverá el servomotor ya sea en un sentido o en sentido contrario. Se debe “habilitar” y luego dar clic en “Atrás” o “Adelante”.

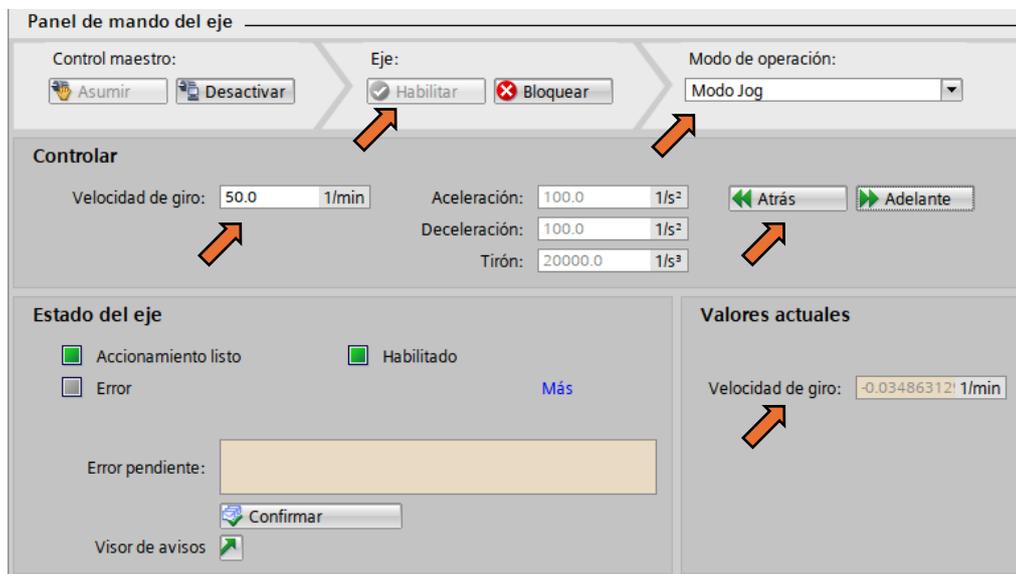


Ilustración 61 Modo Jog.



Ilustración 62 Consigna de velocidad de giro.

# Práctica Experimental #4

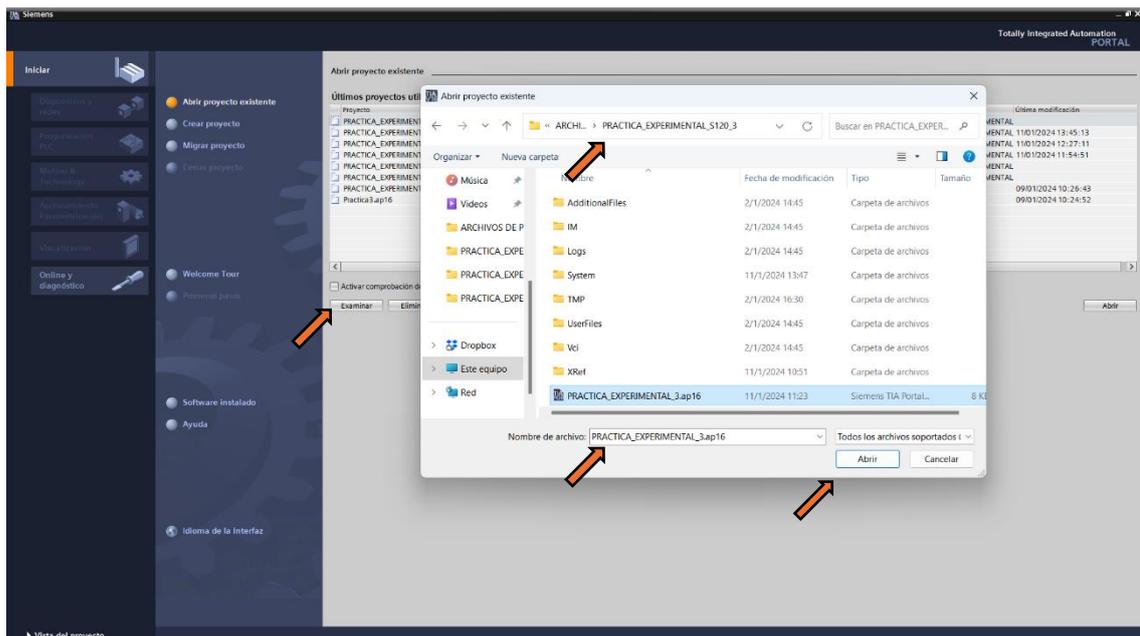
**Título:** Sintonización, optimización y trazas.

**Al final esta práctica usted debe poder:**

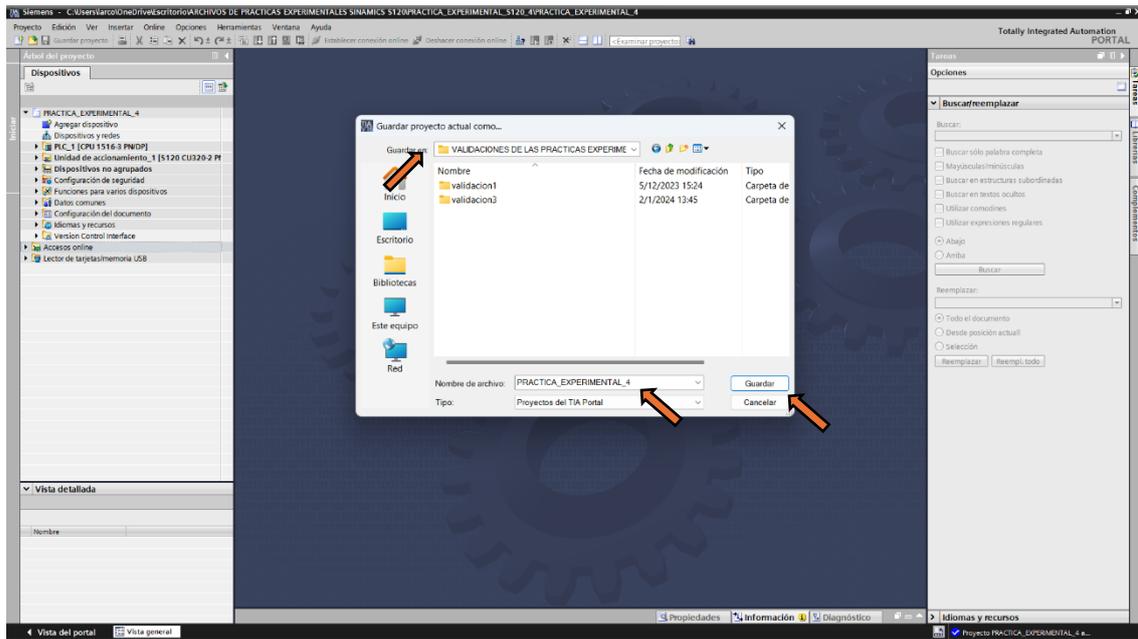
- Realizar gráficas y mediciones de las variables físicas y eléctricas de los ejes de accionamiento.
- Optimizar el controlador y la velocidad. Sintonizar la respuesta dinámica.
- Configurar estructura de control del tipo servo.

## Paso 1

Cargar el archivo de la “PRACTICA\_EXPERIMENTAL\_S120\_3” dando clic en “Examinar”, buscar el archivo en la ruta dada previo a esta práctica, una vez seleccionada, dar clic en “Open”. Luego se ingresa a la vista del proyecto y se procede a guardar el proyecto con el nombre: “PRACTICA\_EXPERIMENTAL\_S120\_4” en la ruta que usted crea conveniente o en la siguiente ruta: C:\Users\larco\OneDrive\Escritorio\VALIDACIONES DE LAS PRACTICAS EXPERIMENTALES SINAMICS S120



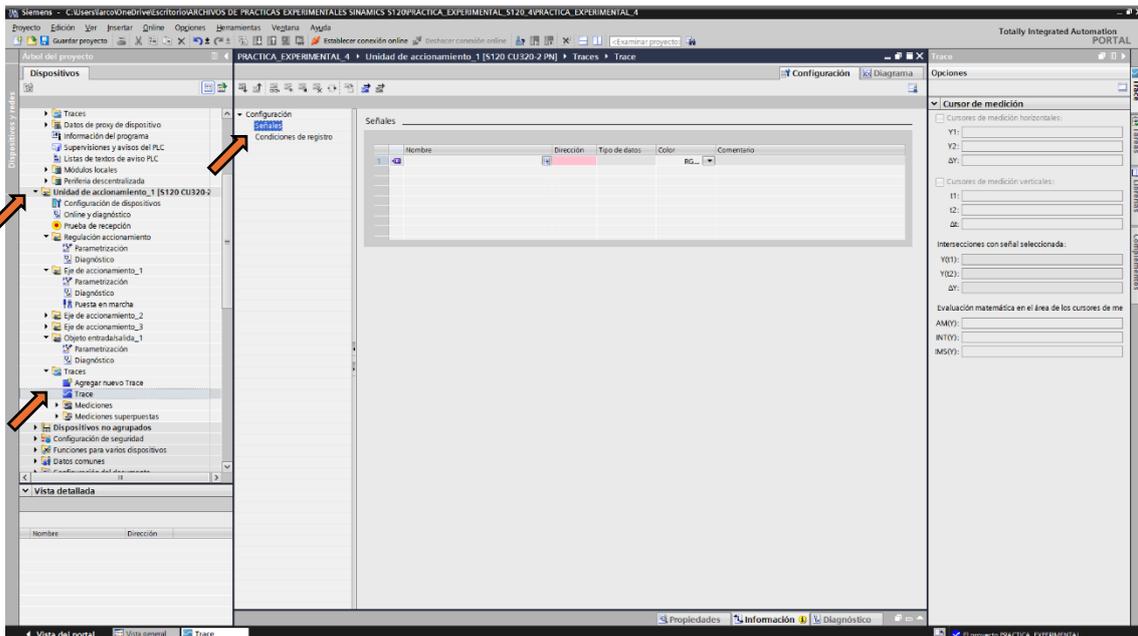
**Ilustración 10 Ubicación y carga de un proyecto en TIA PORTAL**



**Ilustración 2 Archivo de la práctica experimental 4 guardado.**

## Paso 2

Acceder a la “Vista del proyecto”, en el “árbol del proyecto” desplegar la pestaña “Unidad de accionamiento\_1” y dirigirse a “Traces”, desplegar y dar clic en “Agregar nuevo trace”. Se abrirá una ventana para proceder a configurar las señales a graficar y las condiciones del registro.



**Ilustración 11 Vista de la ventana Traces dentro de la unidad de accionamiento.**

### Paso 3

En “Señales” se procede a agregar cualquier señal de los tres ejes de accionamiento, señales que pueden ser físicas o eléctricas tales como la velocidad, el torque, la corriente, el voltaje, etc. Se las puede encontrar mediante su dirección, agregar las señales que se muestran a continuación.



Ilustración 12 Señales para la Traza.

### Paso 4

Dirigirse al “Main [OB1]” dentro del “PLC\_1” y cargar los datos al dispositivo, iniciar la búsqueda de la dirección IP y asignar dicha dirección, cargar y finalizar. También se debe cargar los datos de la unidad de accionamiento “Control Unit”, iniciar la búsqueda de la dirección IP, cargar y finalizar.

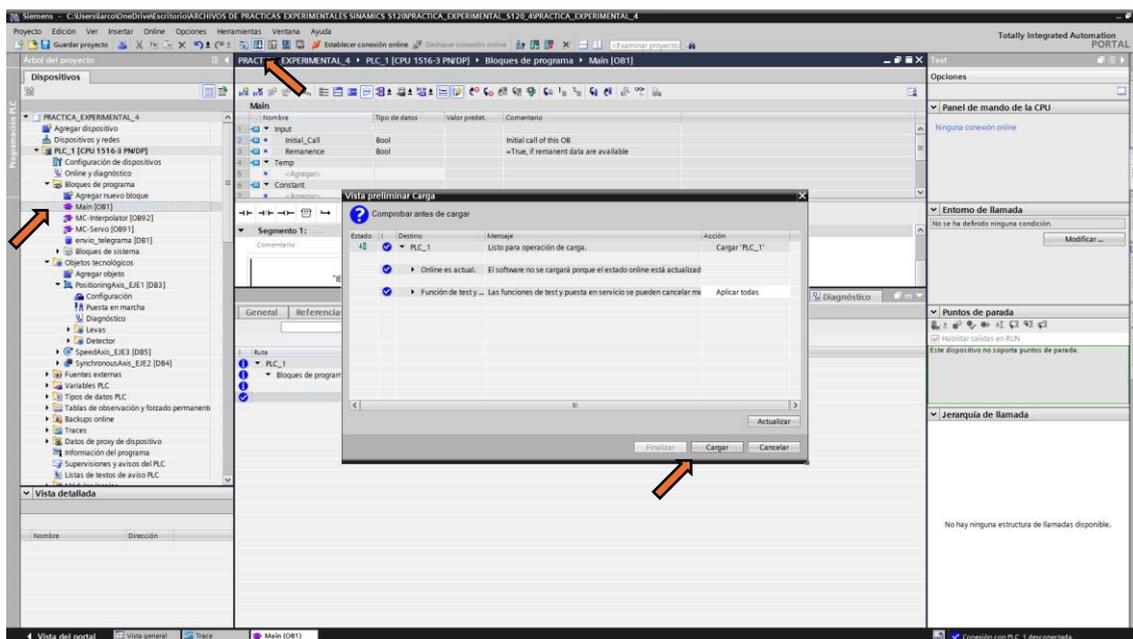


Ilustración 13 Vista preliminar de carga.

## Paso 5

Se procede a activar la conexión en línea y el modo de visualización.

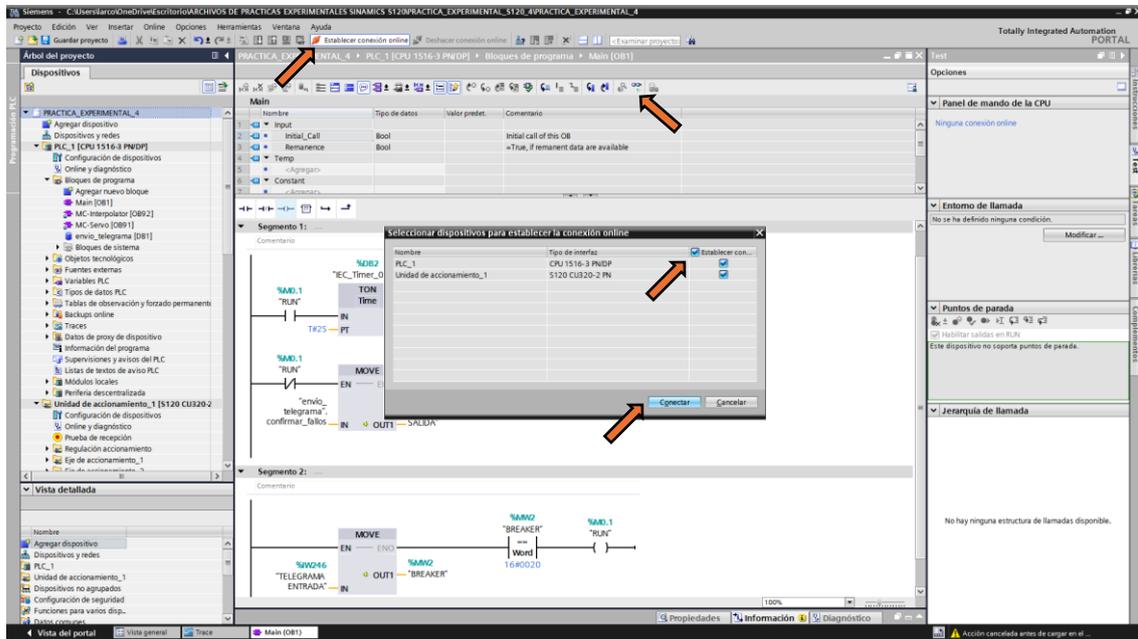


Ilustración 6 Bloques “Move” para alimentación y acusar fallos del eje 3.

## Paso 6

Luego de activar el modo de visualización, subir el “breaker” para la alimentación trifásica, la variable “RUN” se forzará a “1” automáticamente.

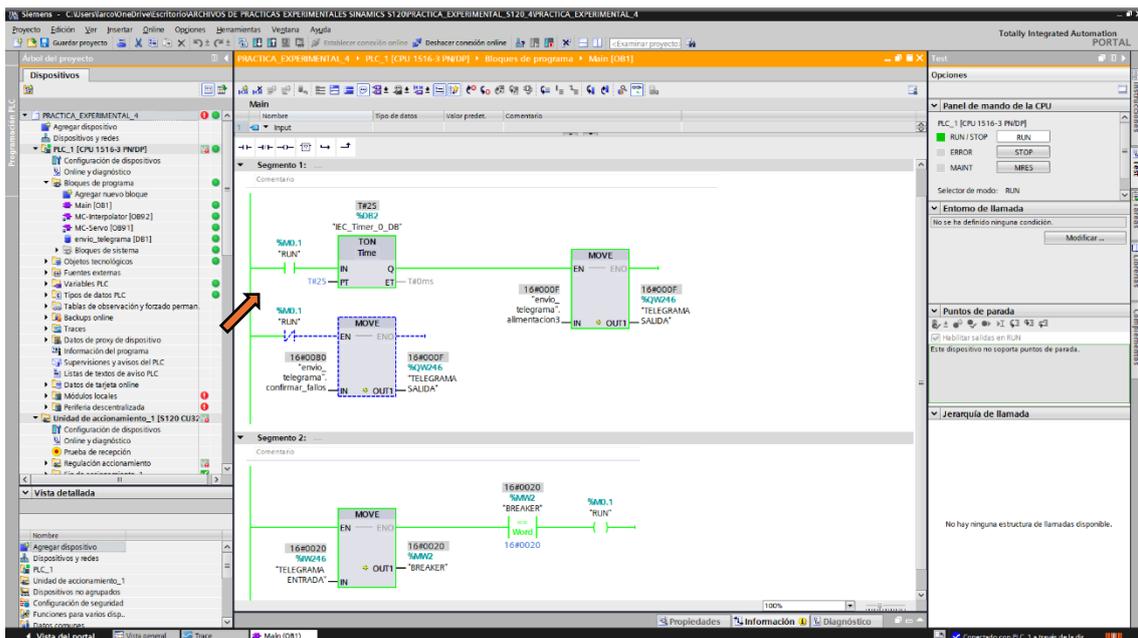


Ilustración 7 Activación del “breaker” para la alimentación trifásica.

## Paso 7

Volver a la pestaña “Trace” e ir a la opción “Condiciones de registro”, elegir la forma en la que se procederá a realizar la traza.

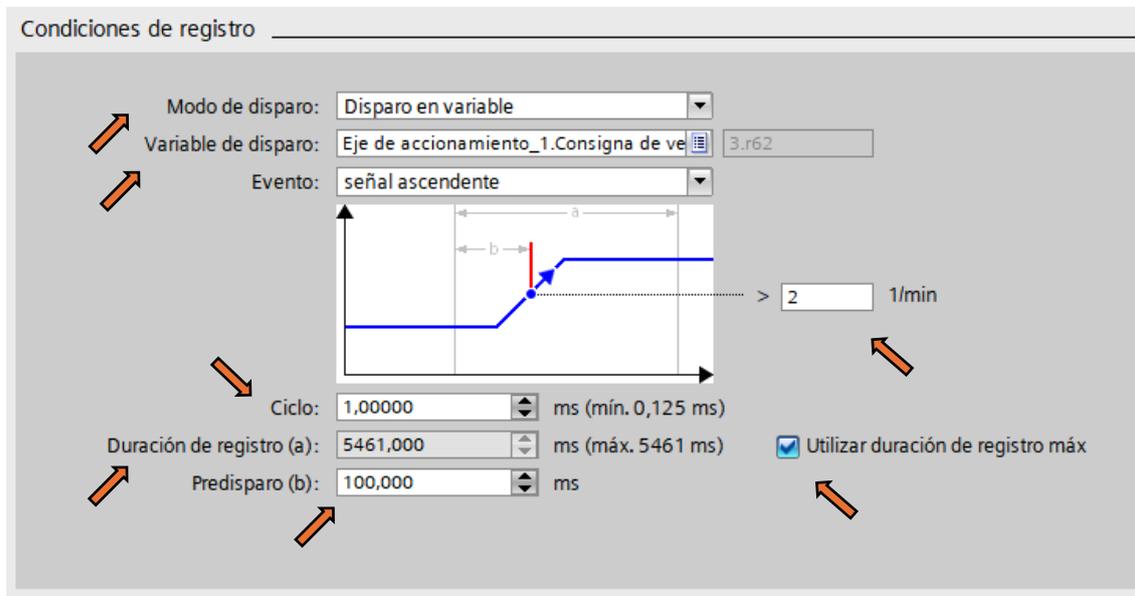


Ilustración 8 Condiciones de registro de la traza.

## Paso 8

En la sección de “Diagrama” iniciar la grabación e inmediatamente ir al objeto tecnológico del eje, del cual fue configurada las señales, para accionarlo.

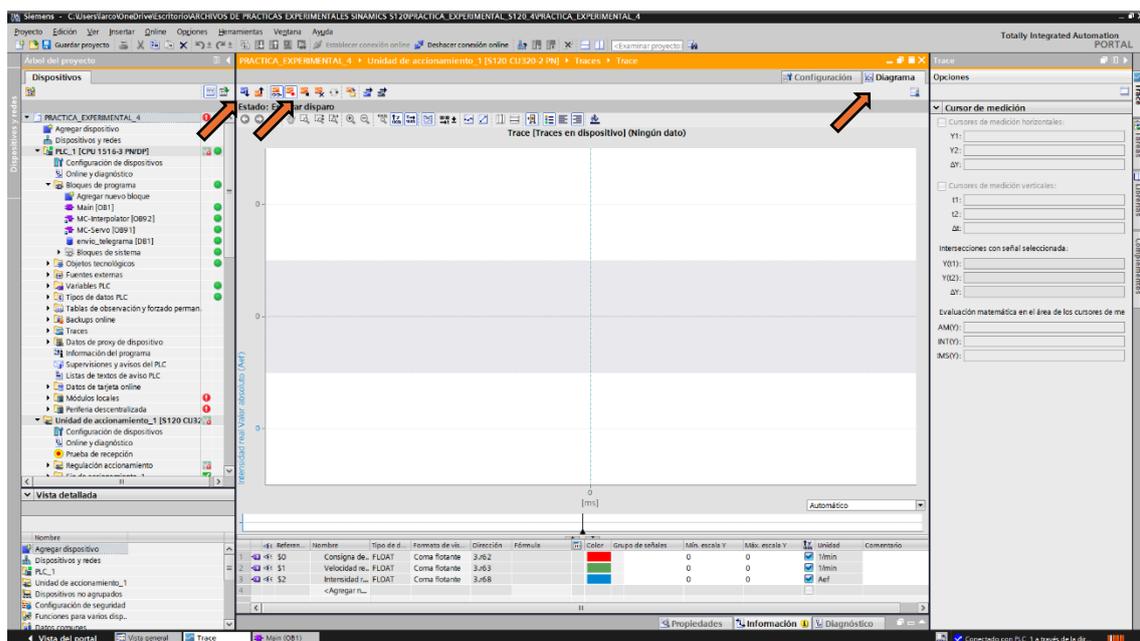


Ilustración 9 Diagrama de las trazas.

## Paso 9

Dentro del objeto tecnológico “PositioningAxis\_EJE1” ir a “Puesta en marcha” y dentro del “Panel de mando del eje”, asumir el mando, “Habilitar” el eje y asignar una velocidad de 1000.0 grados por segundo, realizar movimiento “adelante” y luego de 10 segundos, desactivar el mando.

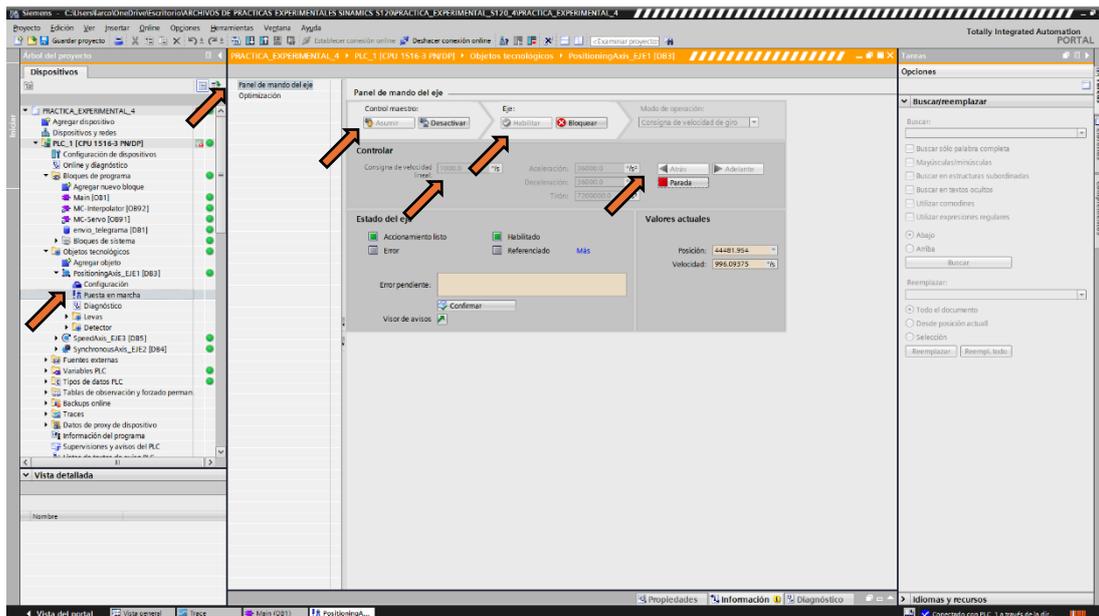


Ilustración 10 Panel de mando del eje de accionamiento 1.

## Paso 10

Al volver a la sección de “Diagrama” dentro de “Traces” se observará las señales.

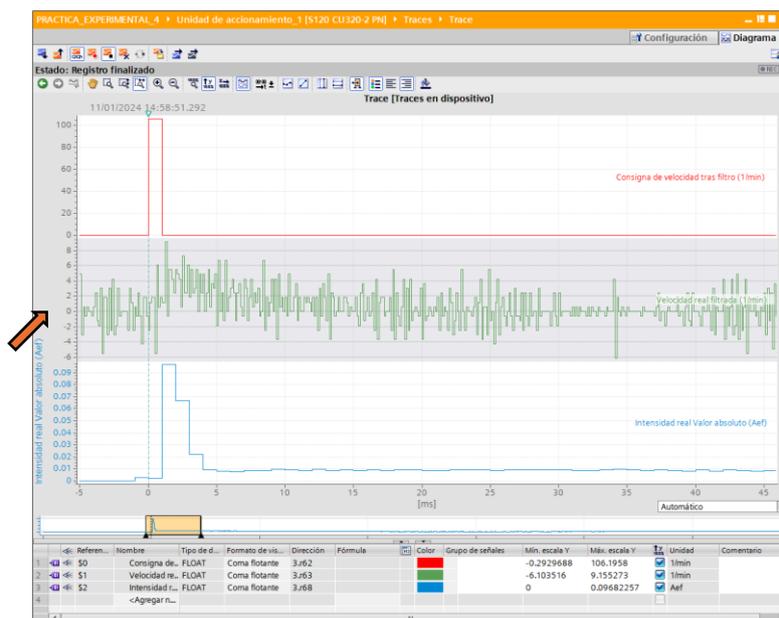


Ilustración 11 Señales de consigna, velocidad real, intensidad real de valor absoluto.

## Paso 11

Desactivar la conexión en línea. Se procede a realizar los siguientes ejercicios.

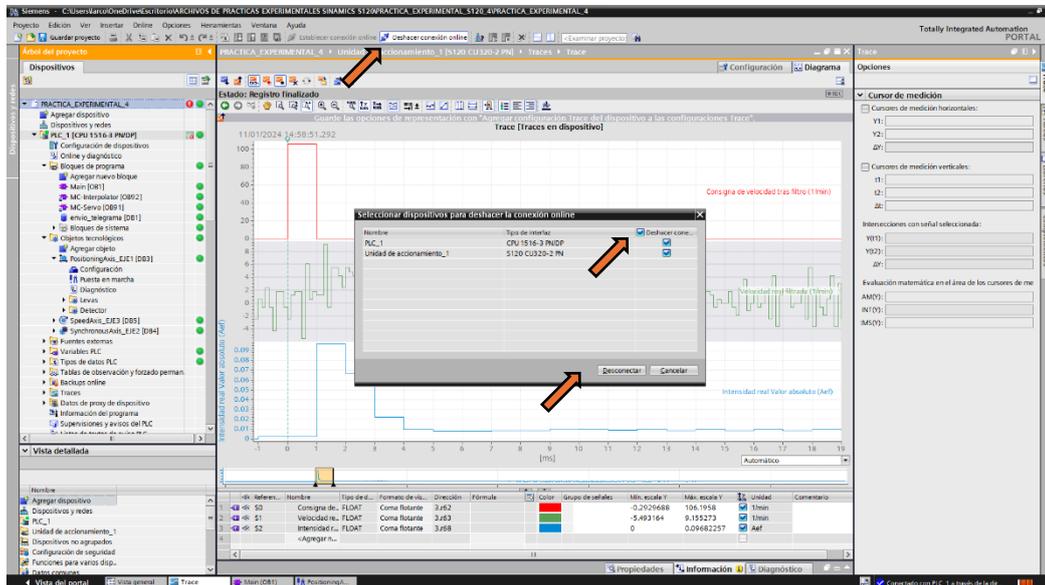
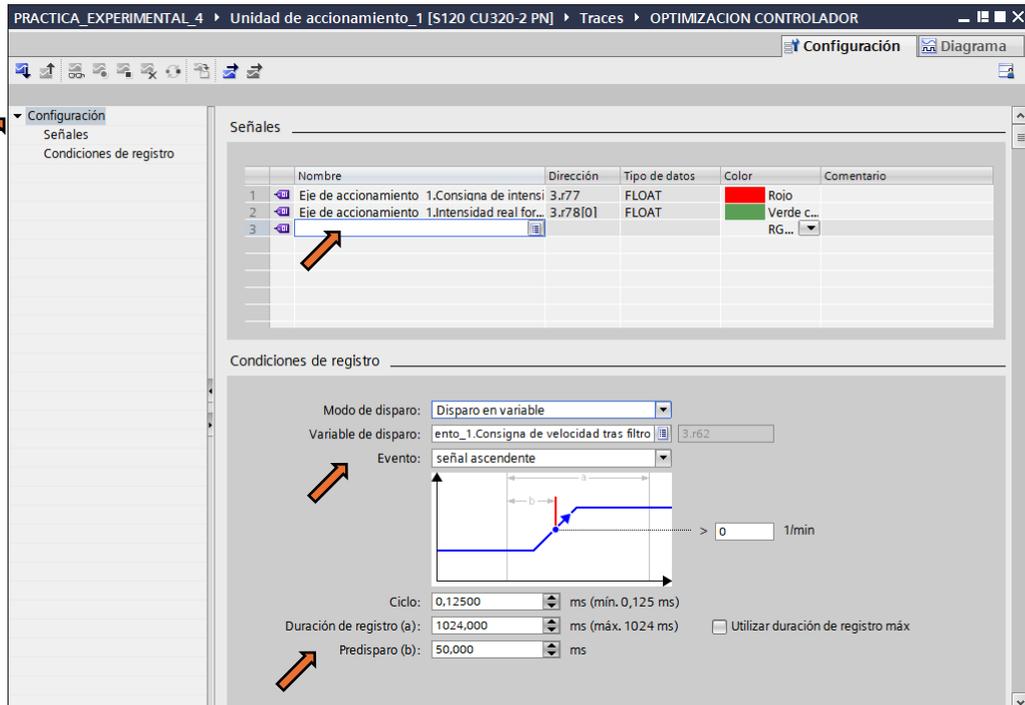


Ilustración 12 Desactivación de la conexión en línea.

## Paso 12

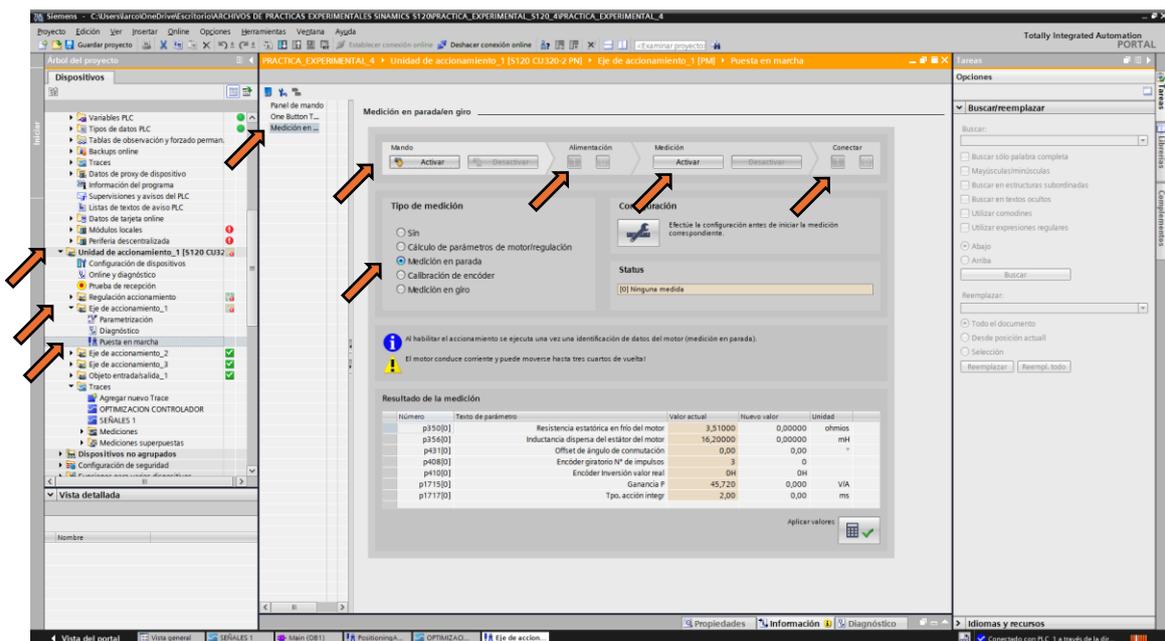
Agregar una nueva traza y colocar el nombre “Optimización Controlador”, se procederá a realizar una optimización de la velocidad en el controlador. Se agregan las señales que se muestran en la imagen. El “Modo de disparo” se elige “Disparo en variable”, en “Variable de disparo” se elige el parámetro “3.r62” y en “Evento” que sea “señal ascendente”. Colocar los tiempos según se muestra.



**Ilustración 13 Trazo para la optimización del controlador.**

### Paso 13

Activar la conexión en línea, iniciar la grabación e inmediatamente dirigirse a “Unidad de accionamiento\_1”, en “Eje de accionamiento 1”, “Puesta en marcha” en la opción “Medición en parada/en giro”. Dar clic en “Activar”, en “Tipo de medición” elegir “Medición en parada”, luego dar clic en “Activar” y en “Conectar dar clic en “1”.



**Ilustración 14 Valores actuales de la medición en parada.**

## Paso 14

La medición comenzará, como resultado de la medición, aparecerán valores nuevos, estos valores deben ser aplicados al controlador actual.

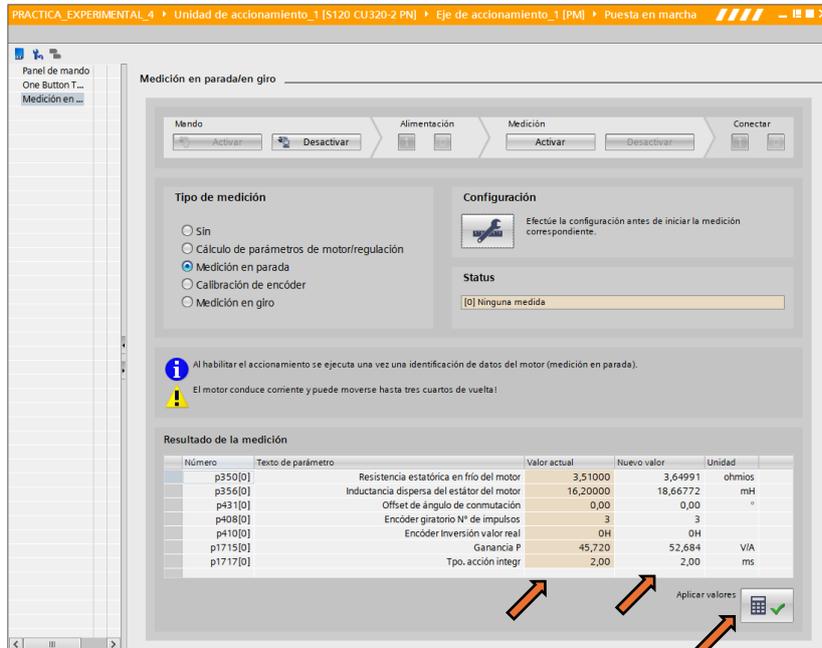


Ilustración 15 Valores nuevos de la medición en parada.

## Paso 15

Volver a la traza "Optimización Controlador" y se observará la señal de torque después de haber aplicado los valores nuevos de la medición.

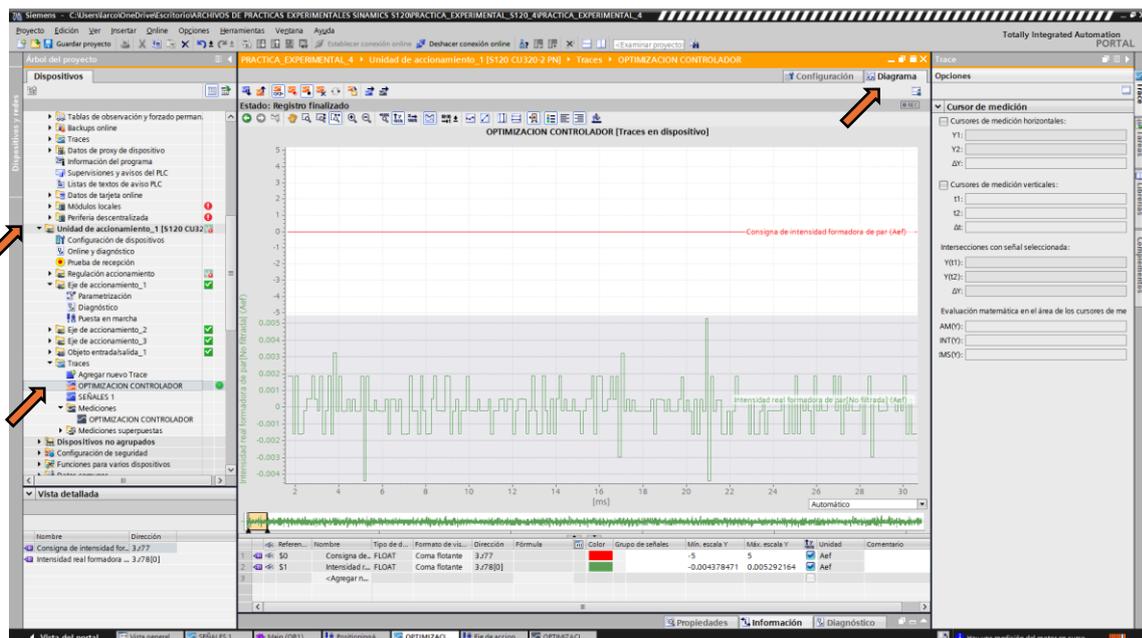


Ilustración 16 Señal de consigna de intensidad formadora de par filtrada.

## Paso 16

Dirigirse a “Unidad de accionamiento\_1”, en “Eje de accionamiento 1”, “Parametrización” ir a “filtro de consigna de intensidad” y verificar que los filtros desde el segundo en adelante estén vacíos. Se procede a realizar la sintonización de la respuesta dinámica.

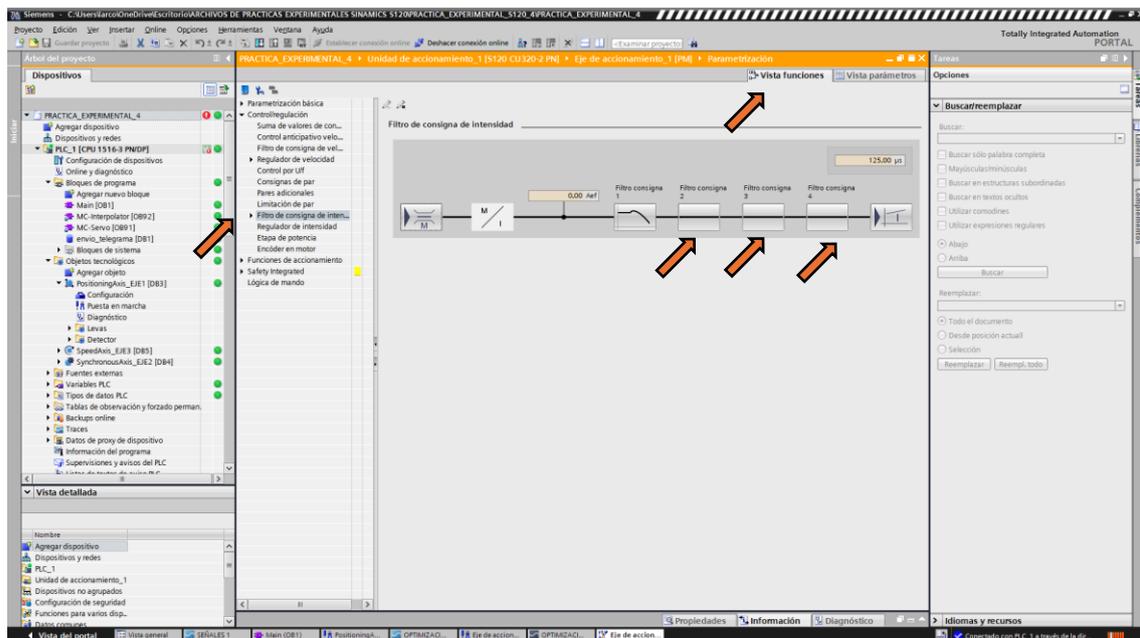
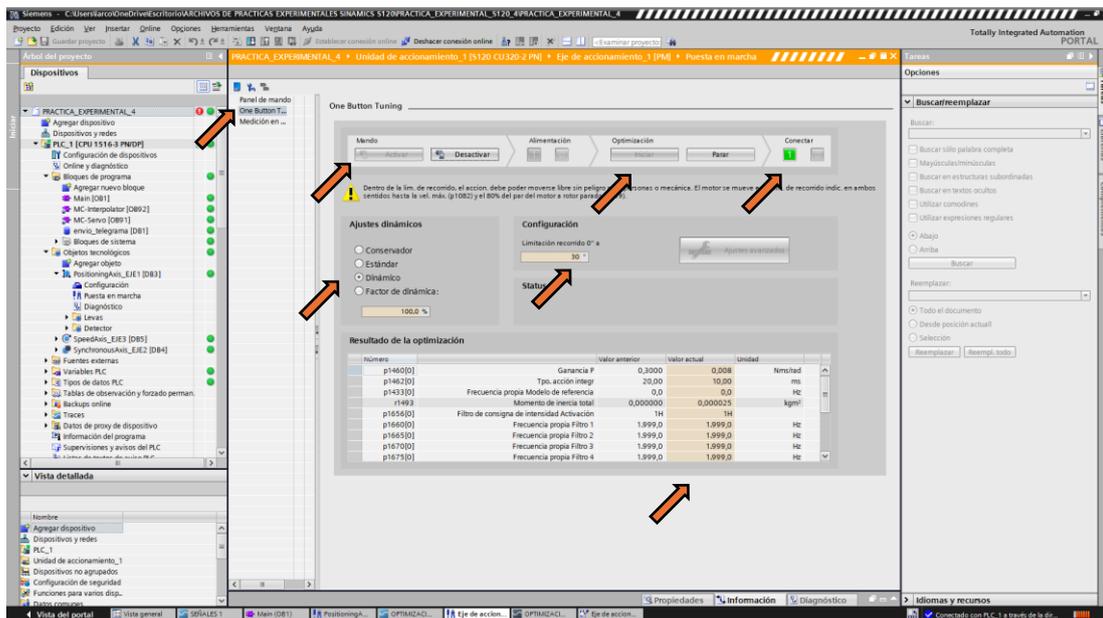


Ilustración 17 filtro de consigna de intensidad.

## Paso 17

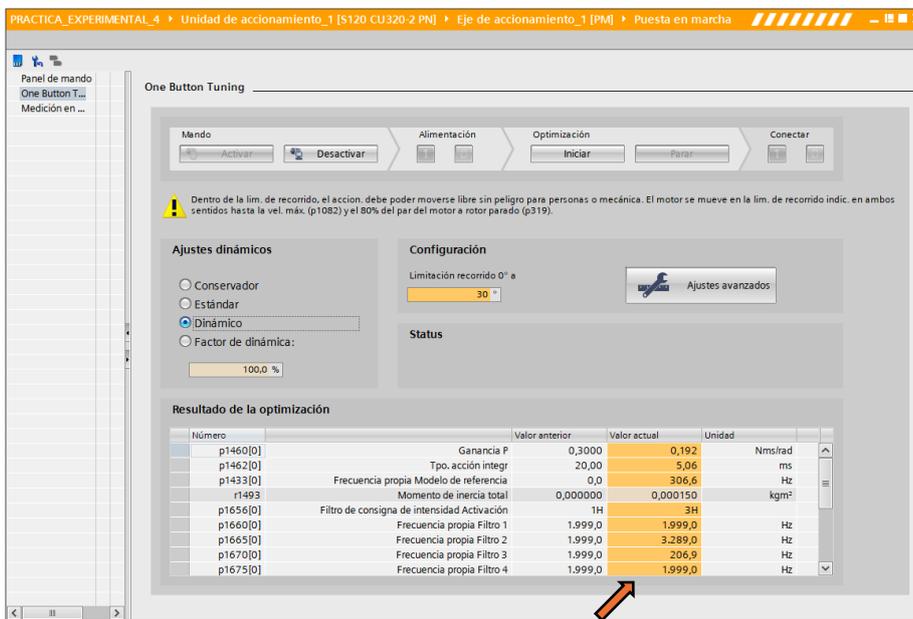
Ahora dar clic en “Puesta en marcha”, dentro del eje de accionamiento mismo, y dirigirse a la opción “One Button Tunig”. En “Ajustes dinámicos” elegir “Dinámico”, se debe “Activar” el mando, luego la “Alimentación” en “1”, luego la “Optimización” a “1” y finalmente “Conectar” en “1”. Se realizará la sintonización y se mostrarán los valores actuales como resultado.



**Ilustración 18** Ventana de “One Button Tuning” para la respuesta dinámica.

## Paso 18

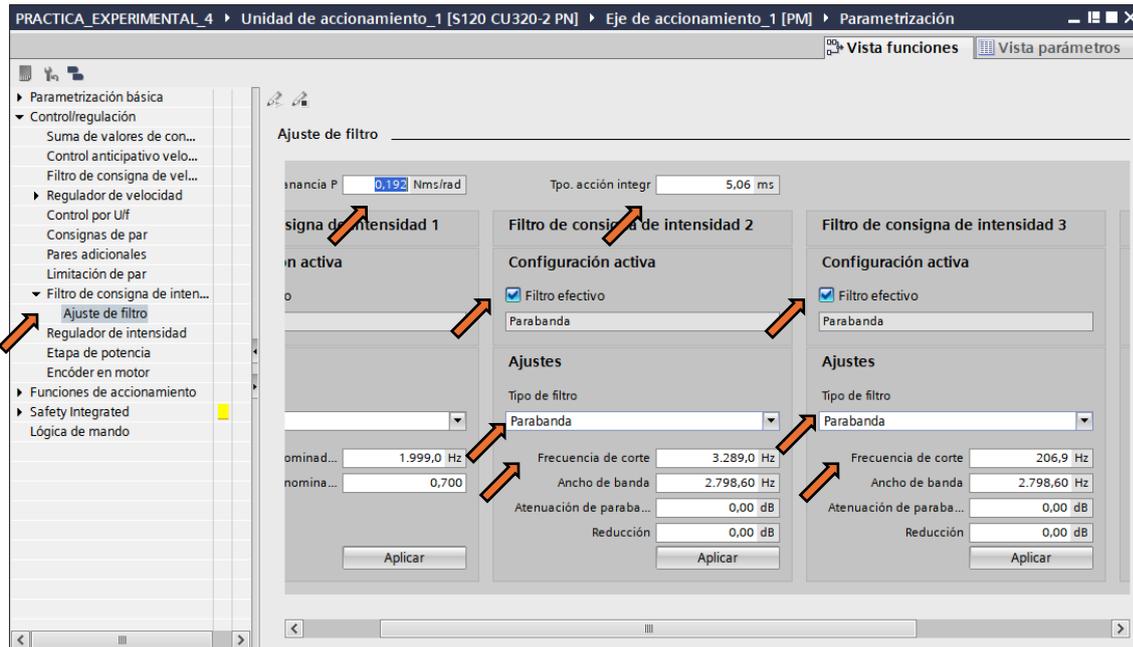
Se debe anotar los valores actuales de la “Ganancia P”, “Tiempo integral”, “Frecuencia propia” y las frecuencias propias de los filtros 2 y 3.



**Ilustración 19** Valores actuales después de la sintonización.

## Paso 19

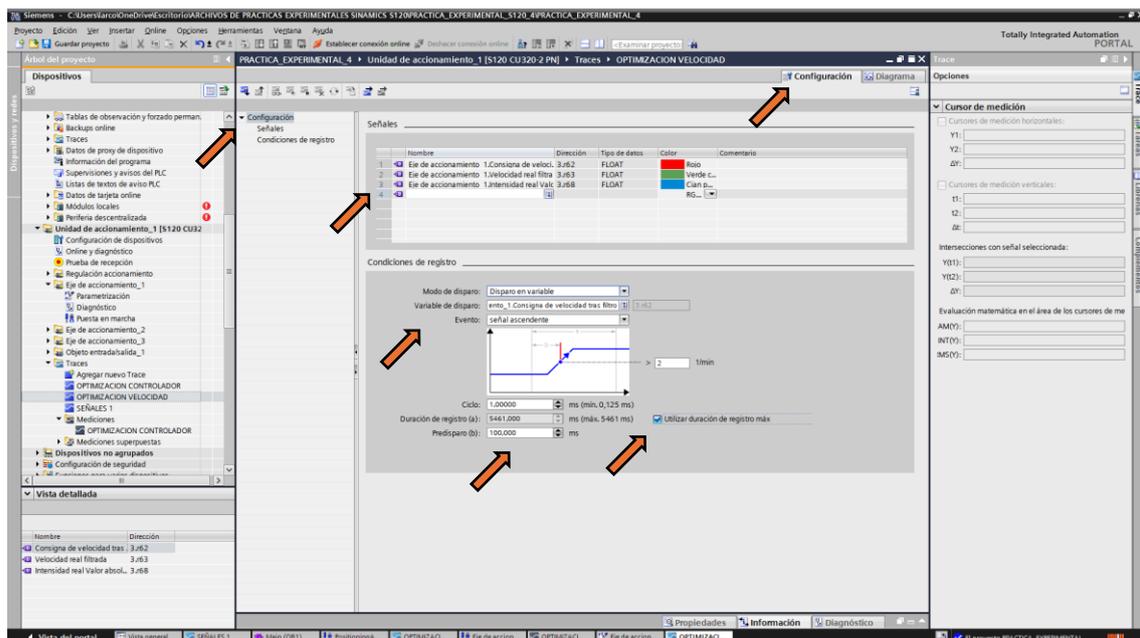
Desactivar la conexión en línea, luego dirigirse a “Ajuste de filtro” y llenar todos los campos requeridos según los valores anotados anteriormente.



**Ilustración 20 Ajuste de filtro.**

## Paso 20

Dirigirse a “Traces” en la “Unidad de accionamiento\_1” y agregar una nueva traza con nombre “Optimización Velocidad”. Agregar las señales mostradas, así como las condiciones de registros que se detallan en la imagen. Activar la conexión en línea y dirigirse a “Diagrama”.



**Ilustración 21 Señales de la velocidad antes y después del filtro.**

## Paso 21

Iniciar la grabación e inmediatamente dirigirse a “Unidad de accionamiento\_1”, en “Eje de accionamiento 1”, “Puesta en marcha”, “Asumir” el panel de mando, “Definir” la habilitación del accionamiento, establecer “Consigna de velocidad” como modo de operación, asignar una velocidad de giro de 1000.0 r.p.m. y dar clic una sola vez en “Jog adelante”.

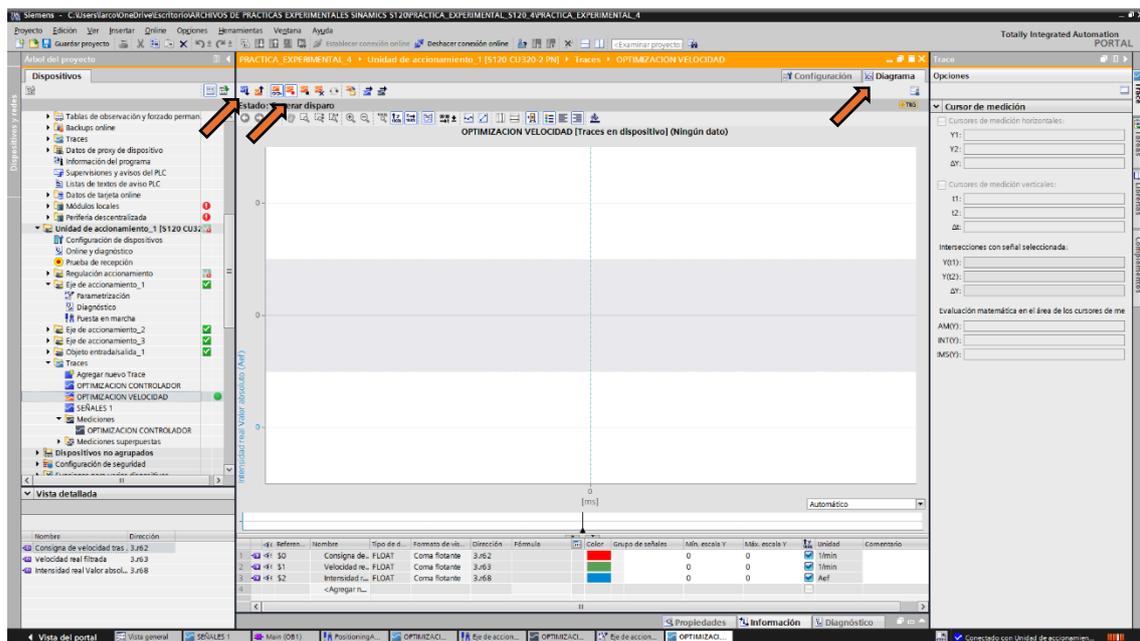


Ilustración 22 Diagrama de las señales antes del disparo.

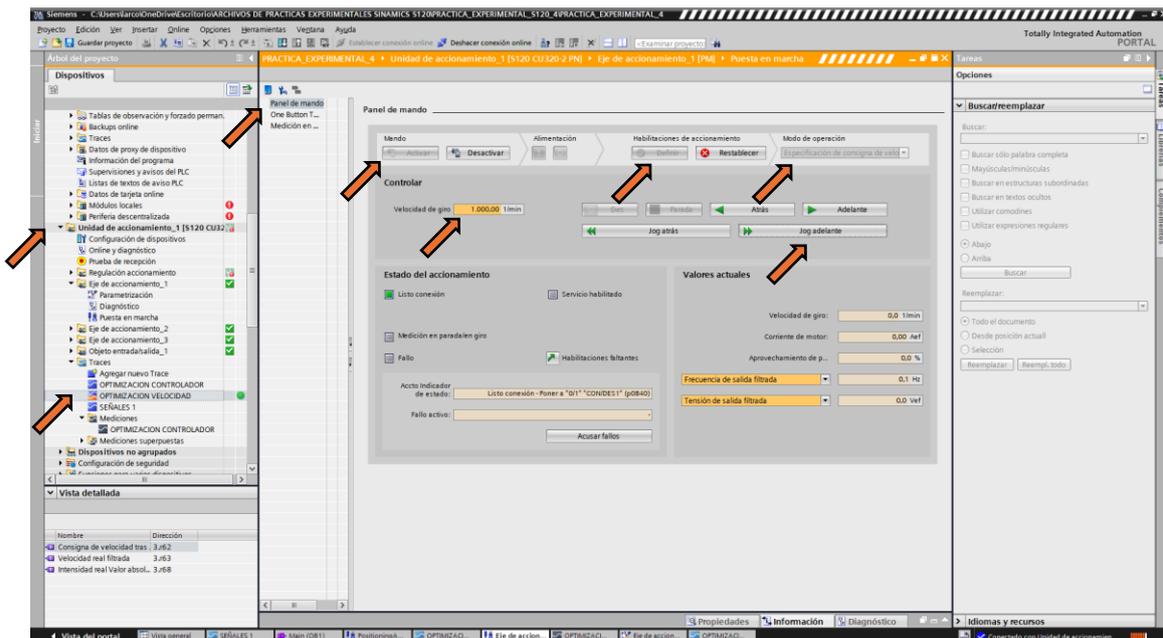


Ilustración 23 Activación del disparo mediante un solo movimiento.

## Paso 22

Volver al diagrama de la traza “Optimización Velocidad” para ver todas las señales de la velocidad antes y después del filtrado. Realizar mediciones mediante cursores según sus necesidades, comentar la respuesta dinámica. Si existe un sobre nivel, reducir a la mitad la “Ganancia P” y duplicar el “Tiempo integral”, repetir los pasos y ver nuevamente las señales. Realizar esta operación hasta que no exista sobre nivel. Se puede observar las mediciones guardadas en la carpeta “Mediciones” debajo de “Traces”.

Para los ejes de accionamientos 2 y 3 se debe realizar los mismos pasos previamente dados para las respectivas optimizaciones.

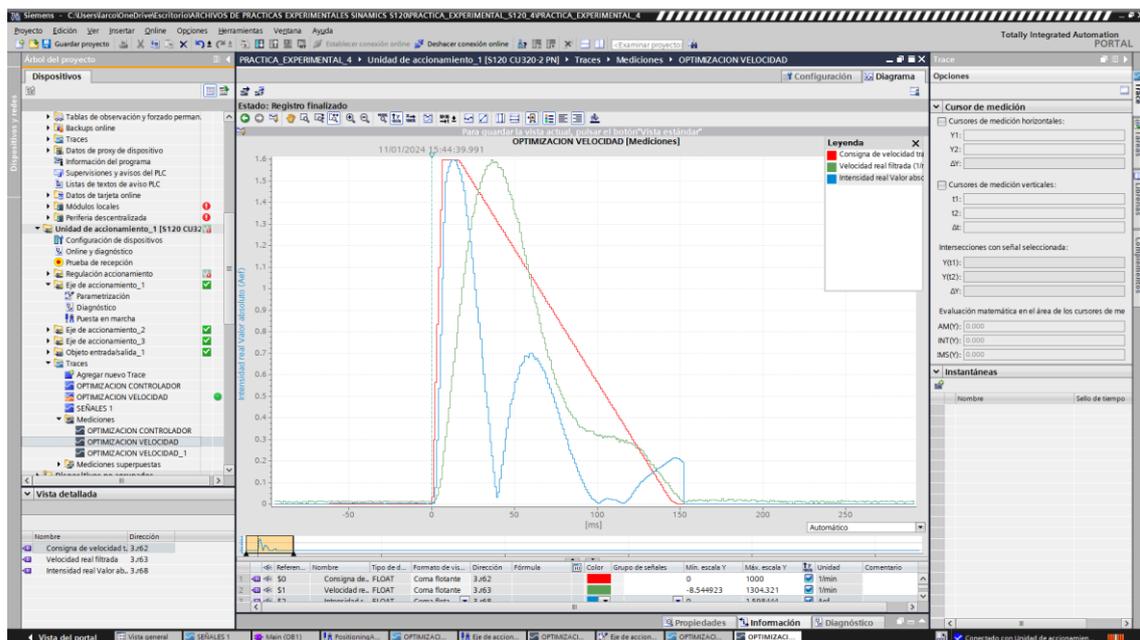


Ilustración 24 Señales de la velocidad después del filtrado.

## Práctica Experimental #5

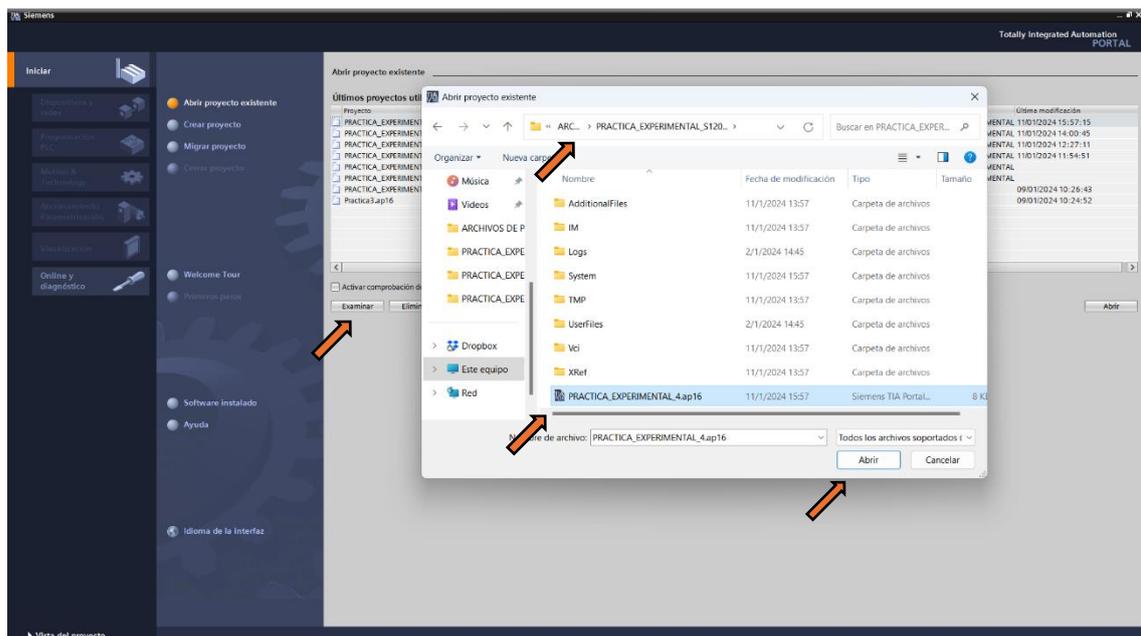
**Título:** Puesta en marcha mediante bloques de instrucción.

**Al final esta práctica usted debe poder:**

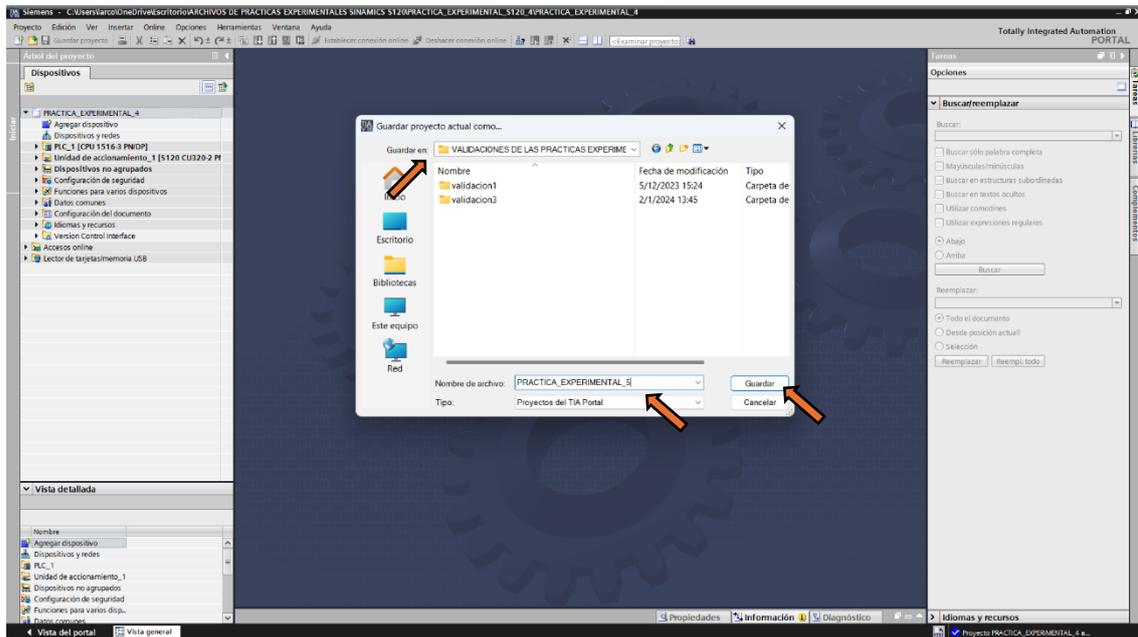
- Asumir el mando para el control mediante bloques de instrucción.
- Comunicar los equipos SINAMICS S120 con el PLC 1500
- Control de movimiento de servo motores desde el PLC.

### Paso 1

Cargar el archivo de la “PRACTICA\_EXPERIMENTAL\_S120\_4” dando clic en “Examinar”, buscar el archivo en la ruta dada previo a esta práctica, una vez seleccionada, dar clic en “Open”. Luego se ingresa a la vista del proyecto y se procede a guardar el proyecto con el nombre: “PRACTICA\_EXPERIMENTAL\_S120\_5” en la ruta que usted crea conveniente o en la siguiente ruta: C:\Users\larco\OneDrive\Escritorio\VALIDACIONES DE LAS PRACTICAS EXPERIMENTALES SINAMICS S120



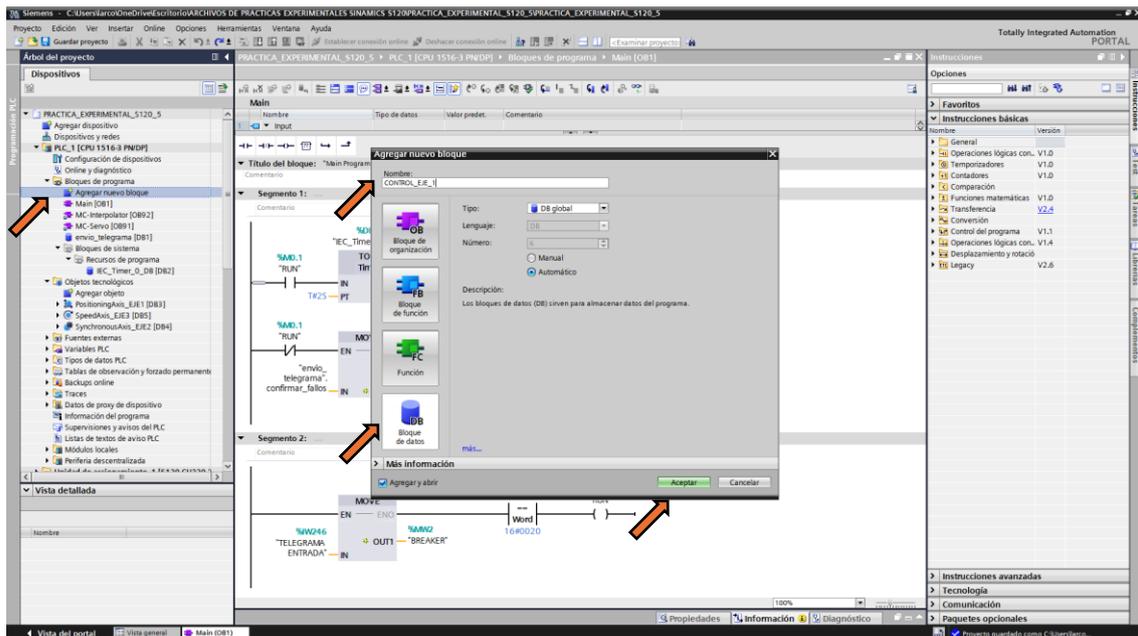
**Ilustración 14** Ubicación y carga de un proyecto en TIA PORTAL



**Ilustración 2 Archivo de la práctica experimental 5 guardado.**

## Paso 2

Acceder a la “Vista del proyecto”, en el “árbol del proyecto” desplegar la pestaña “PLC\_1 [CPU 1516-3 PN/DP]” y dirigirse a “Bloques de programa”. Dar clic en “Agregar nuevo bloque”, seleccionar “Bloque de datos” y colocar el nombre “Control\_Eje\_1”, dar clic en “Aceptar”.



**Ilustración 15 Ventana de primer bloque de datos “CONTROL\_EJE\_1”.**

### Paso 3

Dentro del primer bloque de datos, se debe agregar las variables que se muestran en la imagen, variables que ayudarán a los bloques de instrucción en lectura y escritura. Las variables son del tipo “Bool” y del tipo “LReal”, los nombres de las variables pueden ser los mismo o a su criterio.

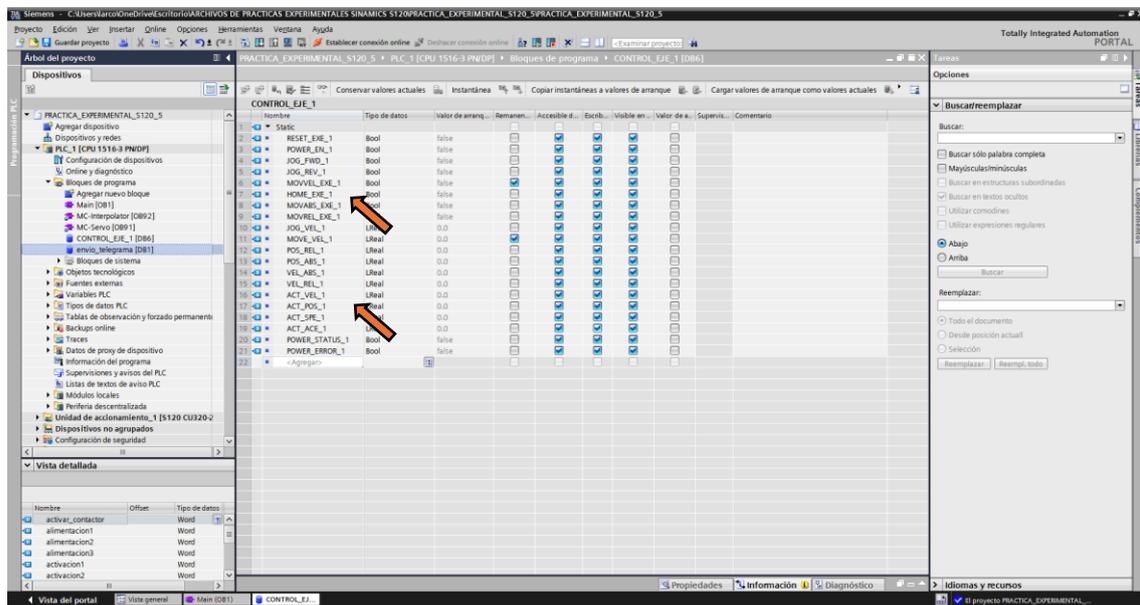
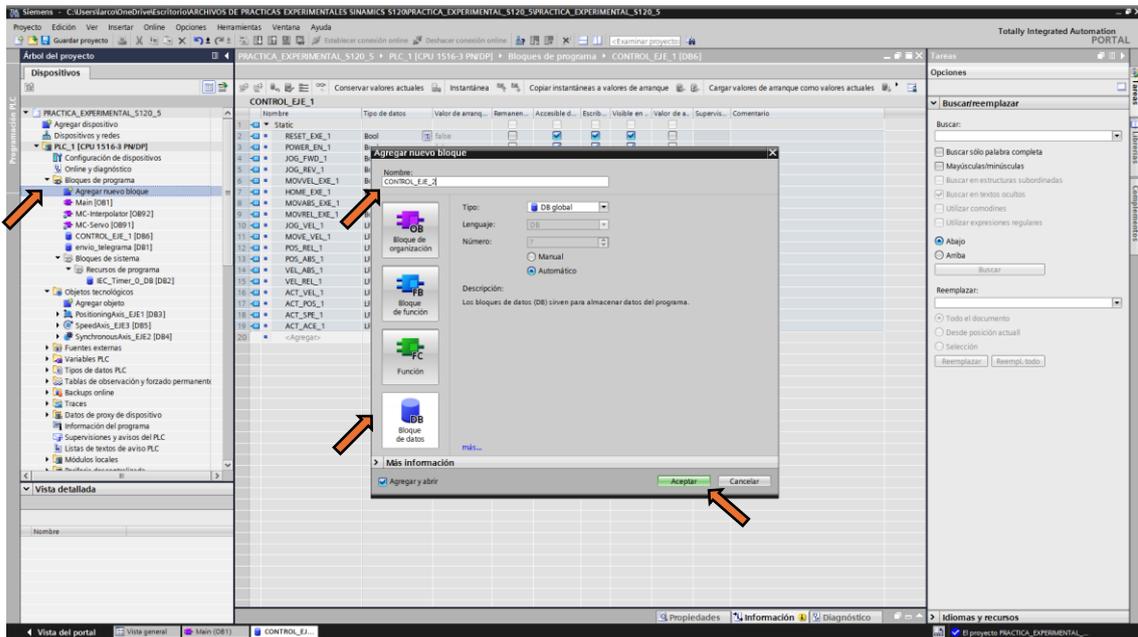


Ilustración 16 Variables del primer bloque de datos.

### Paso 4

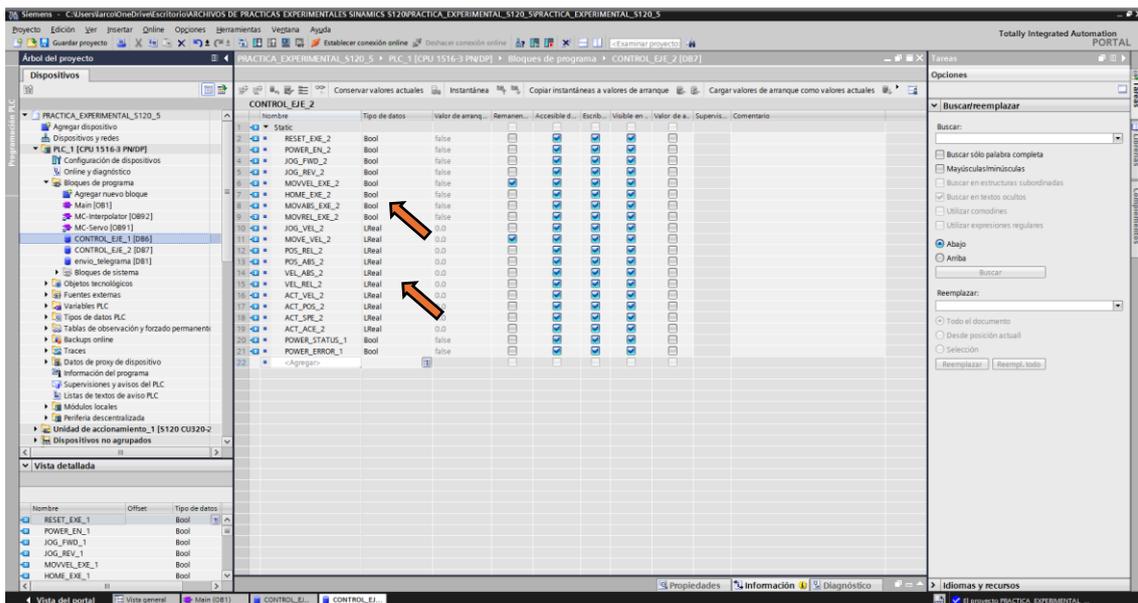
Nuevamente, dirigirse a “Bloques de programa”, “Agregar nuevo bloque”, seleccionar “Bloque de datos” y colocar el nombre “Control\_Eje\_2”, dar clic en “Aceptar”.



**Ilustración 17** Ventana de primer bloque de datos “CONTROL\_EJE\_2”.

## Paso 5

Dentro de este bloque de datos, se debe agregar las variables que se muestran en la imagen, variables que ayudarán a los bloques de instrucciones en lectura y escritura. Las variables son del tipo “Bool” y del tipo “LReal”, los nombres de las variables pueden ser los mismo o a su criterio.



**Ilustración 6** Variables del segundo bloque de datos.

## Paso 6

Así mismo, dirigirse a “Bloques de programa”, “Agregar nuevo bloque”, seleccionar “Bloque de datos” y colocar el nombre “Control\_Eje\_3”, dar clic en “Aceptar”.

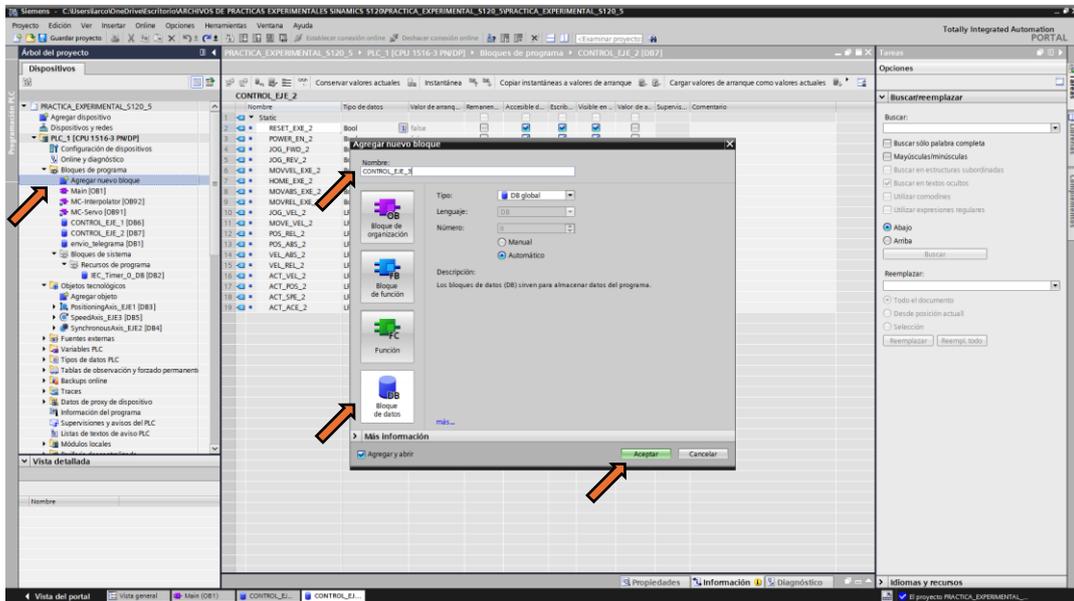


Ilustración 7 Ventana de primer bloque de datos “CONTROL\_EJE\_3”.

## Paso 7

Dentro de este bloque de datos, se de agregar las variables que se muestran en la imagen, variables que ayudarán a los bloques de instrucción en lectura y escritura. Las variables son del tipo “Bool” y del tipo “LReal”, los nombres de las variables pueden ser los mismo o a su criterio.

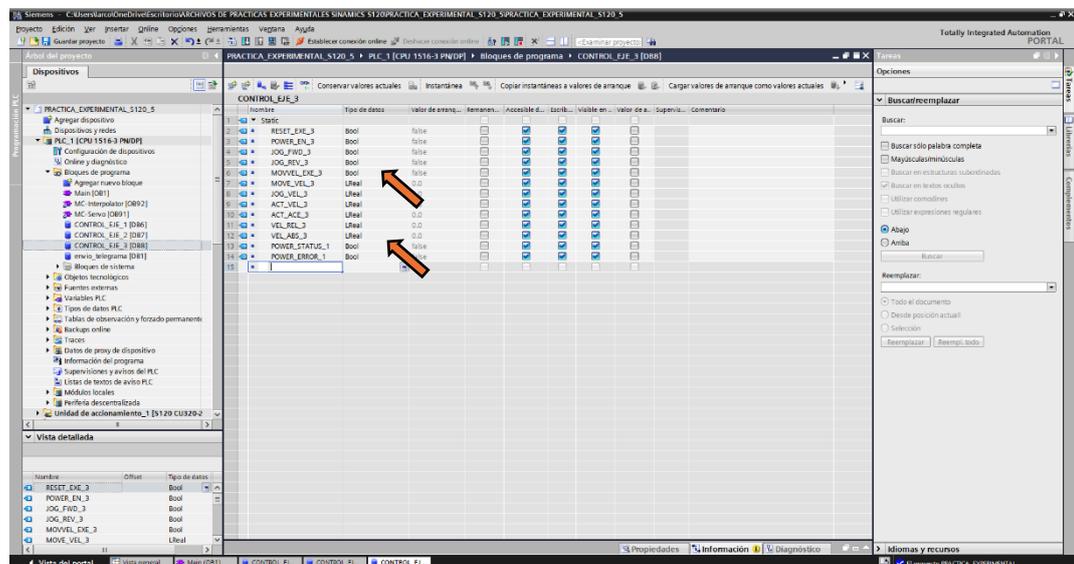


Ilustración 8 Variables del tercer bloque de datos.

## Paso 8

Se procede a agregar las funciones para controlar el movimiento de los ejes, en “Bloques de programa”, “Agregar nuevo bloque” seleccionamos “Función” y colocamos “ACCIONAMIENTO\_EJE1” en el nombre, luego clic en “Aceptar”.

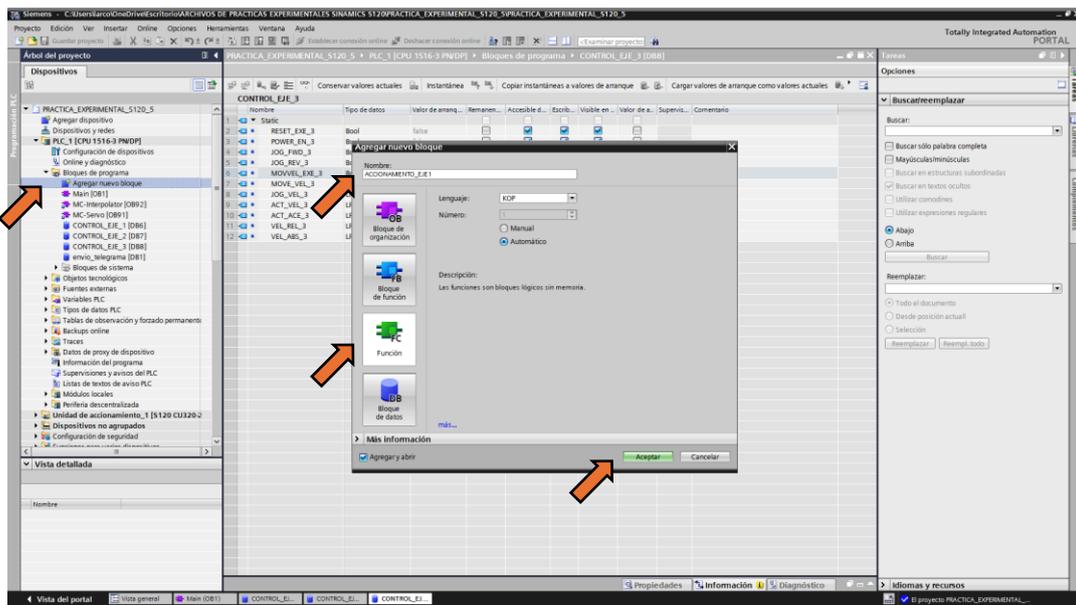


Ilustración 9 Ventana de la primera función “ACCIONAMIENTO\_EJE1”.

## Paso 9

Dentro de esta función, se debe agregar las variables que se muestran en la imagen, variables que representan las entradas y salidas de la función. Las variables son del tipo “Bool” y del tipo “LReal”.

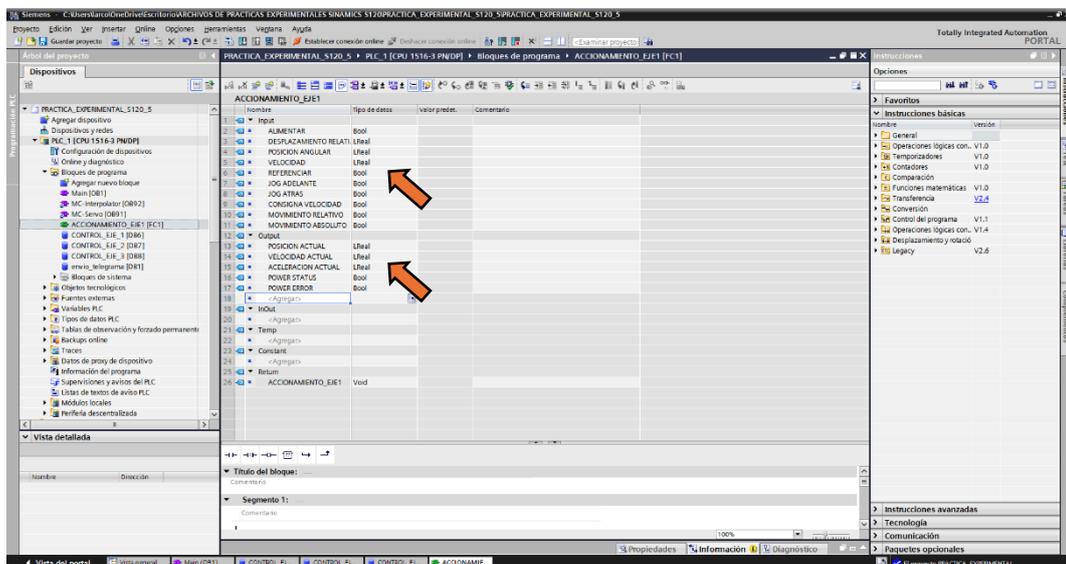


Ilustración 10 Variables de la primera función.

## Paso 10

En la función se agregan los bloques de instrucción con sus respectivas variables en cada segmento como se muestra a continuación. Para esto se debe dirigir a la pestaña de “Instrucciones”, en “Tecnología” están todos los bloques de instrucciones. Se agregan los primeros siete segmentos.

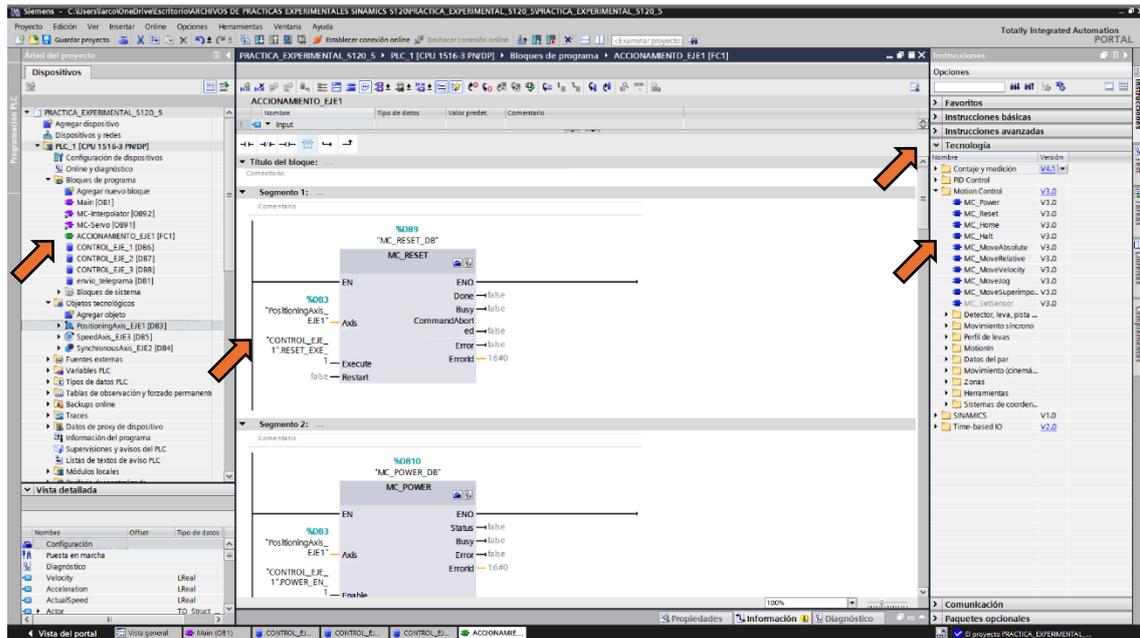


Ilustración 11 Vista principal de la primera función.

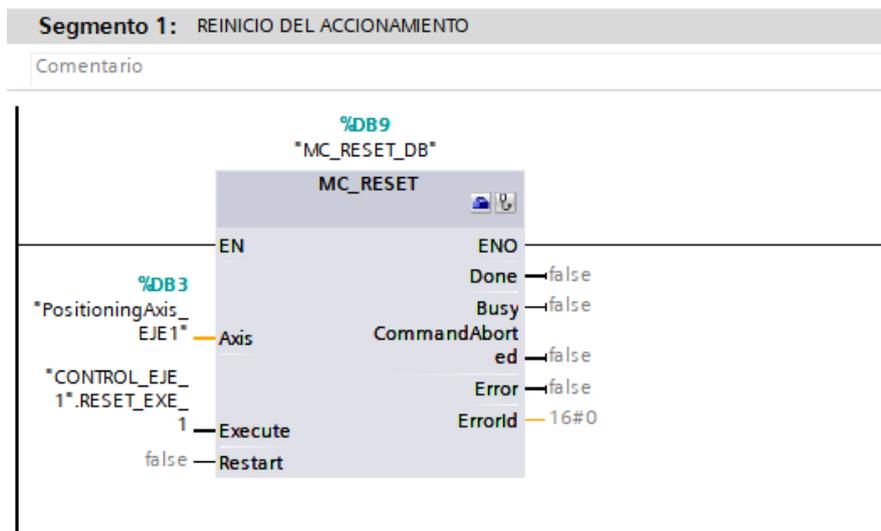


Ilustración 12 Bloque MC\_RESET de la primera función.

## Segmento 2: ENCENDIDO Y APAGADO DEL ACCIONAMIENTO

Comentario

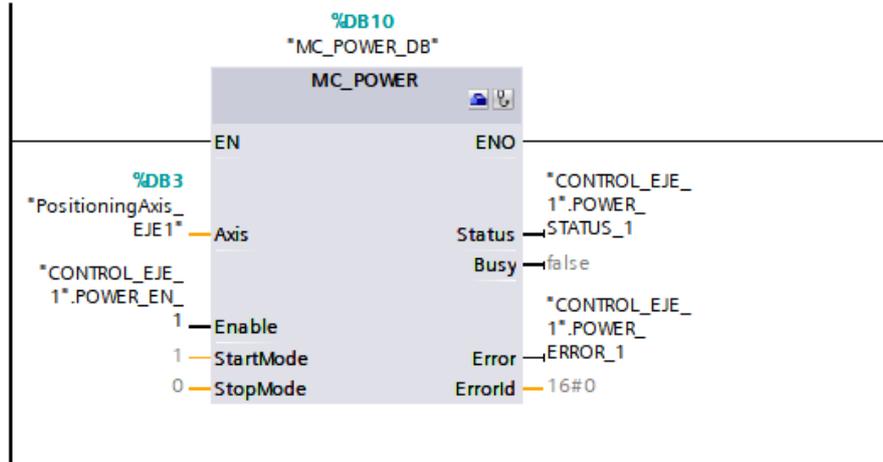


Ilustración 13 Bloque MC\_POWER de la primera función.

## Segmento 3: POSICION REFERENCIADA

Comentario

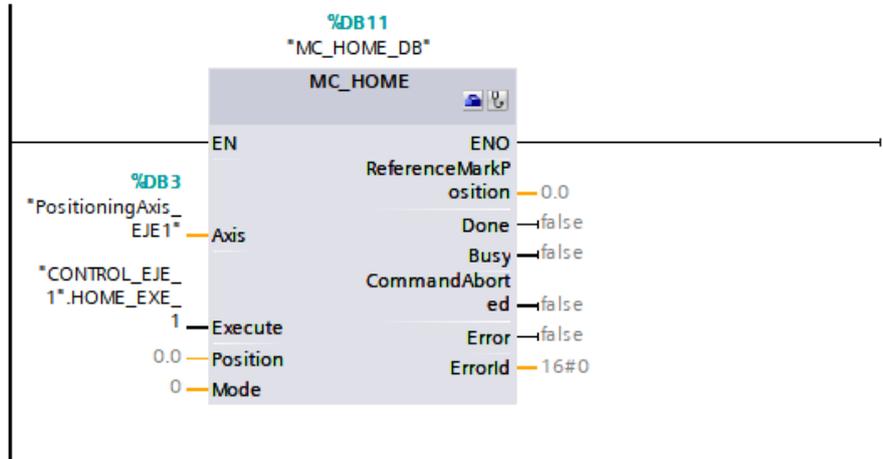


Ilustración 14 Bloque MC\_HOME de la primera función.

#### Segmento 4: MOVIMIENTO JOG

Comentario

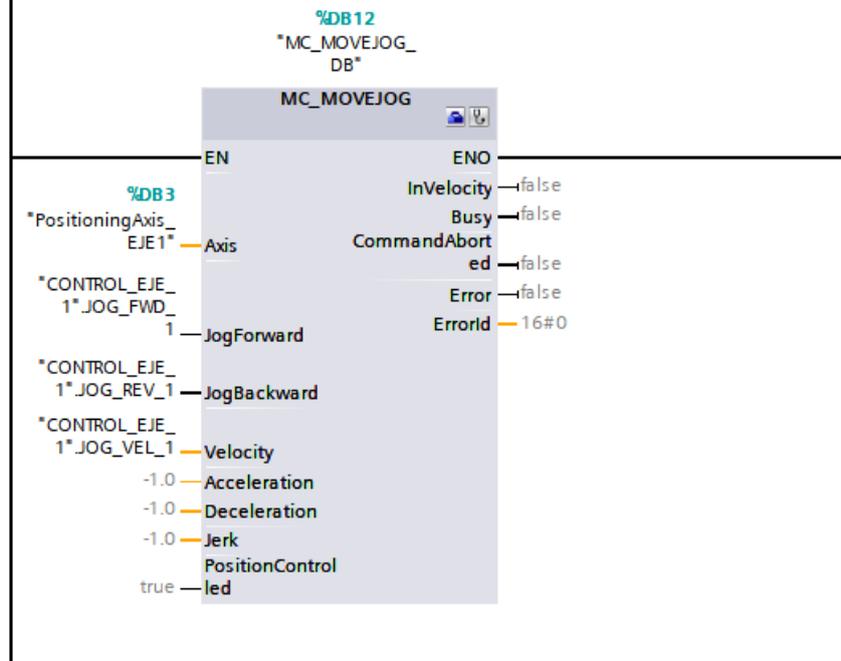


Ilustración 15 Bloque MC\_MOVEJOG de la primera función.

#### Segmento 5: CONSIGNA DE VELOCIDAD

Comentario

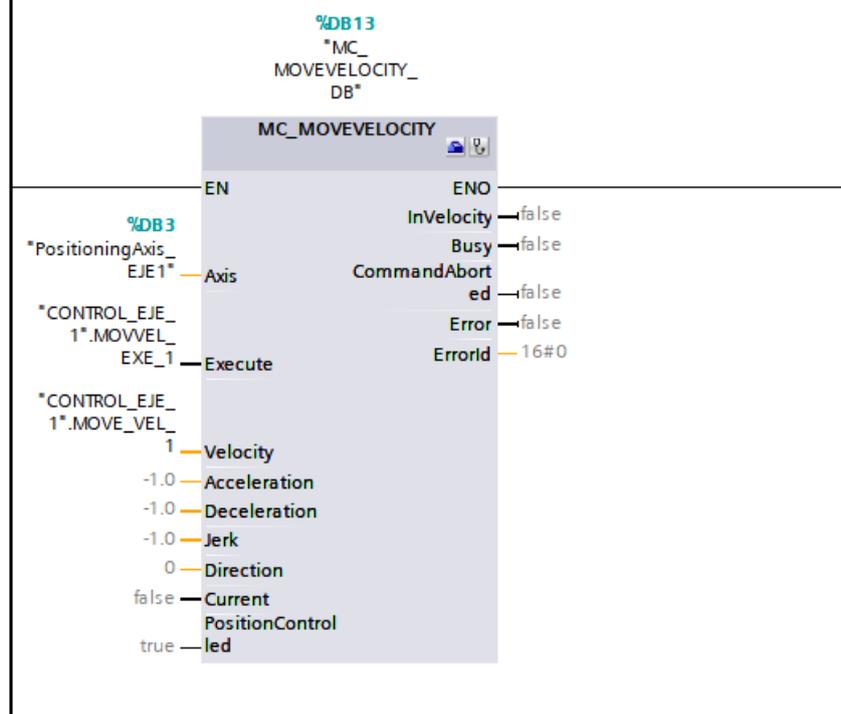


Ilustración 16 Bloque MC\_MOVEVELOCITY de la primera función.

### Segmento 6: MOVIMIENTO ABSOLUTO

Comentario

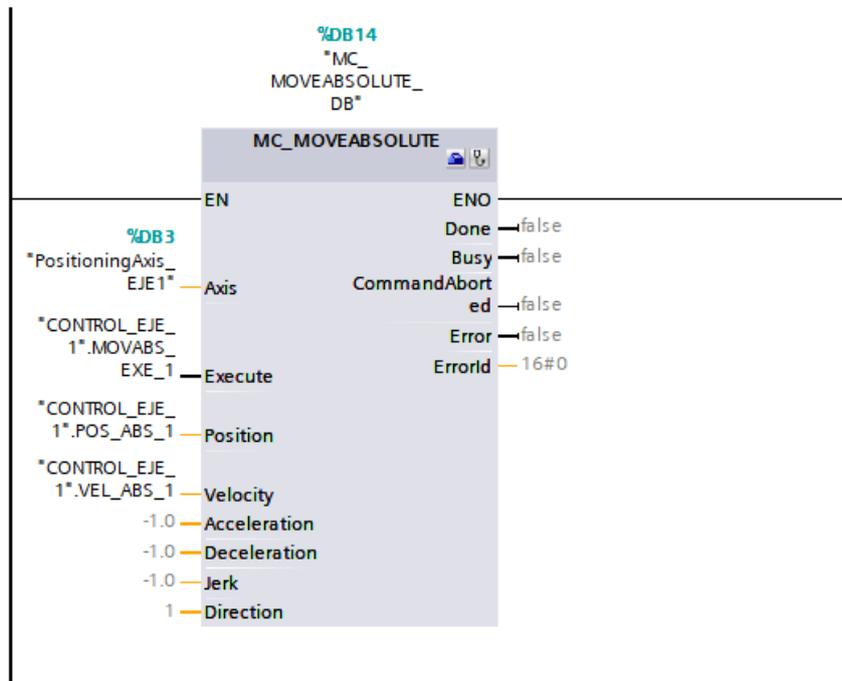


Ilustración 17 Bloque MC\_MOVEABSOLUTE de la primera función.

### Segmento 7: MOVIMIENTO RELATIVO

Comentario

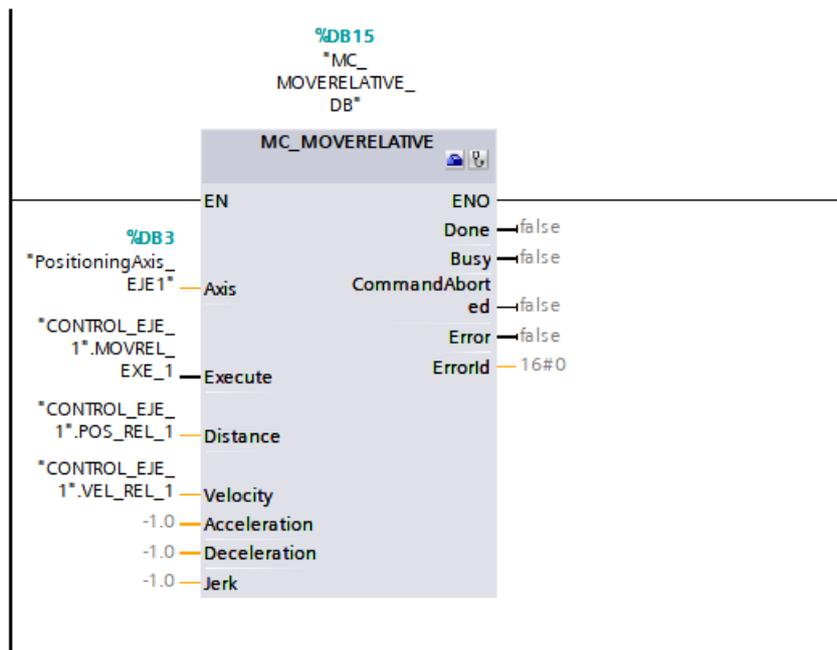
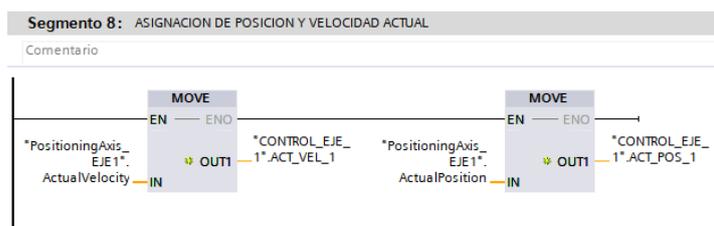


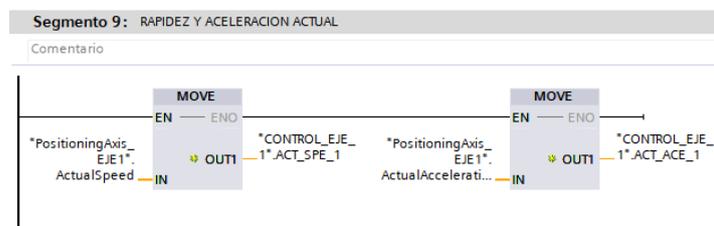
Ilustración 18 Bloque MC\_MOVERELATIVE de la primera función.

## Paso 11

Desde el segmento ocho hasta el diez se procede a agregar los bloques “MOVE” para la asignación de la posición, rapidez, velocidad y aceleración actual.



**Ilustración 19** Bloque “MOVE” para asignación de posición y velocidad actual.



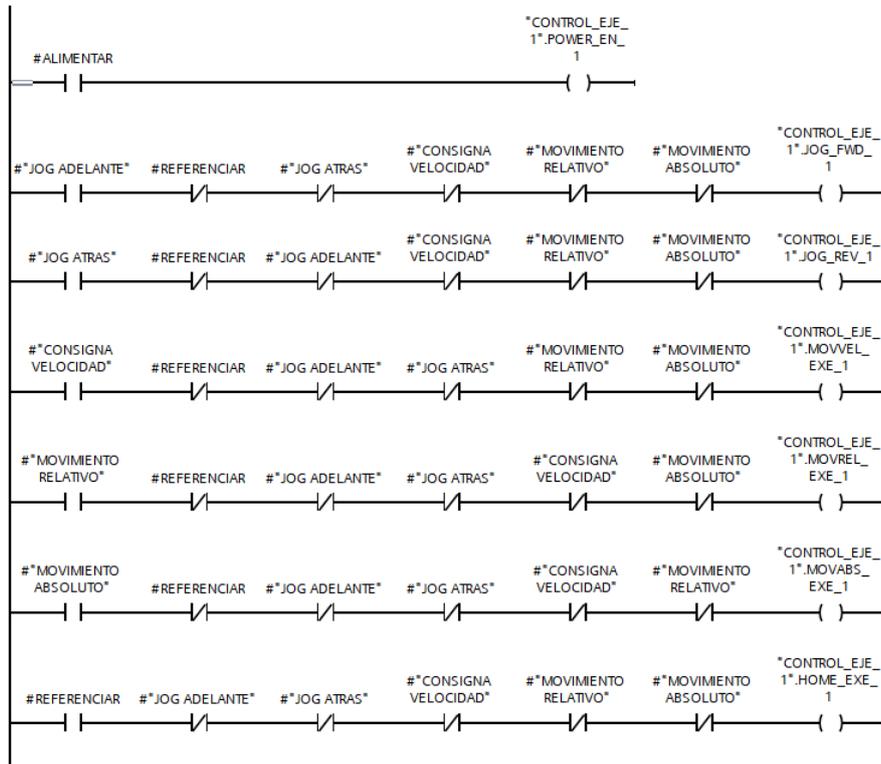
**Ilustración 20** Bloque “MOVE” para asignación de rapidez y aceleración actual.

## Paso 12

En el segmento diez colocar los siguientes contactos normalmente abiertos y cerrados con sus respectivas variables según se muestra en la imagen.

**Segmento 10: ACTIVACION UNICA DE MODOS DE MOVIMIENTO**

Comentario



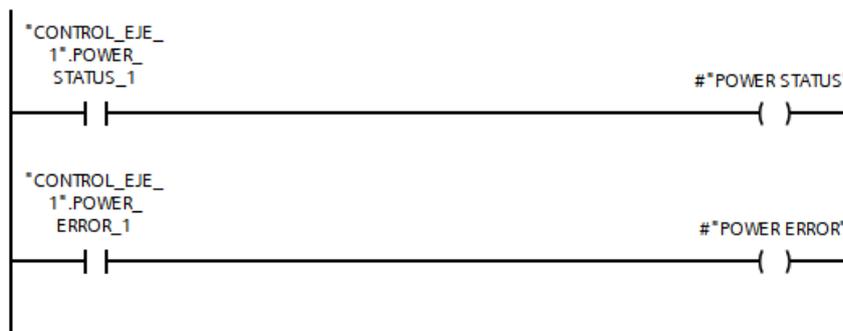
**Ilustración 21 Activación única de modos de movimiento.**

**Paso 13**

En el segmento once agregar los contactos seguido con sus bobinas para el “Status” y “Error”, que indicaran el estado del encendido o apagado o si existe algún error en el eje de accionamiento 1.

**Segmento 11: STATUS DEL EJE DE ACCIONAMIENTO**

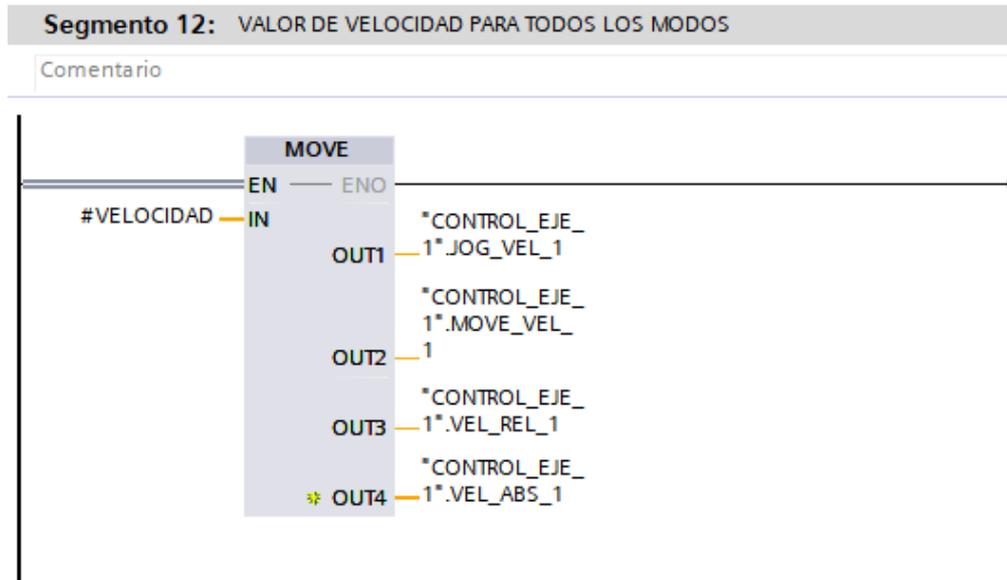
Comentario



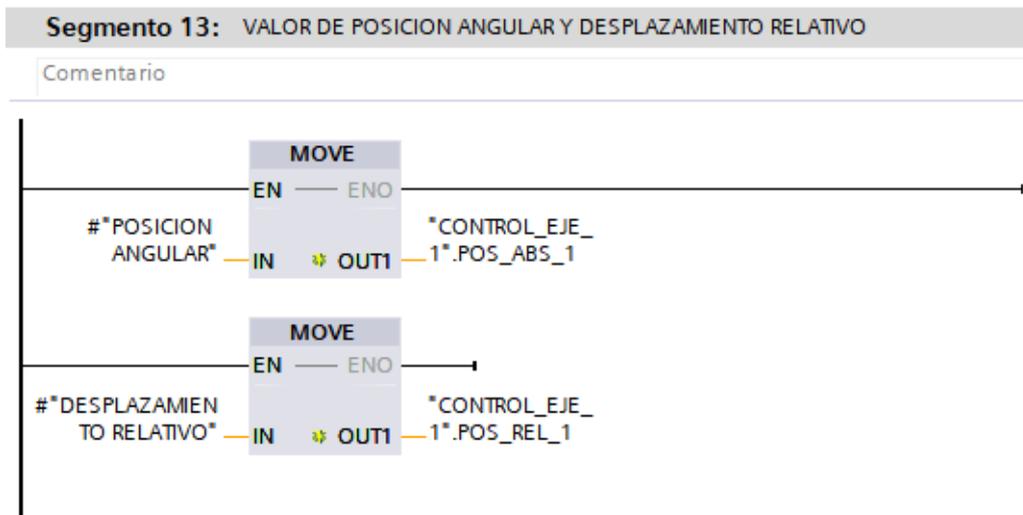
**Ilustración 22 Estatus del encendido y apagado del eje de accionamiento 1.**

## Paso 14

En los segmentos doce y trece asignar bloques “Move” para el valor de la velocidad de todos los modos, la posición angular y el desplazamiento relativo respectivamente. En el segmento catorce se deben colocar los valores actuales para la posición, la velocidad y la aceleración del movimiento.



**Ilustración 23 Velocidad asignada para todos los modos.**



**Ilustración 24 Asignación de la posición angular y desplazamiento relativo.**

## Segmento 14: POSICION, VELOCIDAD Y ACELERACION ACTUAL

Comentario

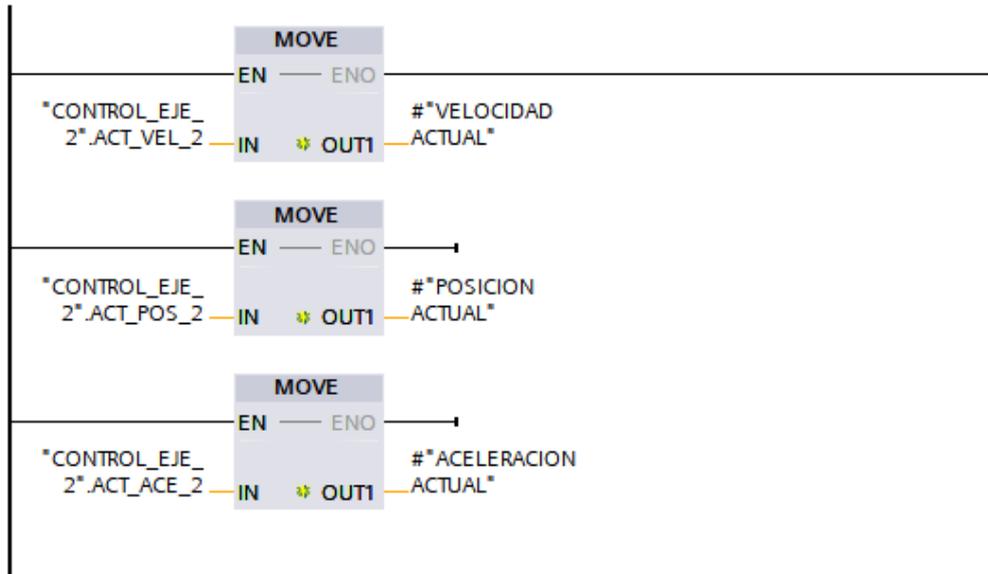


Ilustración 25 Valores numéricos actuales para la posición, velocidad y aceleración.

### Paso 15

Si desea realizar el accionamiento del primer eje, puede saltarse al paso 29, caso contrario, se procede a agregar la segunda función para el segundo eje de accionamiento, en “Bloques de programa”, “Agregar nuevo bloque” seleccionamos “Función” y colocamos “ACCIONAMIENTO\_EJE2” en el nombre, luego clic en “Aceptar”.

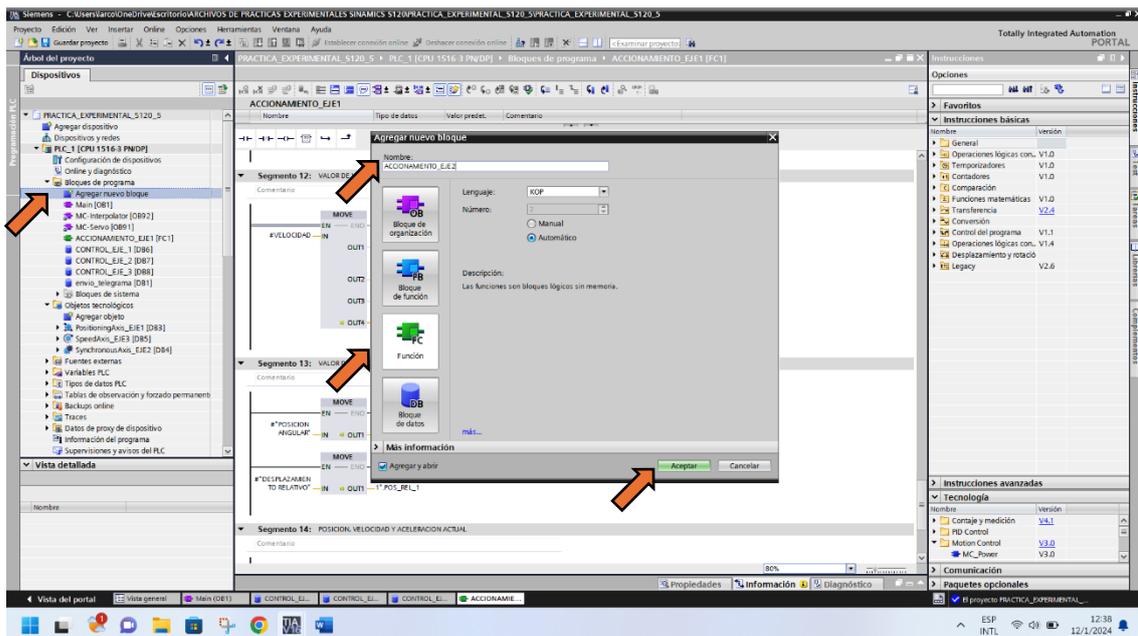


Ilustración 26 Ventana de la segunda función “ACCIONAMIENTO\_EJE1”.

## Paso 16

Dentro de esta función, se debe agregar las variables que se muestran en la imagen, variables que representan las entradas y salidas de la función. Las variables son del tipo "Bool" y del tipo "LReal".

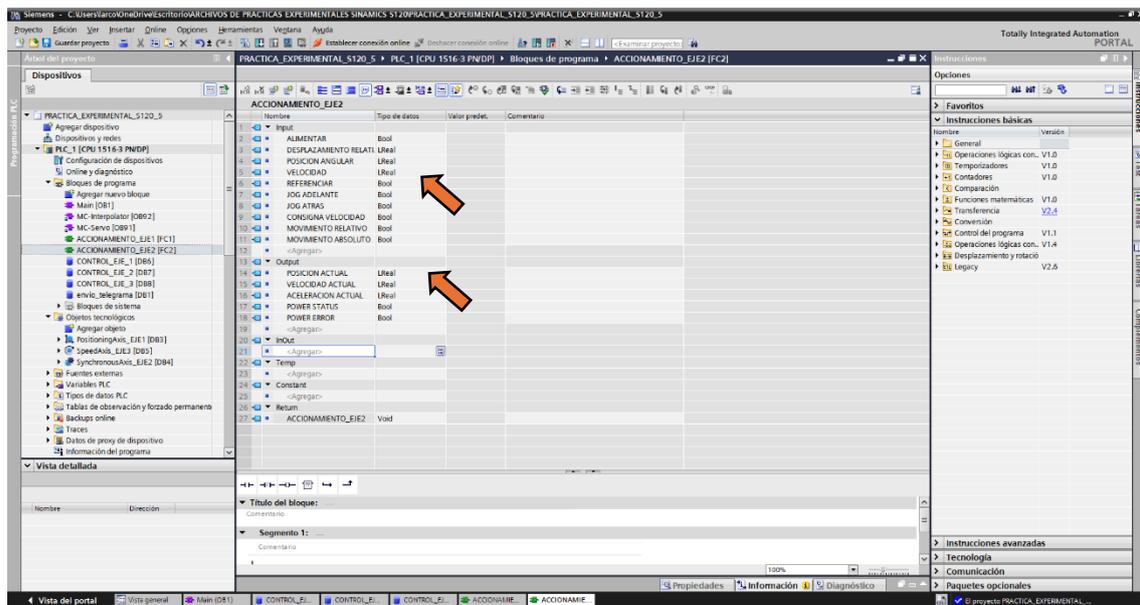
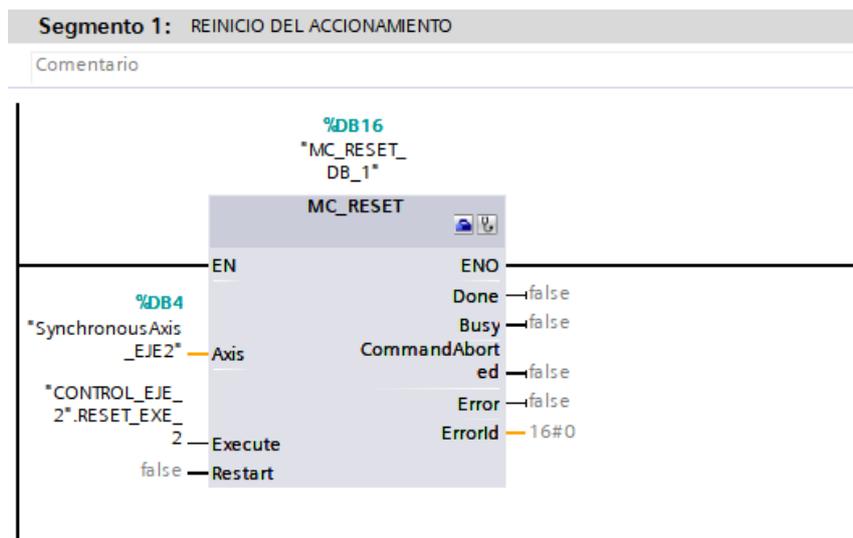


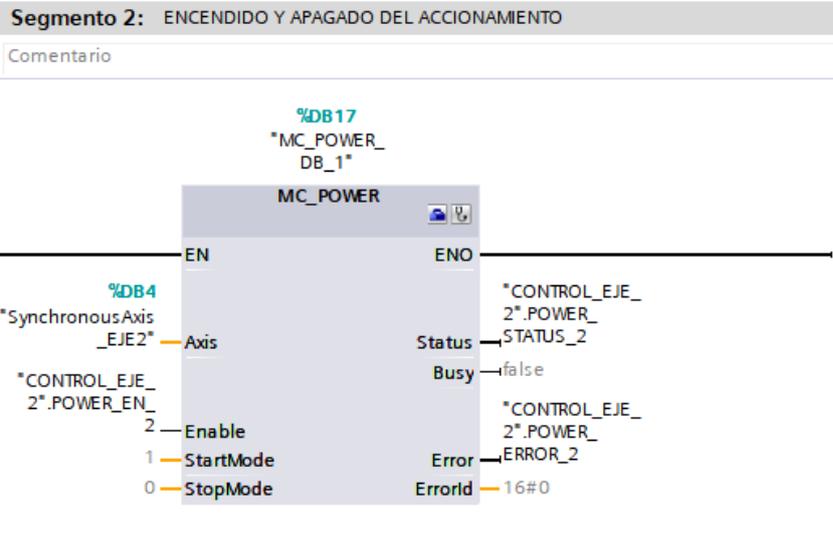
Ilustración 27 Variables de la segunda función.

## Paso 17

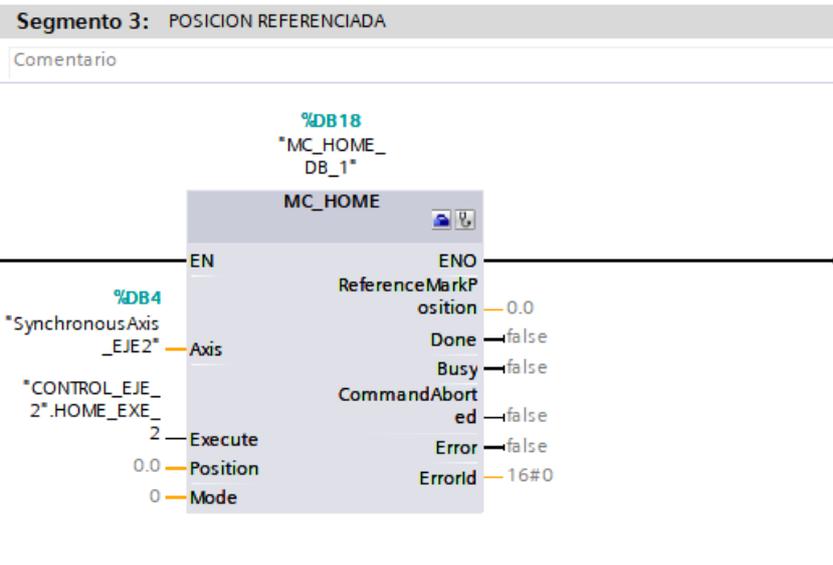
En la función se agregan los bloques de instrucción con sus respectivas variables en cada segmento como se muestra a continuación. Se agregan los primeros siete segmentos.



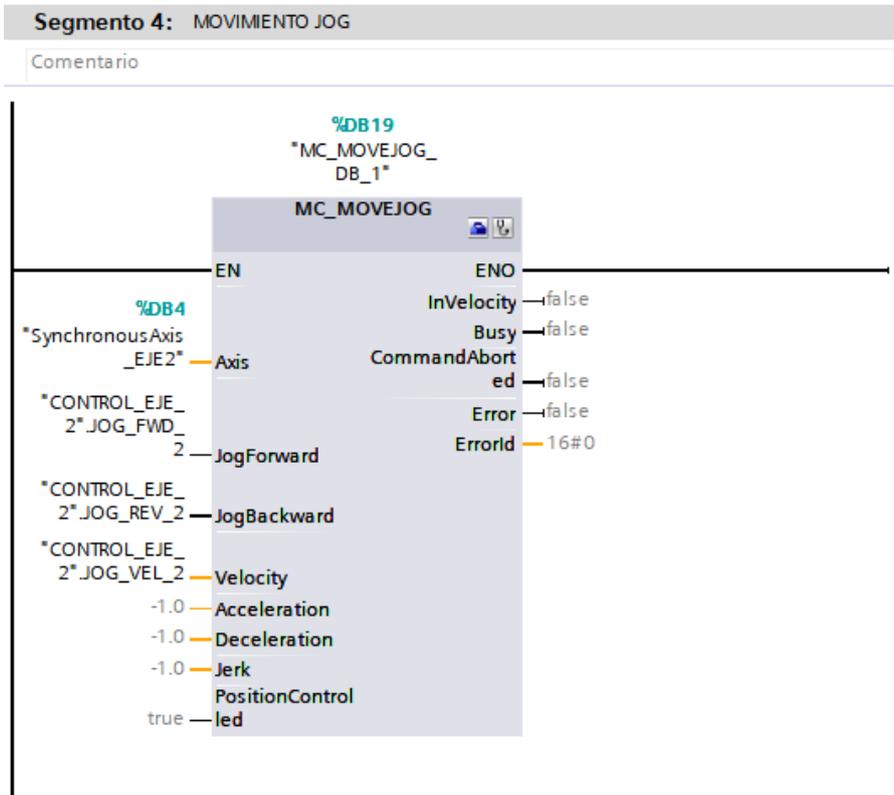
## Ilustración 28 Bloque MC\_RESET de la segunda función.



## Ilustración 29 Bloque MC\_POWER de la segunda función.



**Ilustración 30 Bloque MC\_HOME de la segunda función.**



**Ilustración 31 Bloque MC\_MOVEJOG de la segunda función.**

### Segmento 5: CONSIGNA DE VELOCIDAD

Comentario

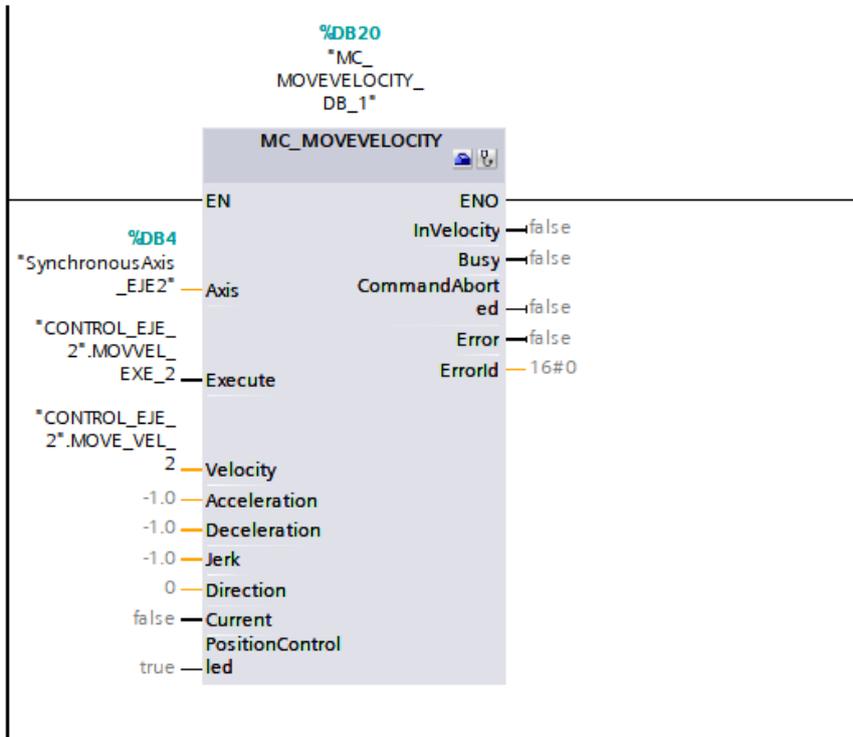


Ilustración 32 Bloque MC\_MOVEVELOCITY de la segunda función.

### Segmento 6: MOVIMIENTO ABSOLUTO

Comentario

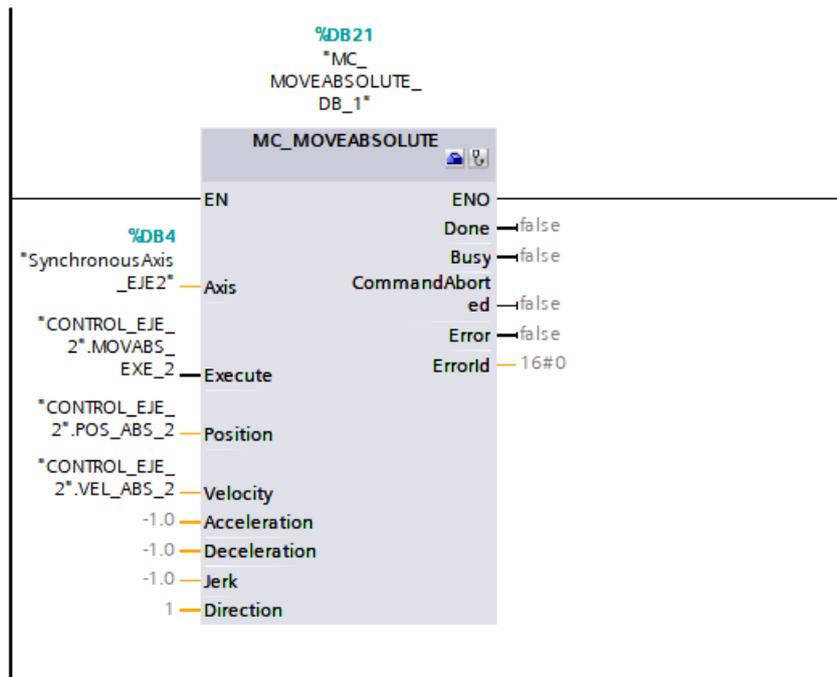
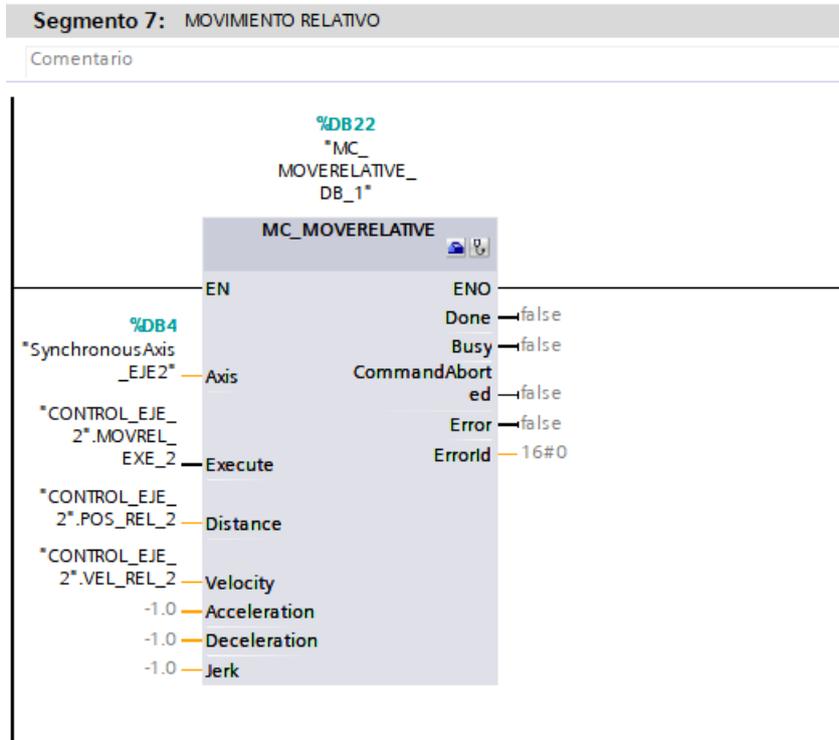


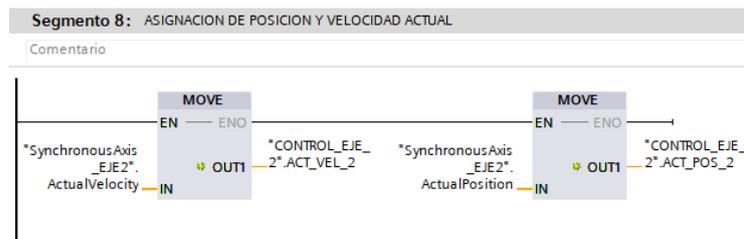
Ilustración 33 Bloque MC\_MOVEABSOLUTE de la segunda función.



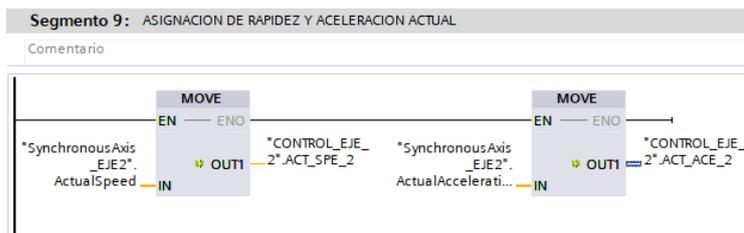
**Ilustración 34** Bloque MC\_MOVERELATIVE de la segunda función.

### Paso 18

Desde el segmento ocho hasta el diez se procede a agregar bloques “MOVE” para la asignación de la posición, rapidez, velocidad y aceleración actual.



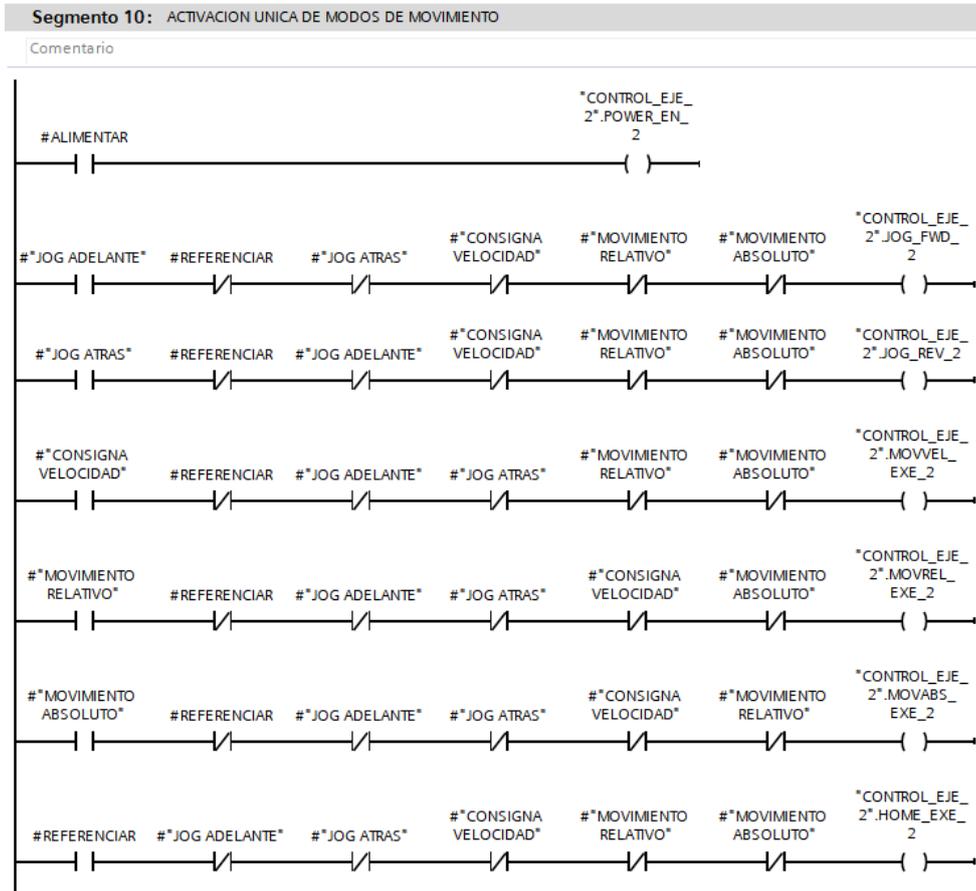
**Ilustración 35** Bloque “MOVE” para asignación de posición y velocidad actual.



**Ilustración 36** Bloque “MOVE” para asignación de rapidez y aceleración actual.

## Paso 19

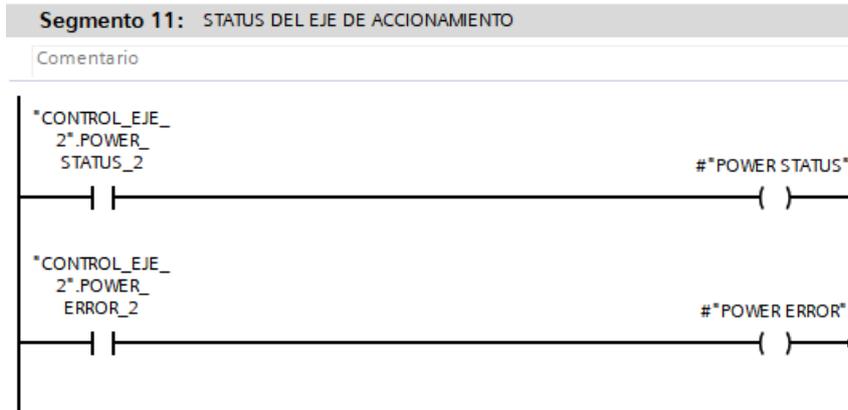
En el segmento diez colocar los siguientes contactos normalmente abiertos y cerrados con sus respectivas variables según se muestra en la imagen.



**Ilustración 37 Activación única de modos de movimiento.**

## Paso 20

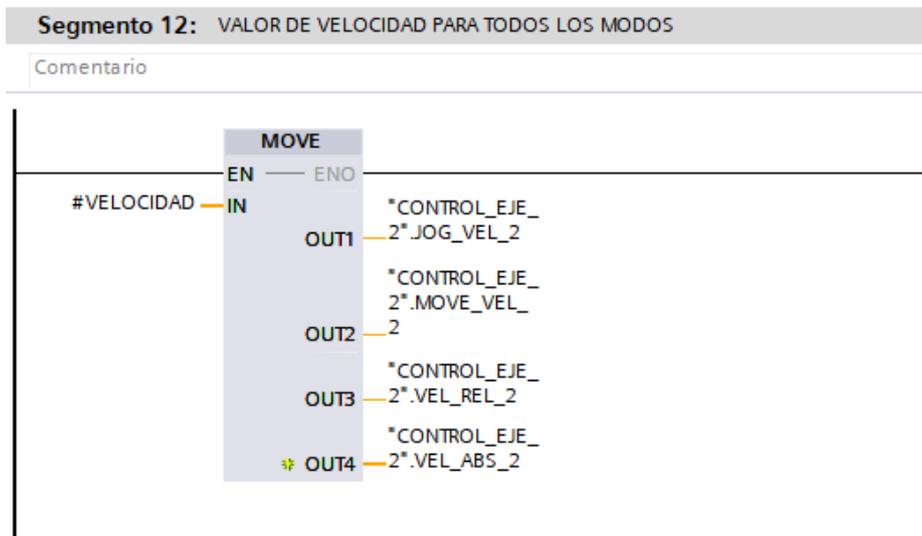
En el segmento once agregar los contactos seguidos con sus bobinas para el “Status” y “Error”, que indicaran el estado del encendido o apagado o si existe algún error en el eje de accionamiento 2.



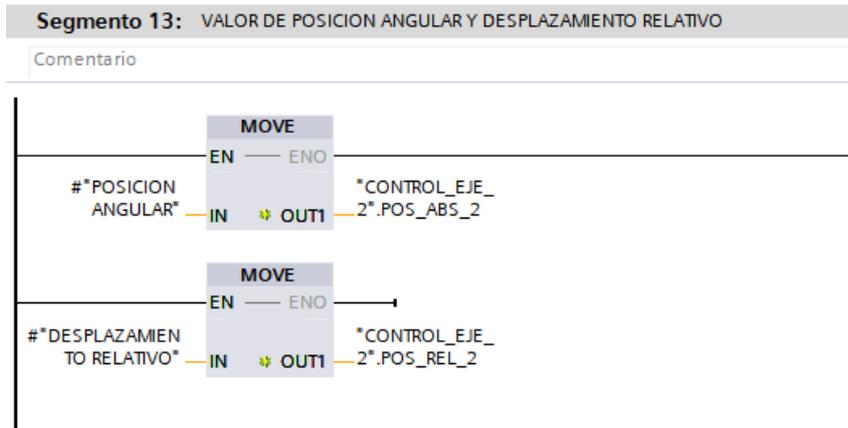
**Ilustración 38** Estatus del encendido y apagado del eje de accionamiento 2.

### Paso 21

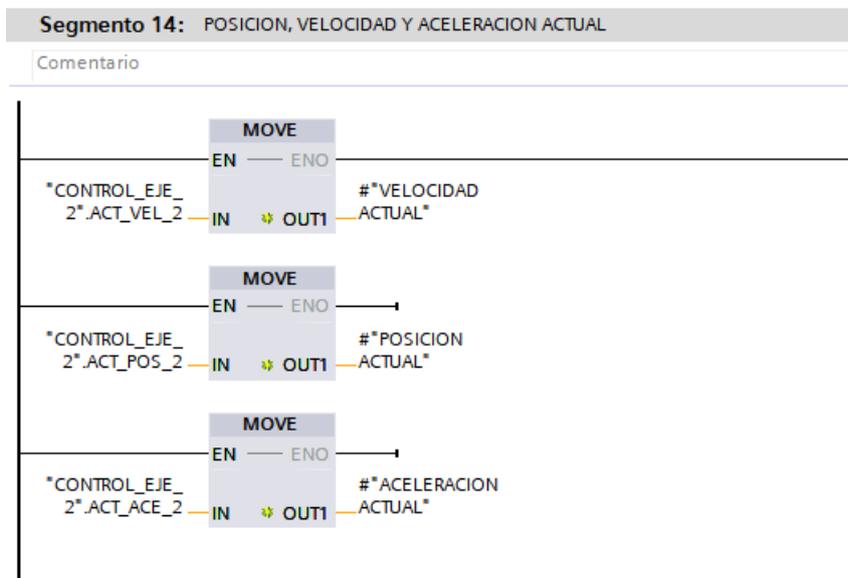
En los segmentos doce y trece asignar bloques “Move” para el valor de la velocidad de todos los modos, la posición angular y el desplazamiento relativo respectivamente. En el segmento catorce se colocan valores actuales para la posición, velocidad y aceleración del movimiento.



**Ilustración 39** Velocidad asignada para todos los modos.



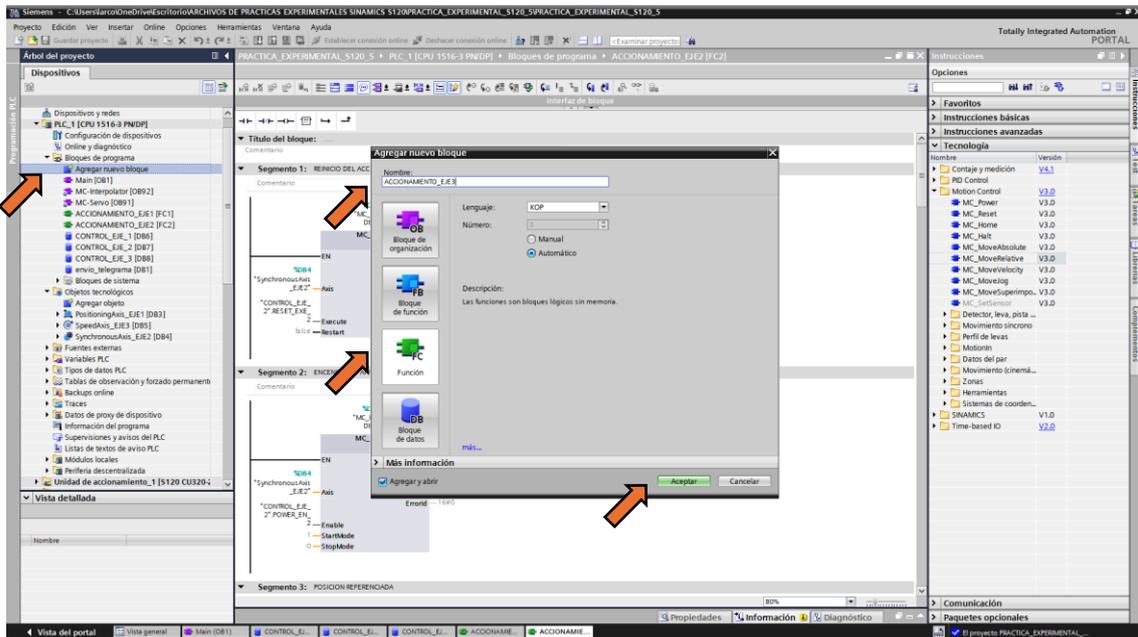
**Ilustración 40** Asignación de la posición angular y desplazamiento relativo.



**Ilustración 41** Valores numéricos actuales para la posición, velocidad y aceleración.

## Paso 22

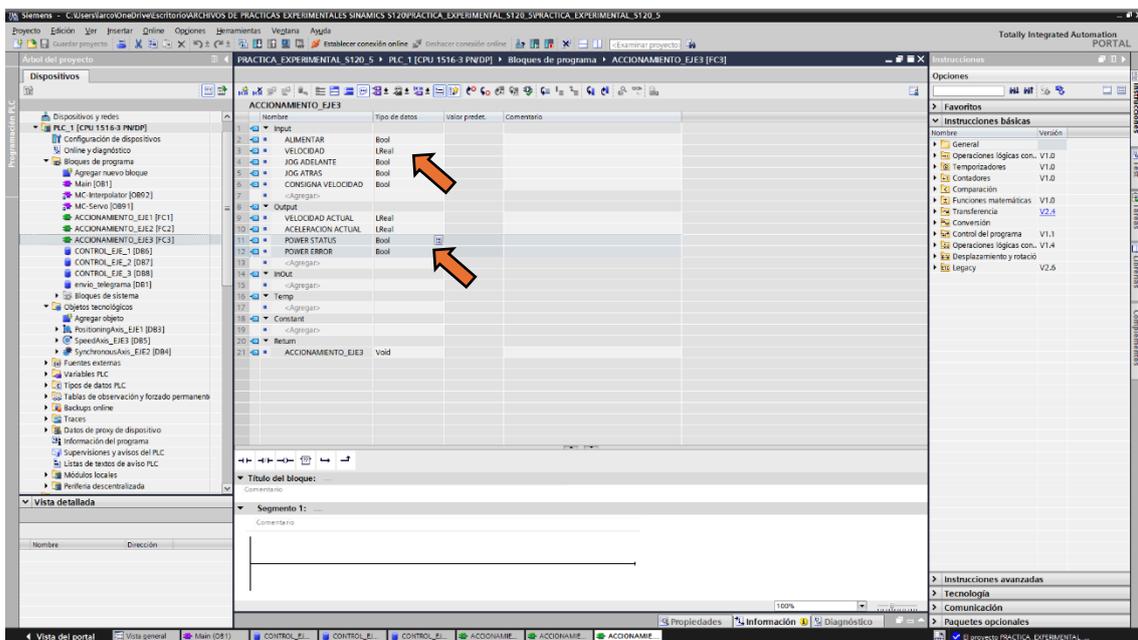
Si desea realizar el accionamiento del segundo eje, puede saltarse al paso 29, caso contrario, se procede a agregar la tercera función para el tercer eje de accionamiento, en “Bloques de programa”, “Agregar nuevo bloque” seleccionamos “Función” y colocamos “ACCIONAMIENTO\_EJE3” en el nombre, luego clic en “Aceptar”.



**Ilustración 42 Ventana de la tercera función “ACCIONAMIENTO\_EJE3”.**

## Paso 23

Dentro de esta función, se debe agregar las variables que se muestran en la imagen, variables que representan las entradas y salidas de la función. Las variables son del tipo “Bool” y del tipo “LReal”.



**Ilustración 43 Variables de la tercera función.**

## Paso 24

En la función se agregan los bloques de instrucción con sus respectivas variables en cada segmento como se muestra a continuación. Se agregan los primeros cuatro segmentos.

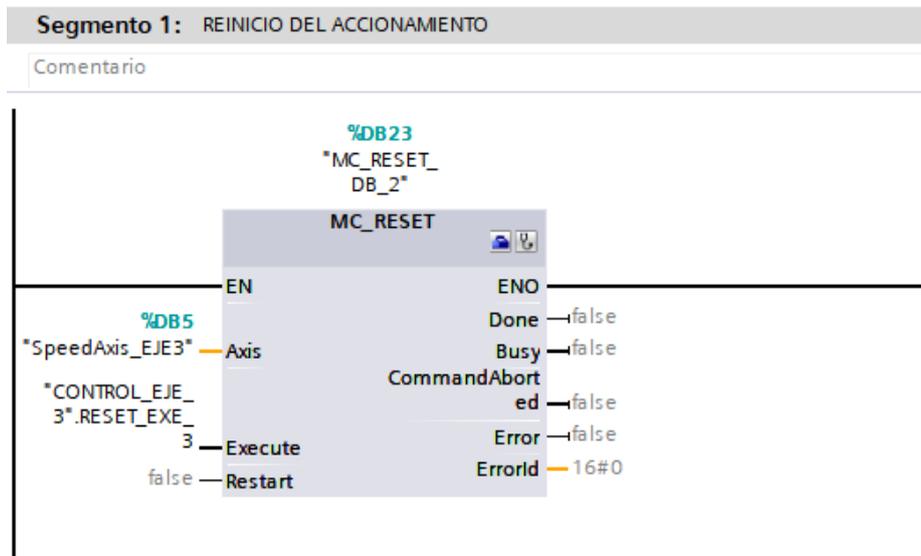


Ilustración 44 Bloque MC\_RESET de la tercera función.

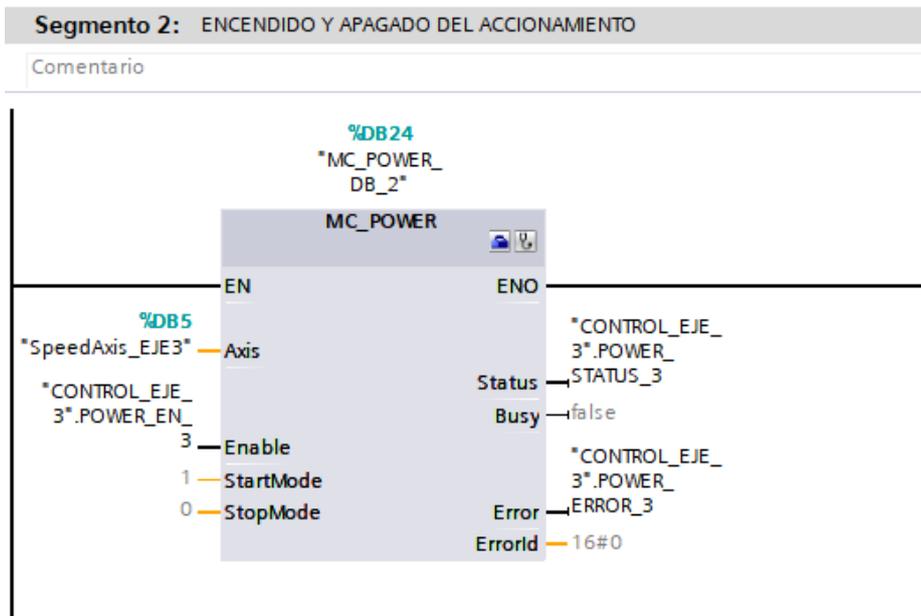


Ilustración 45 Bloque MC\_POWER de la tercera función.

### Segmento 3: MOVIMIENTO JOG

Comentario

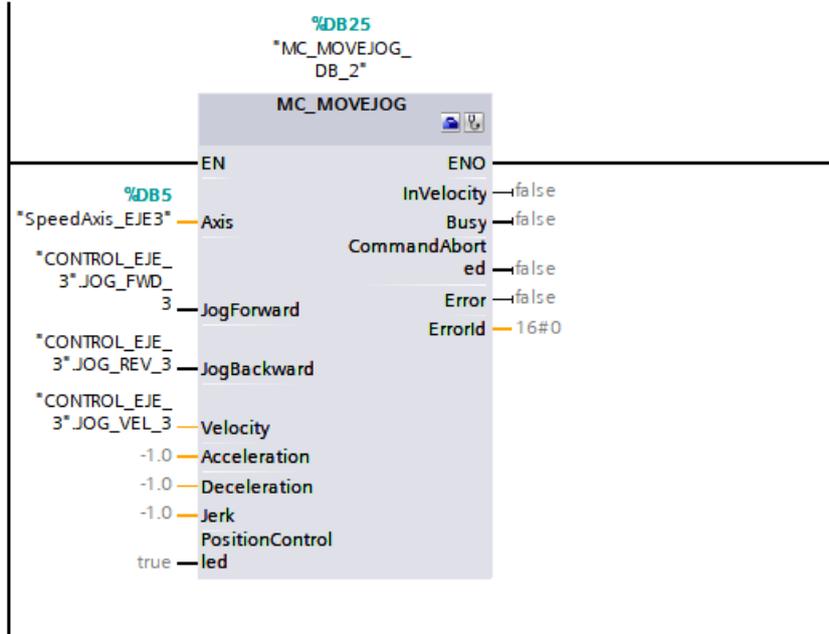


Ilustración 46 Bloque MC\_MOVEJOG de la tercera función.

### Segmento 4: CONSIGNA DE VELOCIDAD

Comentario

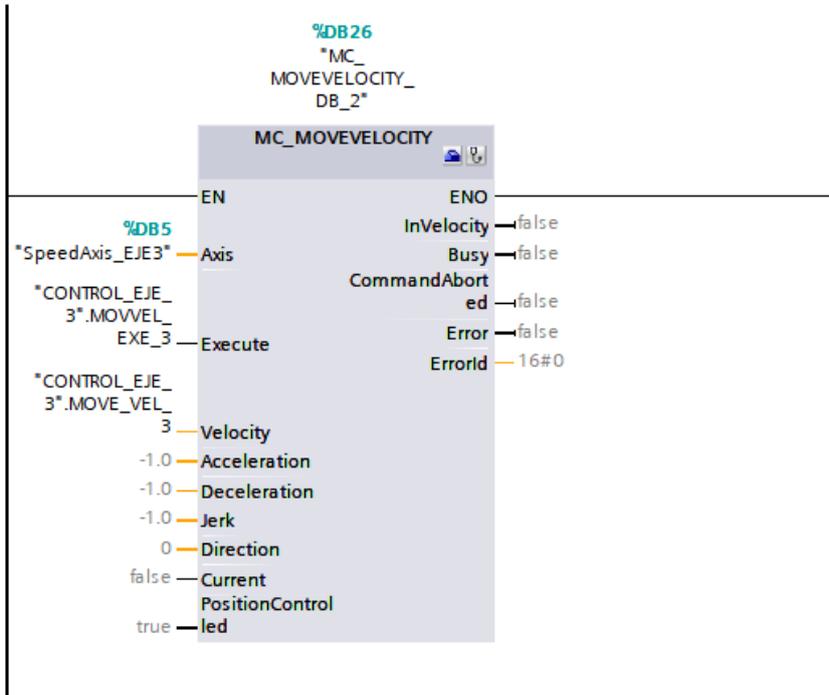


Ilustración 47 Bloque MC\_MOVEVELOCITY de la tercera función.

### Paso 25

En el segmento cinco se procede a agregar los bloques “MOVE” para la asignación de la velocidad y la aceleración actual.

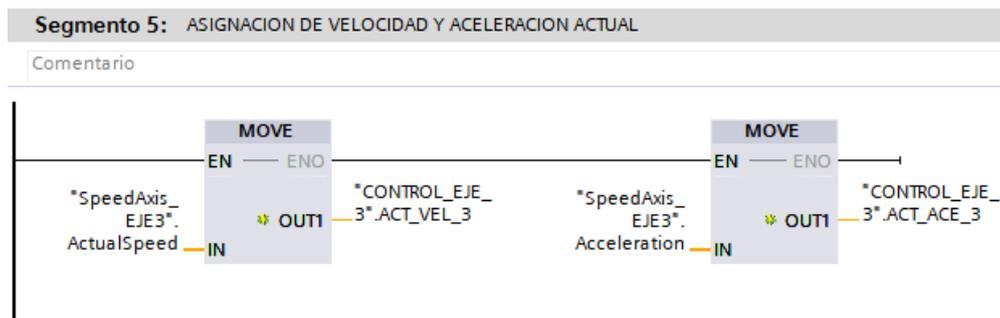


Ilustración 48 Parámetros de accionamientos.

### Paso 26

En el segmento seis colocar los siguientes contactos normalmente abiertos y cerrados con sus respectivas variables según se muestra en la imagen.

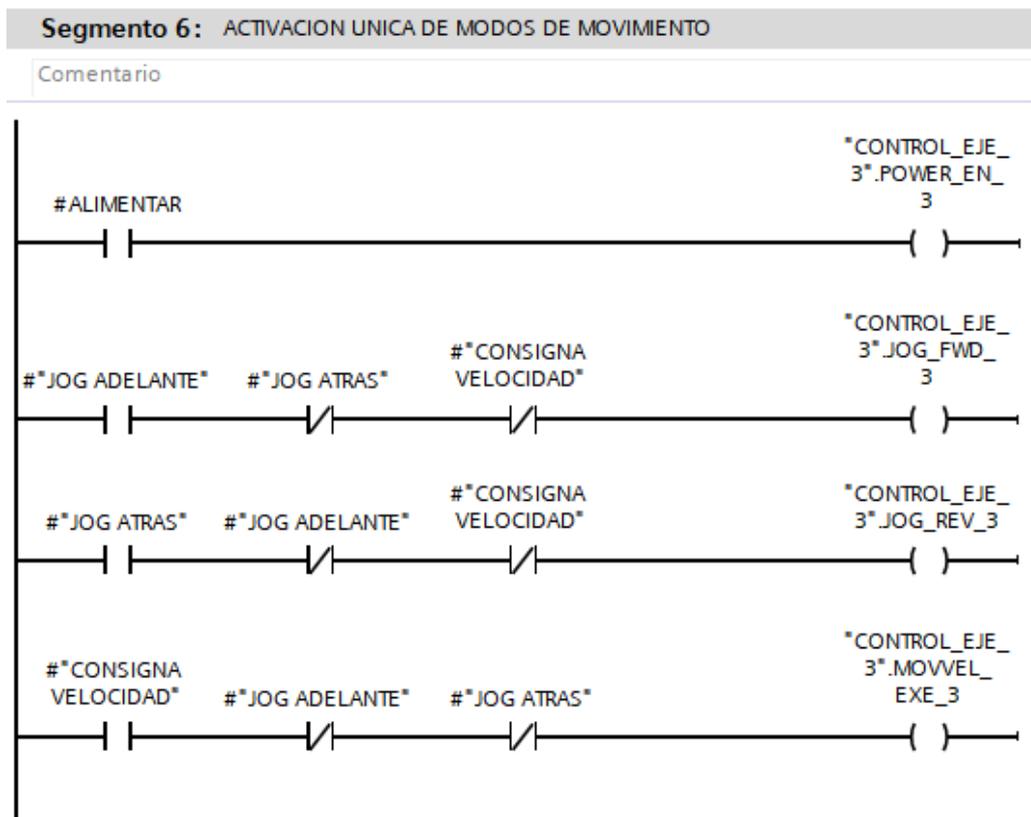


Ilustración 49 Activación única de modos de movimiento.

### Paso 27

En el segmento siete agregar los contactos seguido con sus bobinas para el "Status" y "Error" del eje de accionamiento 1.

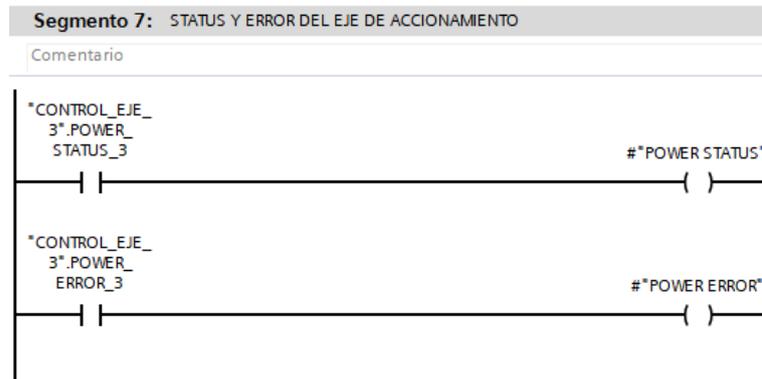


Ilustración 50 Estatus del encendido y apagado del eje de accionamiento 3.

### Paso 28

En los segmentos ocho y nueve asignar bloques "Move" para el valor de la velocidad de todos los modos, la velocidad y aceleración actual respectivamente.

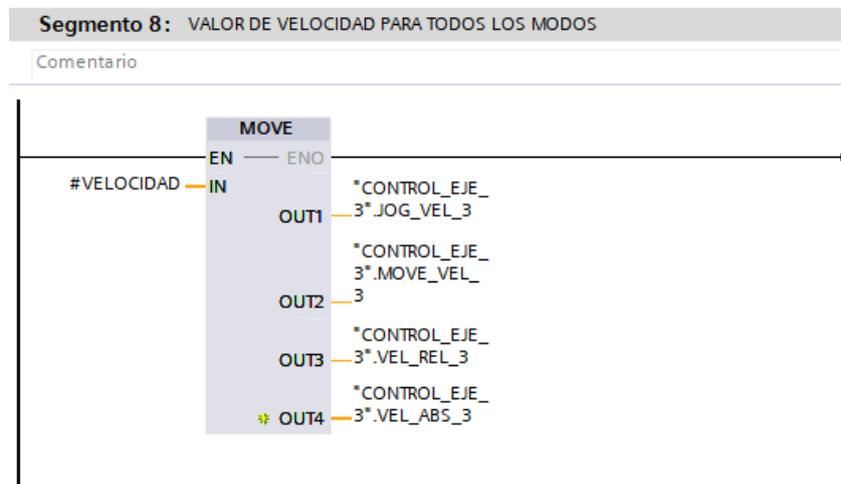


Ilustración 51 Velocidad asignada para todos los modos.

### Segmento 9: VELOCIDAD Y ACELERACION ACTUAL

Comentario

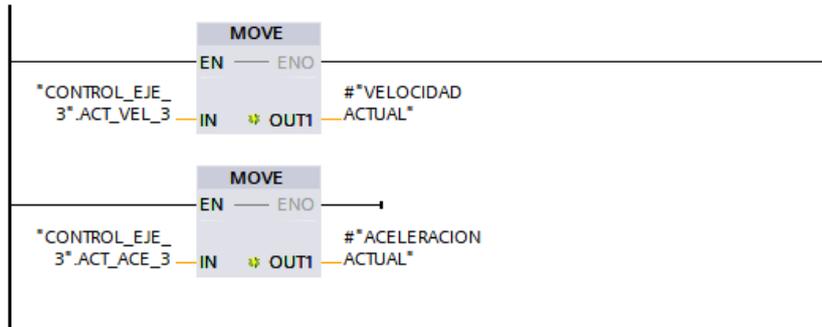


Ilustración 52 Valores numéricos actuales para la velocidad y la aceleración.

### Paso 29

Se coloca un contacto abierto y tres bobinas para acusar los fallos y resetear los ejes de accionamiento.

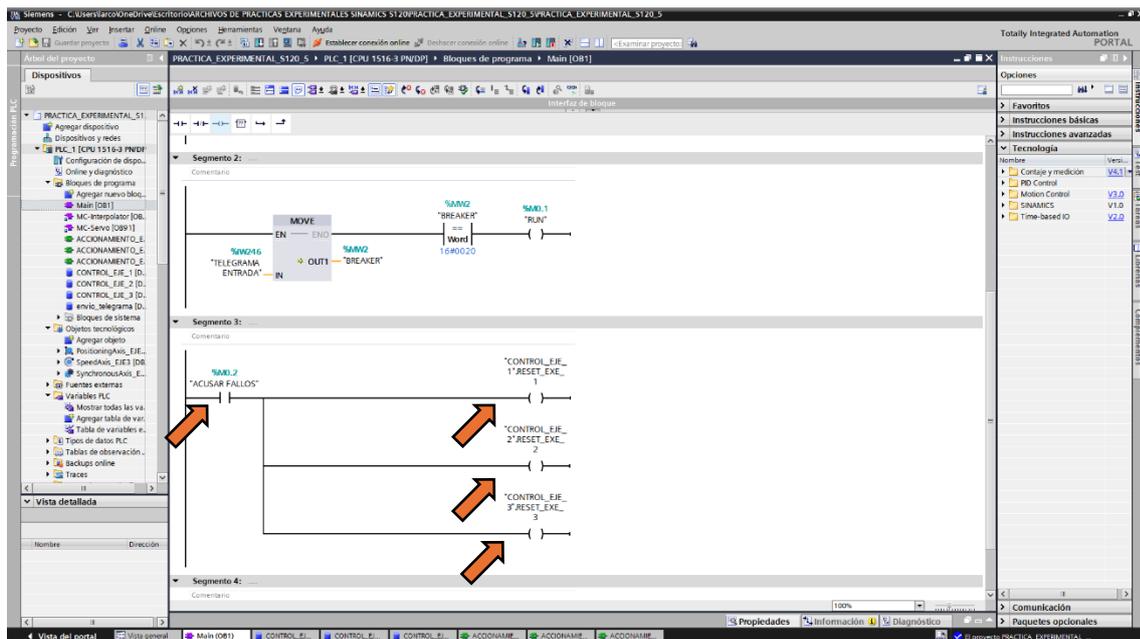


Ilustración 53 Segmente tres para acusar los fallos de los ejes de accionamiento.

### Paso 30

En la sección de “Variables PLC” dar clic en “Mostrar todas las variables” y agregar todas las variables que se encuentran en la imagen a continuación. Estas variables accionan, mediante valores forzados, el movimiento de cada eje de los servos motores.

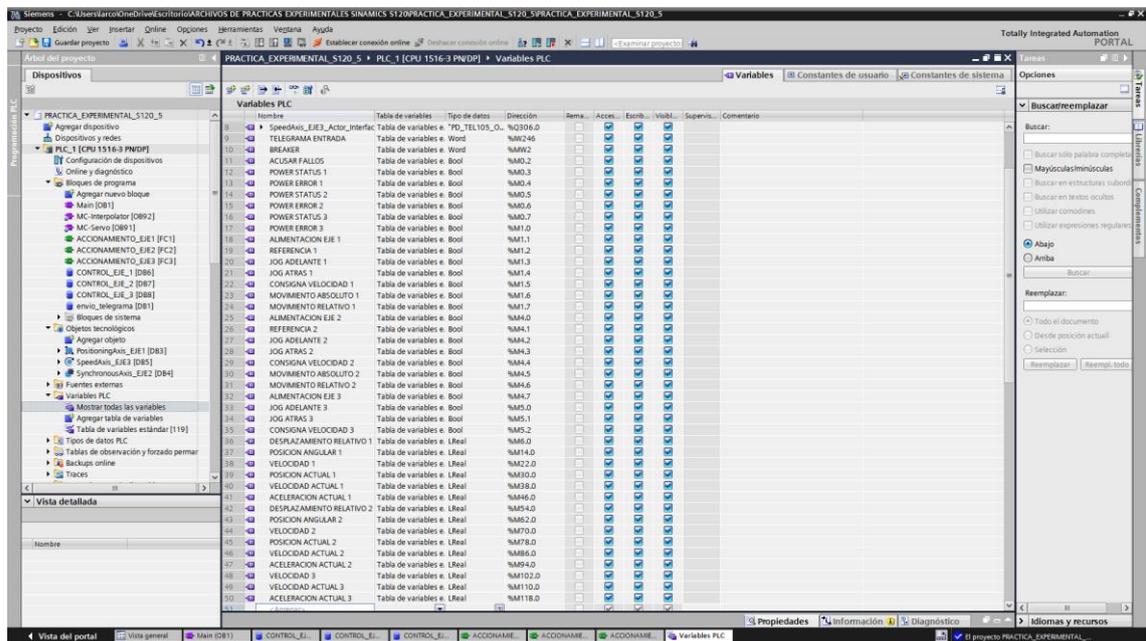


Ilustración 54 Variables del bloque principal “Main”.

### Paso 31

Ahora se procede a arrastrar todas las funciones hacia el “Main”, desde el segmento cuatro, para comenzar a colocar todas las variables creadas, que serán forzadas para la interacción con los ejes de accionamiento. En el segmento cuatro se debe colocar la función “ACCIONAMIENTO\_EJE1”. En los segmentos cinco y seis se debe colocar las funciones “ACCIONAMIENTO\_EJE2” y “ACCIONAMIENTO\_EJE3” respectivamente.

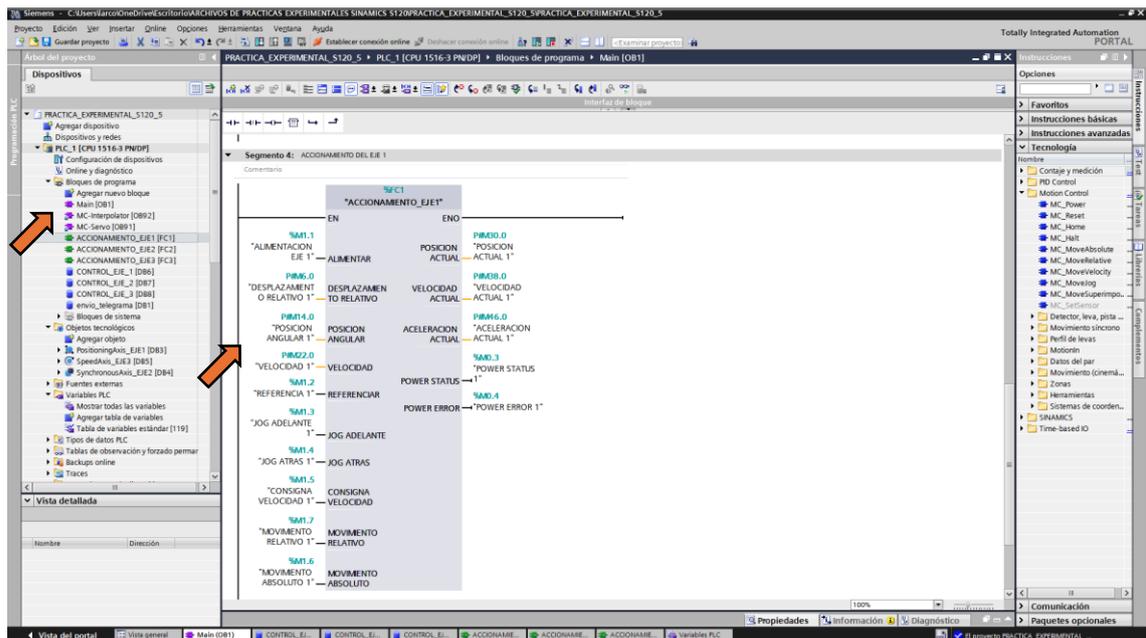
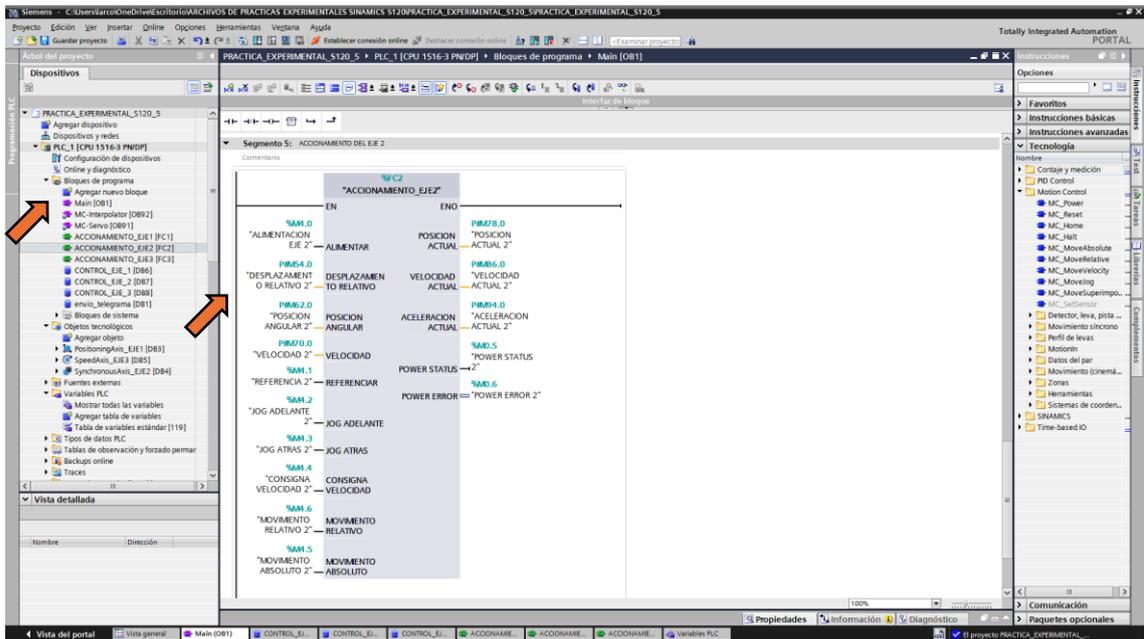
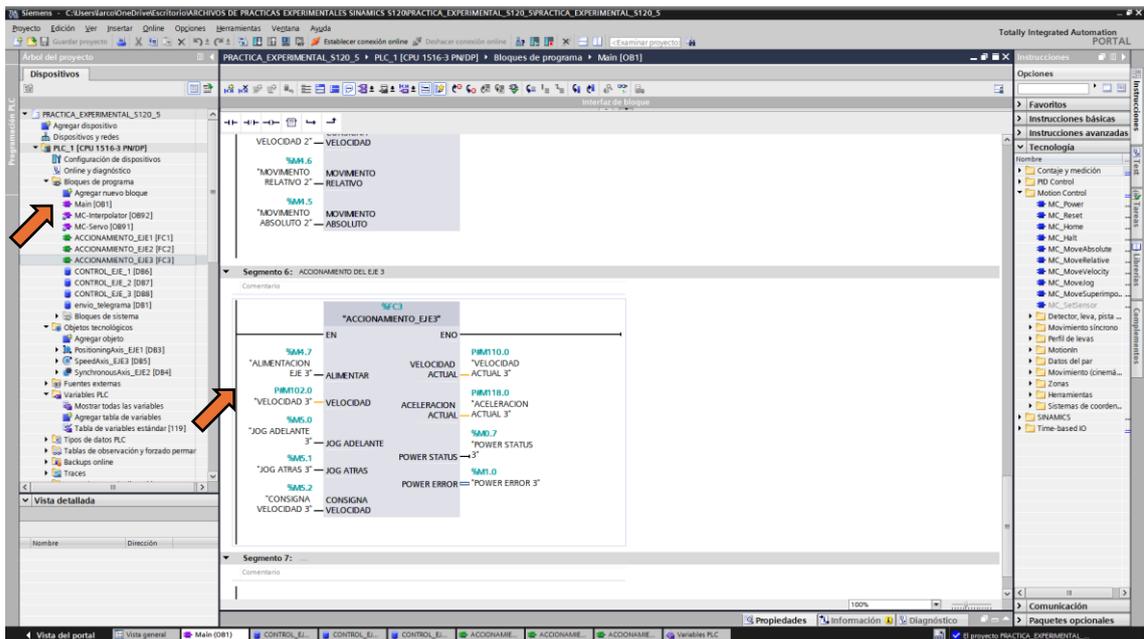


Ilustración 55 función para el primer eje de accionamiento.



**Ilustración 56 función para el segundo eje de accionamiento.**



**Ilustración 57 función para el tercer eje de accionamiento.**

### Paso 32

Ahora se procede a cargar la información al "PLC-1500" dar clic en "Cargar al dispositivo", se abrirá una ventana en donde se debe dar clic en "Iniciar búsqueda", para poder seleccionar una dirección IP, dar clic en "Aceptar", luego en "Cargar" y "Finalizar". Después, se procede a cargar la "Control Unit", dar clic en "Cargar al dispositivo", se

abrirá una ventana en donde se debe dar clic en “Iniciar búsqueda”, para poder seleccionar una dirección IP, dar clic en “Cargar” y luego en “Finalizar”.

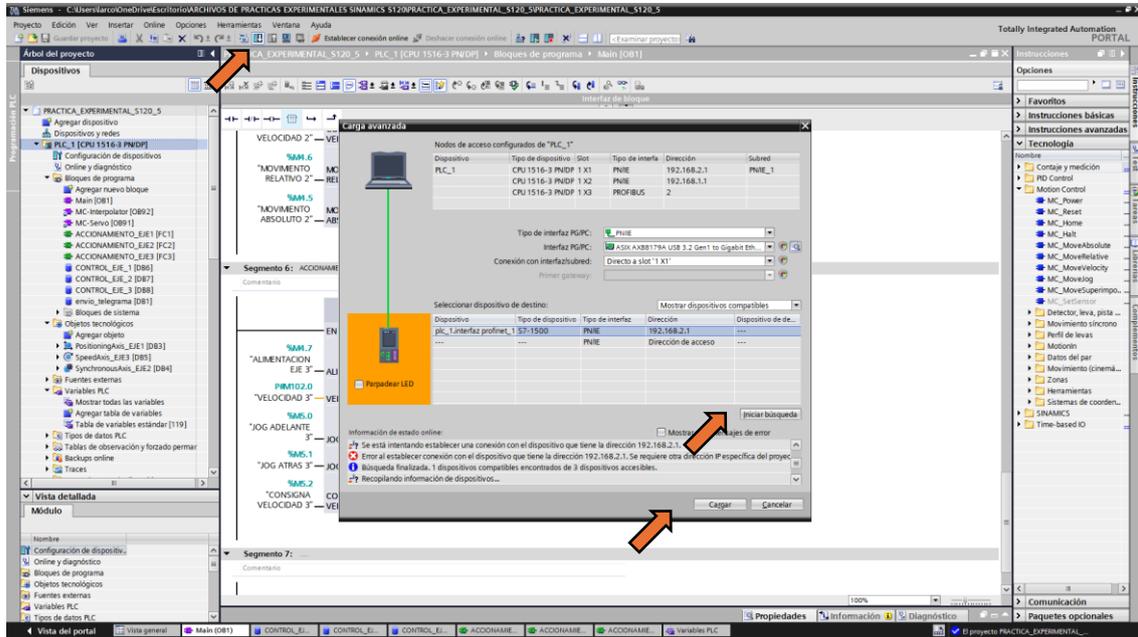


Ilustración 58 Ventana para la carga avanzada del “PLC-1500”.

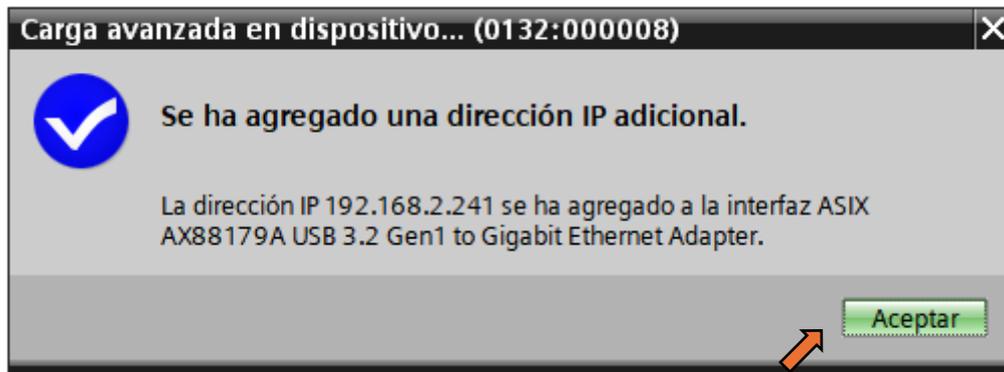


Ilustración 59 Ventana de dirección IP del PLC agregada.

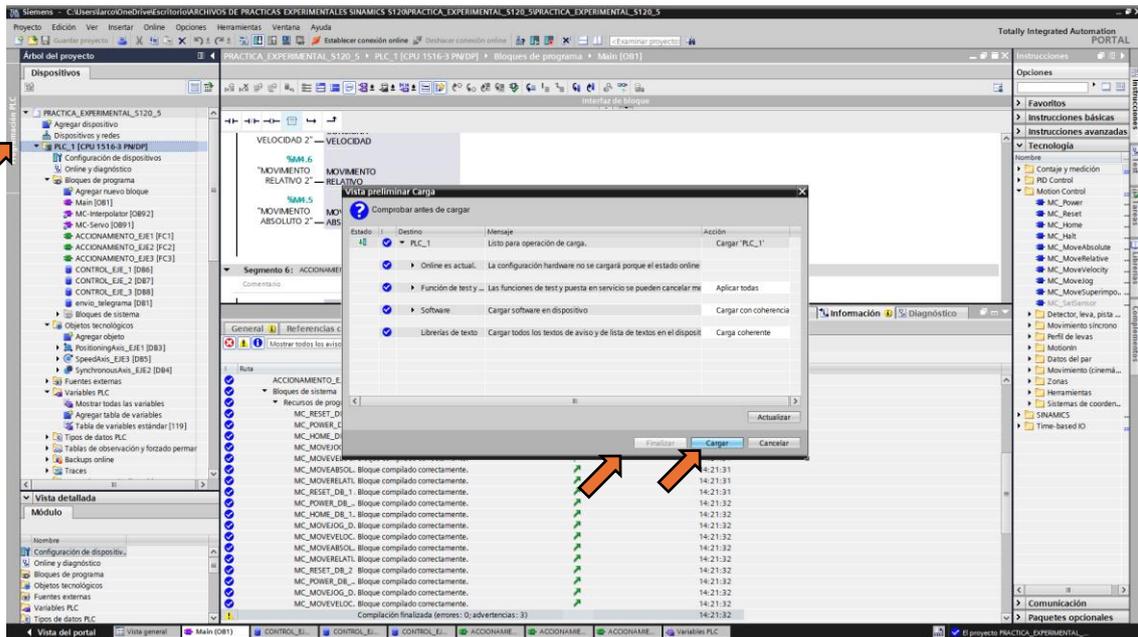


Ilustración 60 Ventana de “Vista preliminar de carga”.

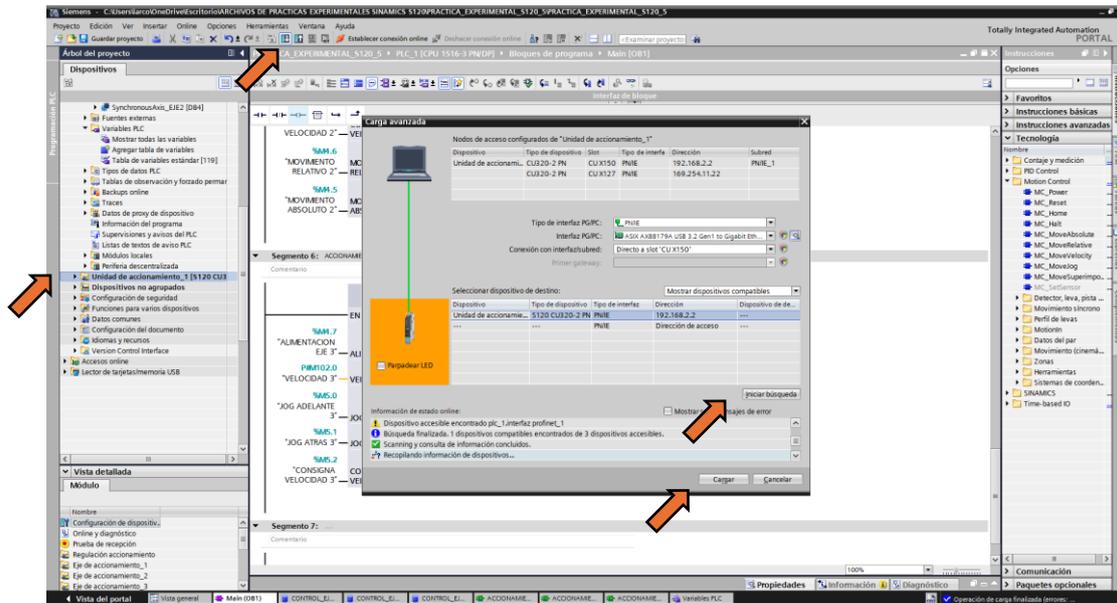


Ilustración 61 Ventana para la carga avanzada de la “Control Unit”.

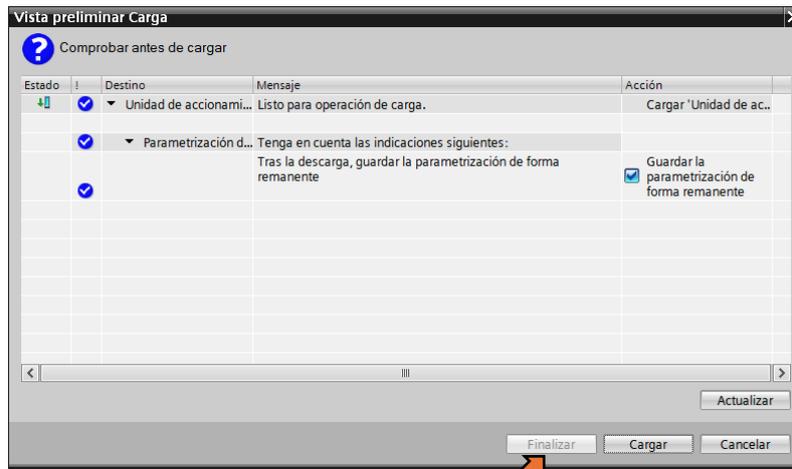


Ilustración 62 Ventana de “Vista preliminar de carga”.

### Paso 33

Se procede a establecer la “Conexión en línea” tanto para el “PLC-1500” como para la “Control Unit”, se debe marcar ambas casillas y dar clic en “Aceptar”. Luego se activa el “Modo de visualización”.

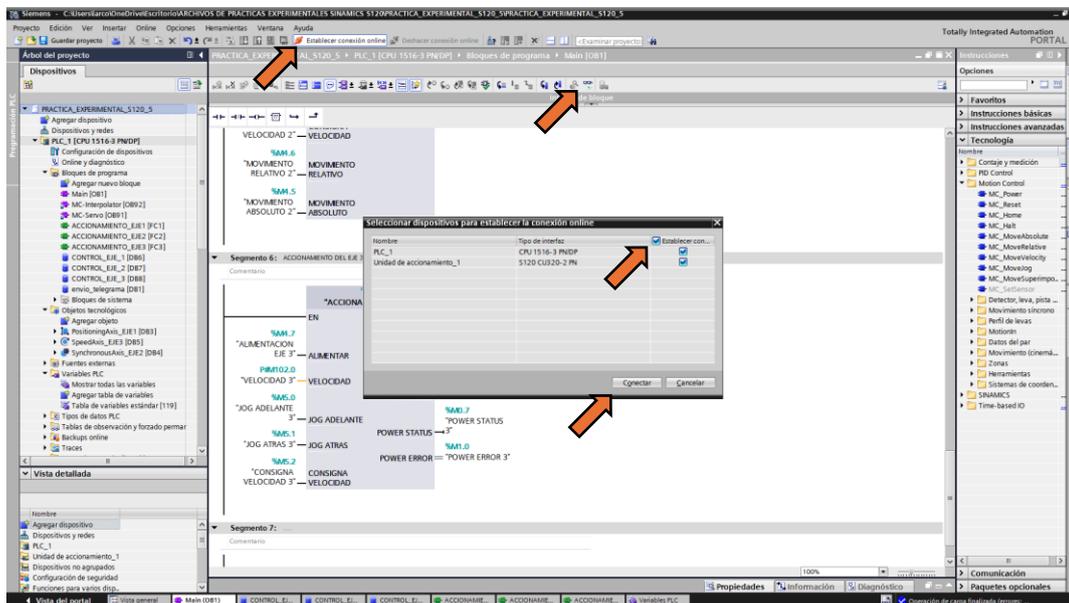
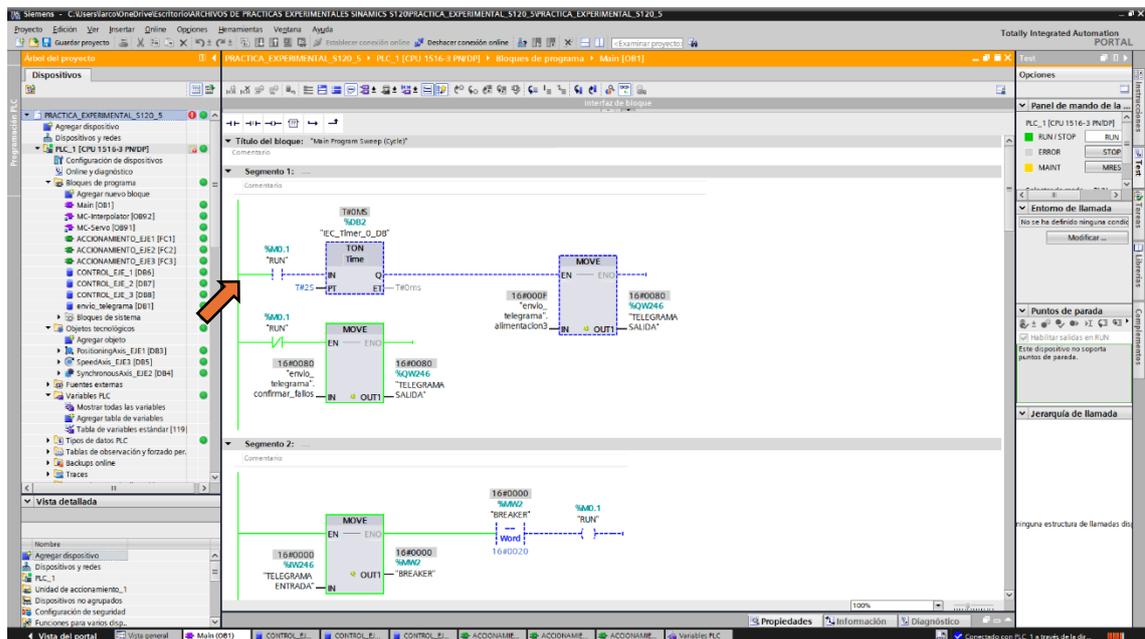


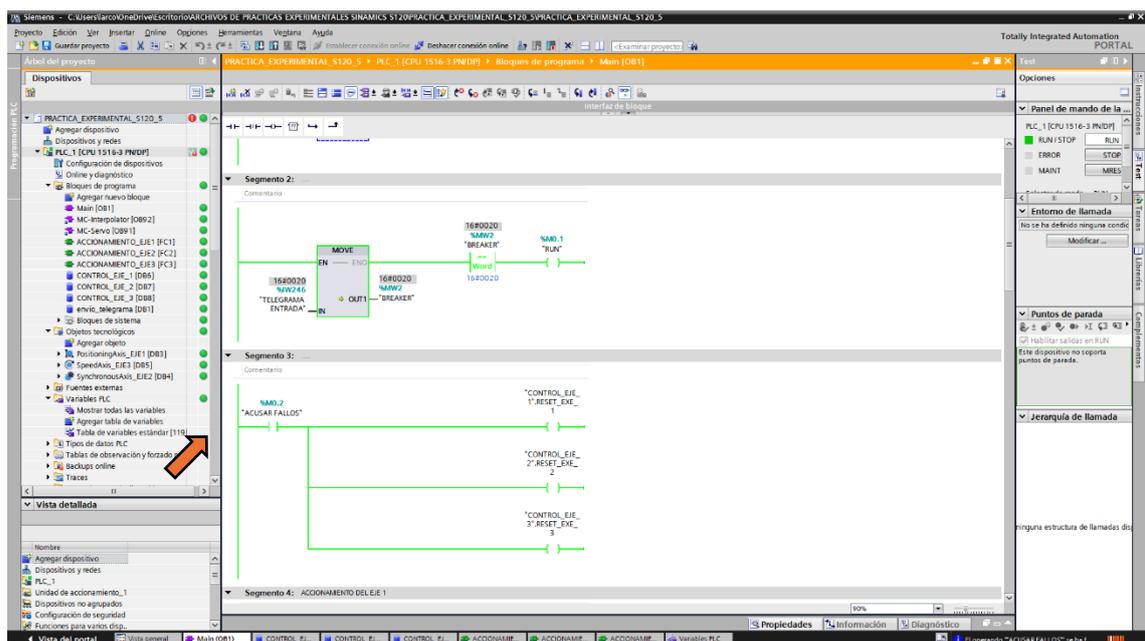
Ilustración 63 Ventana de “Conexión en línea”.

### Paso 34

Ahora se debe subir el “breaker” para la alimentación trifásica, el contacto de la variable “Run” se forzará automáticamente a “1”, luego se activará el temporizador para que en dos segundos esté energizado el “Double Motor Module”. Después se debe forzar a “1” y luego a “0” la variable “Acusar fallos” para reiniciar los ejes de accionamiento y eliminar cualquier tipo de fallo que impida el movimiento.



**Ilustración 64 Segmento de activación de los ejes de accionamientos.**

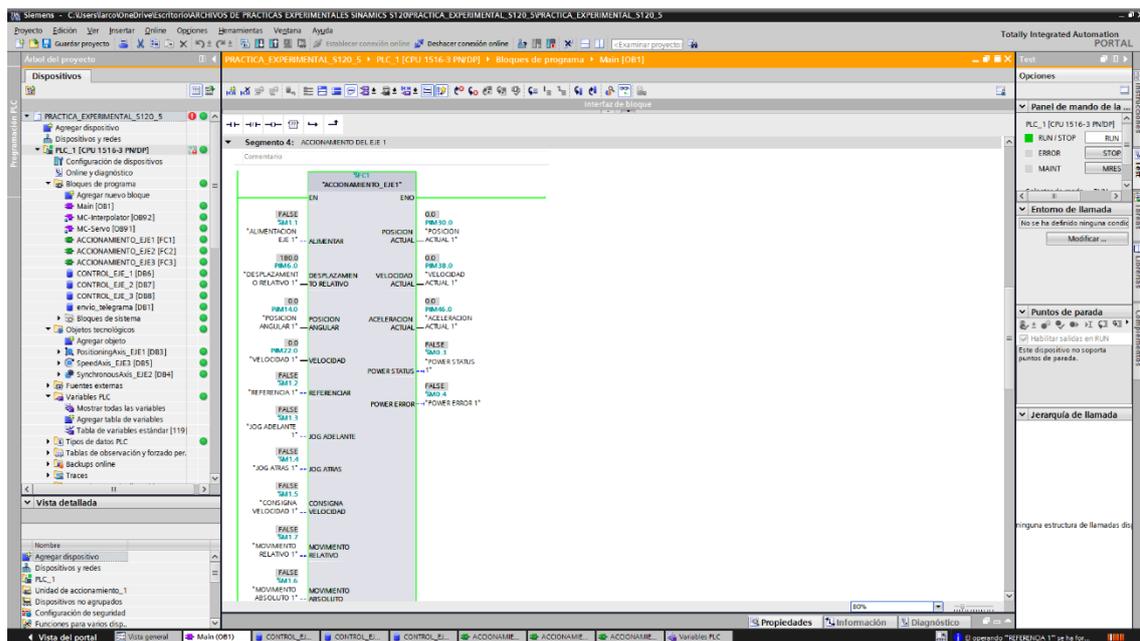


**Ilustración 65 Segmento para acusar los fallos de los ejes de accionamientos.**

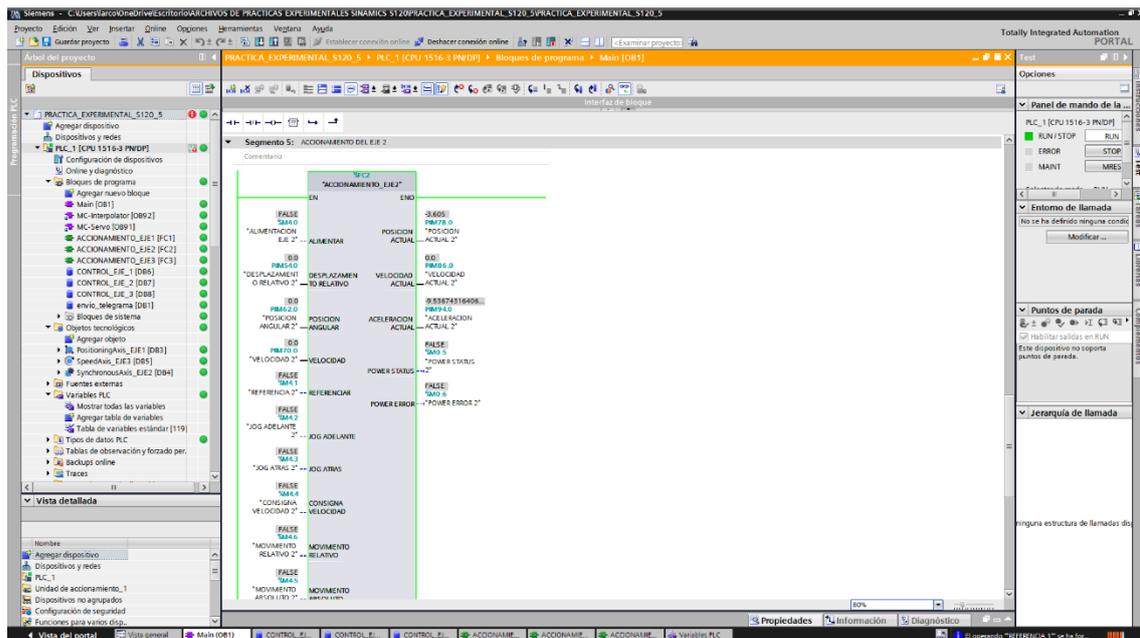
## Paso 35

Para el funcionamiento de los ejes, se debe forzar a "1" la variable de "ALIMENTAR" para la activación, luego puede usar cualquier modo de movimiento según la necesidad, debe forzar a "1" el modo a usar. Para la "Consigna de velocidad", o "Jog adelante" o "Jog atrás" forzar un valor numérico, de unidad "grado por segundo", en la variable "VELOCIDAD". Para el movimiento absoluto debe forzar un valor numérico, de unidad

“grado”, la variable “POSICION ANGULAR” y para el movimiento relativo debe forzar la variable “DESPLAZAMIENTO RELATIVO”, con la misma unidad. Por último, forzar la variable “REFERENCIAR” con valor numérico de “0”, para reiniciar el conteo de posición. Esto se puede aplicar únicamente para el primer y segundo eje de accionamiento. En las salidas de las funciones se podrá observar los valores actuales para la posición, la velocidad y la aceleración.



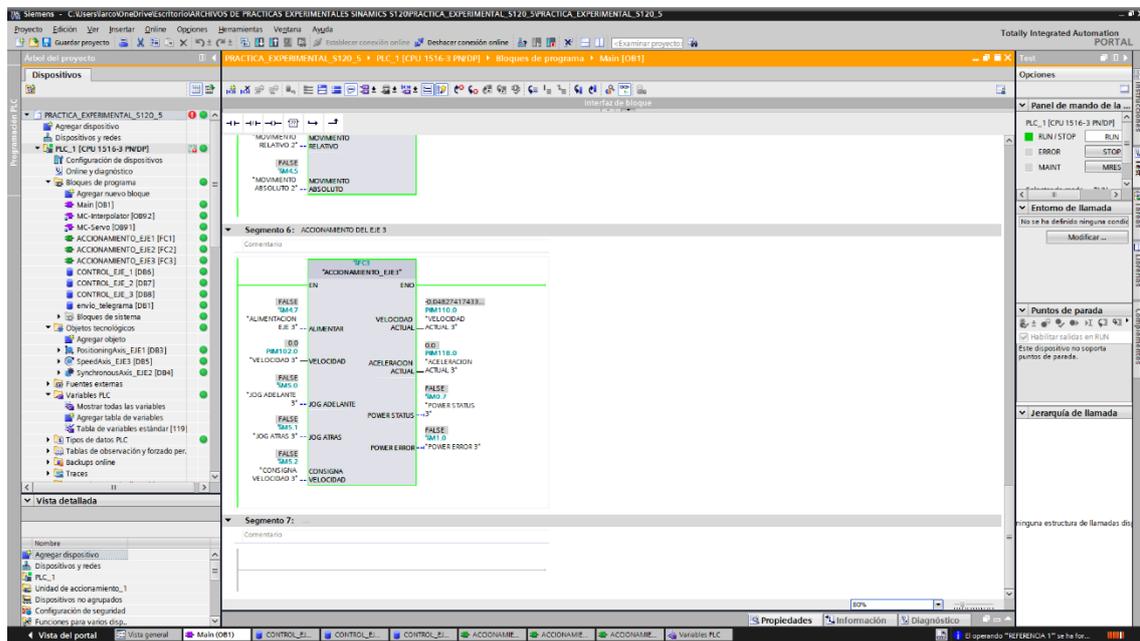
**Ilustración 66** Bloque de instrucción del primer eje de accionamiento.



**Ilustración 67** Bloque de instrucción del segundo eje de accionamiento.

### Paso 36

Para el funcionamiento del tercer eje de accionamiento, se debe forzar a "1" la variable de "ALIMENTAR" para activarlo, luego puede usar el modo "Consigna de velocidad", "Jog adelante" o "Jog atrás". Para estos modos se debe forzar un valor numérico, de unidad "grado por segundo", en la variable "VELOCIDAD". En las salidas de la función se podrá observar los valores actuales para la posición, la velocidad y la aceleración.



**Ilustración 68** Bloque de instrucción del tercer eje de accionamiento.

## Práctica Experimental #6

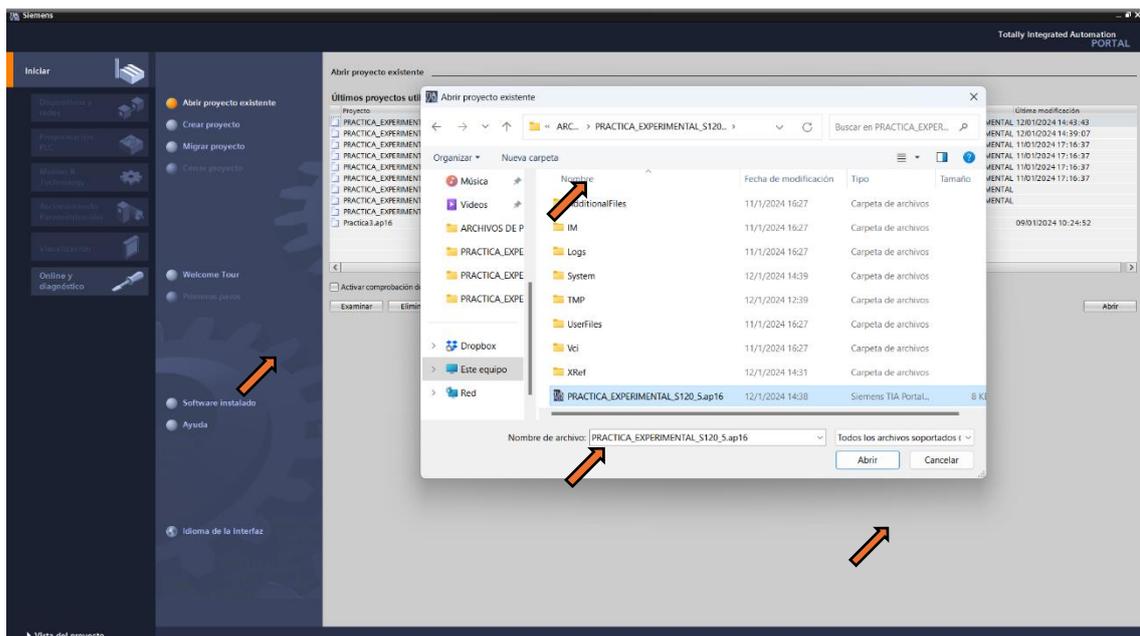
**Título:** Cambio de velocidad durante la puesta en marcha y velocidad de accionamiento de engranaje.

**Al final esta práctica usted debe poder:**

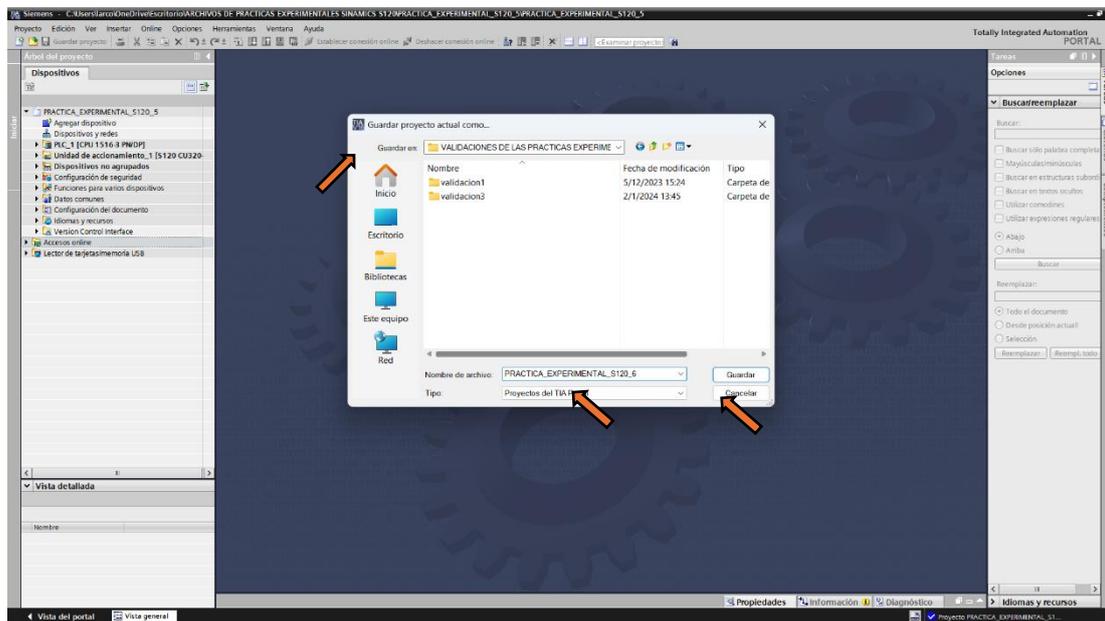
- Cambiar la velocidad durante la puesta en marcha.
- Sincronizar la velocidad de dos servos motores.
- Asignar un factor de velocidad de un eje en accionamiento a otro.

### Paso 1

Cargar el archivo de la “PRACTICA\_EXPERIMENTAL\_S120\_5” dando clic en “Examinar”, buscar el archivo en la ruta dada previo a esta práctica, una vez seleccionada, dar clic en “Open”. Luego se ingresa a la vista del proyecto y se procede a guardar el proyecto con el nombre: “PRACTICA\_EXPERIMENTAL\_S120\_6” en la ruta que usted crea conveniente o en la siguiente ruta: C:\Users\larco\OneDrive\Escritorio\VALIDACIONES DE LAS PRACTICAS EXPERIMENTALES SINAMICS S120



**Ilustración 18** Ubicación y carga de un proyecto en TIA PORTAL



**Ilustración 2** Archivo de la práctica experimental 6 guardado.

## Paso 2

Acceder a la “Vista del proyecto”, en el “árbol del proyecto” desplegar la pestaña “PLC\_1 [CPU 1516-3 PN/DP]” y dirigirse a “Bloques de programa”. Seleccionar el bloque de datos “CONTROL\_EJE\_1” y agregar las variables con nombres “MOV\_VEL\_RECORD\_1” y “VEL\_OVERRIDE\_1”, ambas del tipo “LReal”.

	Nombre	Tipo de datos	Valor de arran...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ...	Valor de a...	Sup...
1	Static								
2	RESET_EXE_1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	POWER_EN_1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	JOG_FWD_1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	JOG_REV_1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	MOVVEL_EXE_1	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	HOME_EXE_1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	MOVABS_EXE_1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	MOVREL_EXE_1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	JOG_VEL_1	LReal	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	MOVE_VEL_1	LReal	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	POS_REL_1	LReal	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	POS_ABS_1	LReal	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	VEL_ABS_1	LReal	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	VEL_REL_1	LReal	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	ACT_VEL_1	LReal	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	ACT_POS_1	LReal	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	ACT_SPE_1	LReal	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	ACT_ACE_1	LReal	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	POWER_STATUS_1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	POWER_ERROR_1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	MOV_VEL_RECORD_1	LReal	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	VEL_OVERRIDE_1	LReal	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**Ilustración 19** Variables del bloque de datos “CONTROL\_EJE\_1”.

### Paso 3

Luego ingresamos en la función “ACCIONAMIENTO\_EJE1” y agregamos la variable con nombre “VELOCIDAD PORCENTAJE”.

	Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
1	Input		
2	ALIMENTAR	Bool	
3	DESPLAZAMIENTO RELATI	LReal	
4	POSICION ANGULAR	LReal	
5	VELOCIDAD	LReal	
6	VELOCIDAD PORCENTAJE	LReal	
7	REFERENCIAR	Bool	
8	JOG ADELANTE	Bool	
9	JOG ATRAS	Bool	
10	CONSIGNA VELOCIDAD	Bool	
11	MOVIMIENTO RELATIVO	Bool	
12	MOVIMIENTO ABSOLUTO	Bool	
13	Output		
14	POSICION ACTUAL	LReal	
15	VELOCIDAD ACTUAL	LReal	
16	ACELERACION ACTUAL	LReal	
17	POWER STATUS	Bool	
18	POWER ERROR	Bool	

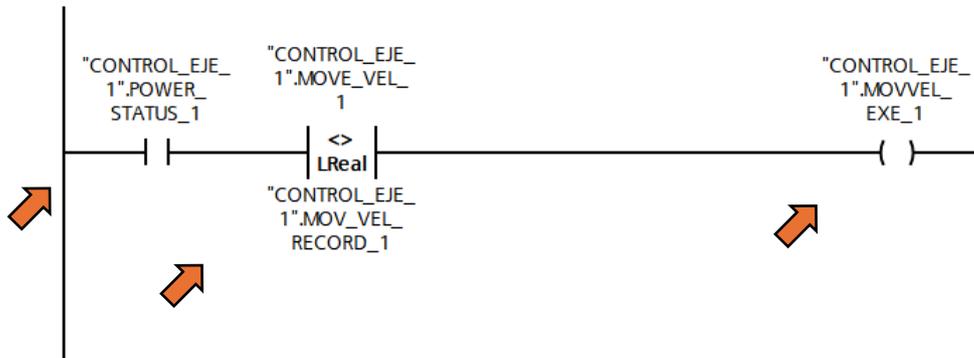
Ilustración 20 Variables de la función “ACCIONAMIENTO\_EJE1”.

### Paso 4

Dirigirse al “Main [OB1]” y después del segmento cuatro, agregar un segmento con un contacto normalmente abierto, una comparación “CMP” de tipo “LReal” y una bobina con las variables mostradas en la imagen a continuación.

### Segmento 5: CAMBIO DE VELOCIDAD DURANTE LA MARCHA

Comentario



**Ilustración 21 Segmento 5 “Cambio de velocidad durante la marcha”.**

### Paso 5

En el segmento 6, después del creado anteriormente, agregar debajo del bloque “MC\_MOVEVELOCITY”, dos bloques “MOVE” con las variables mostradas en la imagen a continuación. En este segmento se guarda la velocidad actual y se la anula al mismo tiempo, en el segmento anterior se comparan la velocidad actual con la velocidad guardada y con este se activa el bloque de “Consigna de velocidad” logrando cambiar la velocidad durante la puesta en marcha.

## Segmento 6: CONSIGNA DE VELOCIDAD

Comentario

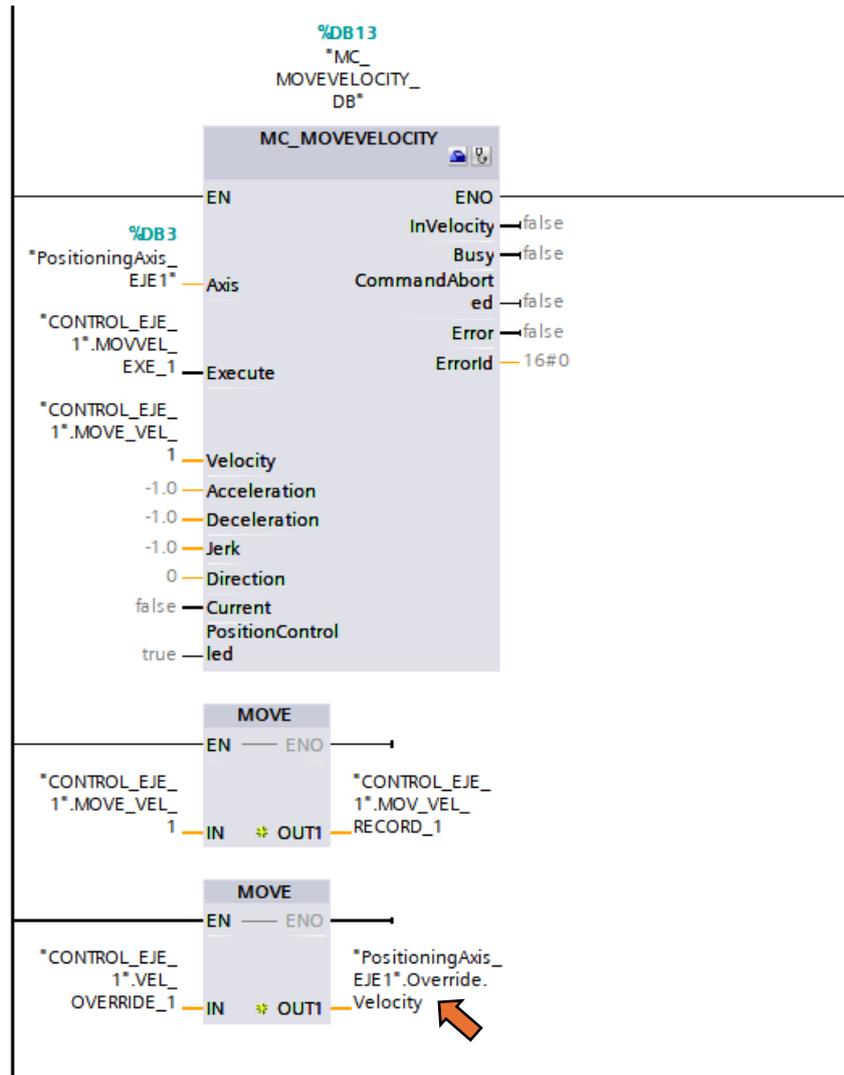
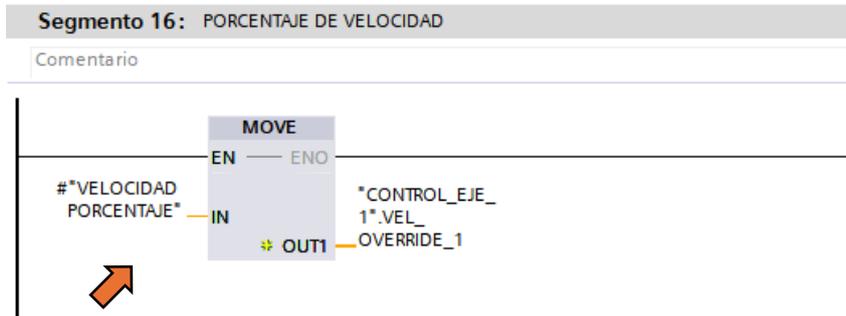


Ilustración 6 Bloques “Move” para la velocidad actual guardada y el porcentaje de velocidad.

### Paso 6

Agregar un segmento al final de todo, que sería el segmento 16, un bloque “MOVE” para el valor de la variación de la velocidad en porcentaje.



**Ilustración 7 Bloque “Move” para la velocidad en porcentaje asignada.**

### Paso 7

Se debe dirigir nuevamente a “Bloques de programa”, seleccionar el bloque de datos “CONTROL\_EJE\_2” y agregar las variables con nombres “MOV\_VEL\_RECORD\_2” y “VEL\_OVERRIDE\_2”, ambas del tipo “LReal”.

..PERIMENTAL\_S120\_6 ▶ PLC\_1 [CPU 1516-3 PN/DP] ▶ Bloques de programa ▶ CONTROL\_EJE\_2 [DB7]

Conservar valores actuales Instantánea Copiar instantáneas a valores de arranque

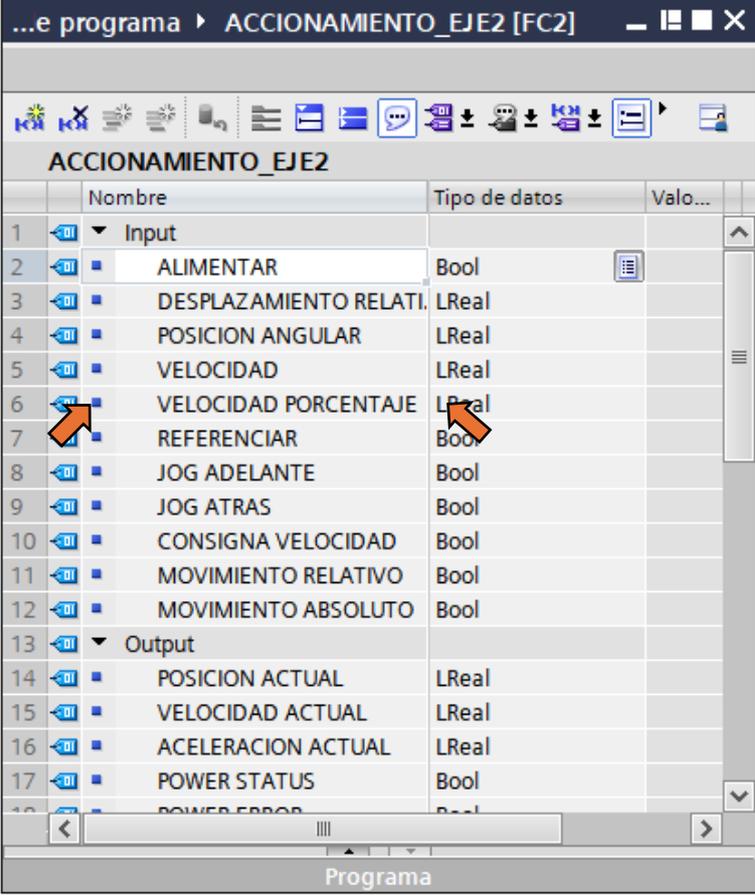
**CONTROL\_EJE\_2**

	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..	Su...
1	Static								
2	RESET_EXE_2	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	POWER_EN_2	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	JOG_FWD_2	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	JOG_REV_2	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	MOVVEL_EXE_2	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	HOME_EXE_2	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	MOVABS_EXE_2	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	MOVREL_EXE_2	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	JOG_VEL_2	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	MOVE_VEL_2	LReal	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	POS_REL_2	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	POS_ABS_2	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	VEL_ABS_2	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	VEL_REL_2	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	ACT_VEL_2	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	ACT_POS_2	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	ACT_SPE_2	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	ACT_ACE_2	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	POWER_STATUS_2	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	POWER_ERROR_2	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	MOV_VEL_RECORD_2	LReal	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	VEL_OVERRIDE_2	LReal	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Ilustración 8 Variables del bloque de datos “CONTROL\_EJE\_2”.**

### Paso 8

Luego ingresamos en la función “ACCIONAMIENTO\_EJE2” y agregamos la variable con nombre “VELOCIDAD PORCENTAJE”.



	Nombre	Tipo de datos	Valo...
1	Input		
2	ALIMENTAR	Bool	
3	DESPLAZAMIENTO RELATI.	LReal	
4	POSICION ANGULAR	LReal	
5	VELOCIDAD	LReal	
6	VELOCIDAD PORCENTAJE	LReal	
7	REFERENCIAR	Bool	
8	JOG ADELANTE	Bool	
9	JOG ATRAS	Bool	
10	CONSIGNA VELOCIDAD	Bool	
11	MOVIMIENTO RELATIVO	Bool	
12	MOVIMIENTO ABSOLUTO	Bool	
13	Output		
14	POSICION ACTUAL	LReal	
15	VELOCIDAD ACTUAL	LReal	
16	ACELERACION ACTUAL	LReal	
17	POWER STATUS	Bool	
18	POWER ERROR	Bool	

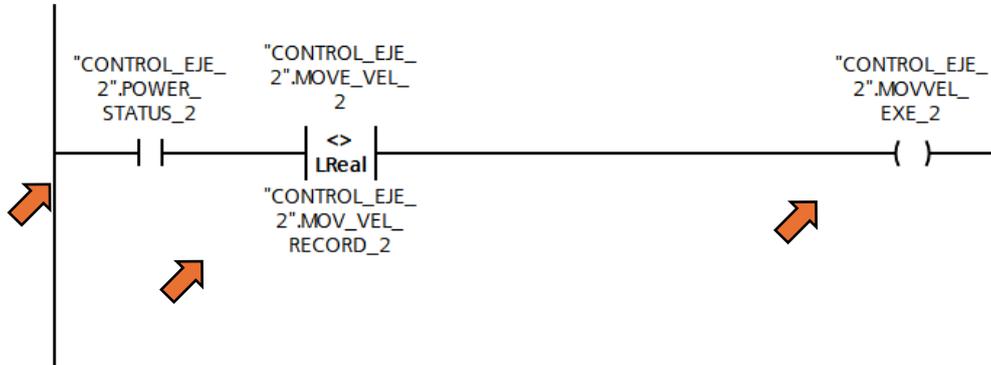
Ilustración 9 Variables de la función “ACCIONAMIENTO\_EJE2”.

### Paso 9

Dirigirse al “Main [OB1]” y después del segmento cuatro, agregar un segmento con un contacto normalmente abierto, una comparación “CMP” de tipo “LReal” y una bobina con las variables mostradas en la imagen a continuación.

### Segmento 5: CAMBIO DE VELOCIDAD DURANTE LA MARCHA

Comentario



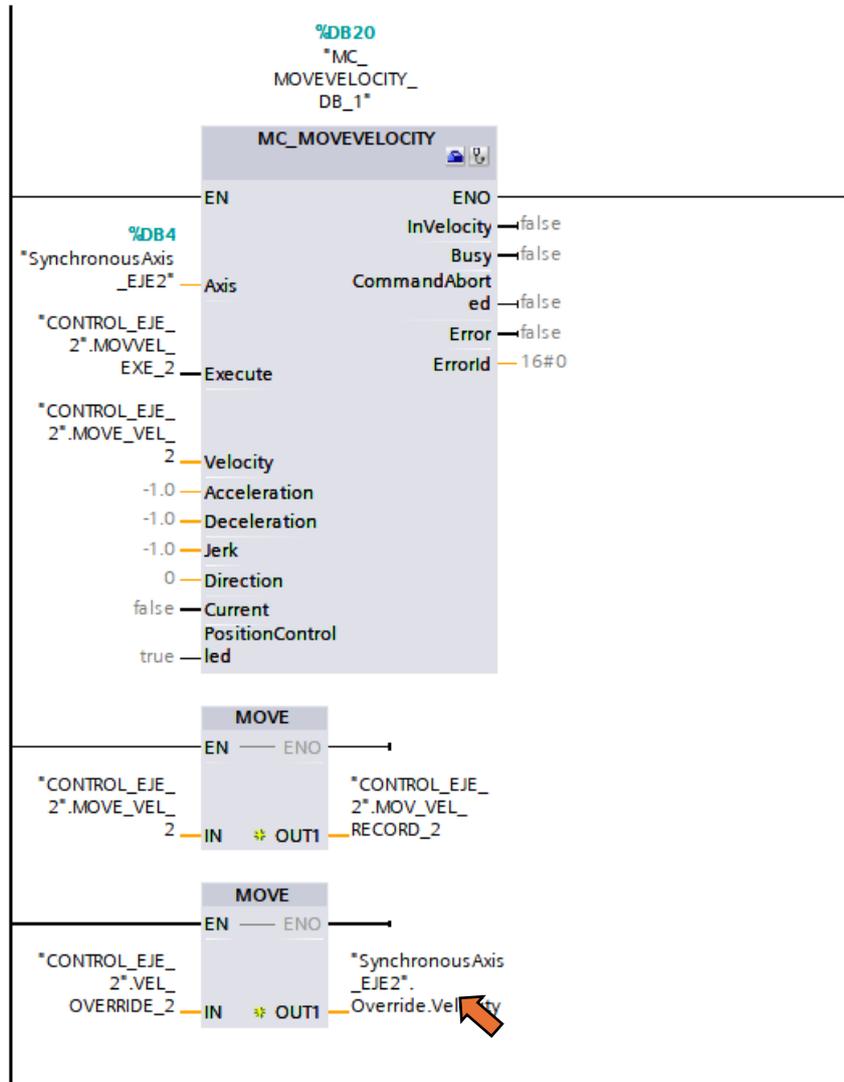
**Ilustración 10 Segmento 5 “Cambio de velocidad durante la marcha”.**

#### **Paso 10**

En el segmento 6, después del creado anteriormente, agregar debajo del bloque “MC\_MOVEVELOCITY”, dos bloques “MOVE” con las variables mostradas en la imagen a continuación. En este segmento se guarda la velocidad actual y se la anula al mismo tiempo, en el segmento anterior se comparan la velocidad actual con la velocidad guardada y con este se activa el bloque de “Consigna de velocidad” logrando cambiar la velocidad durante la puesta en marcha.

**Segmento 6: CONSIGNA DE VELOCIDAD**

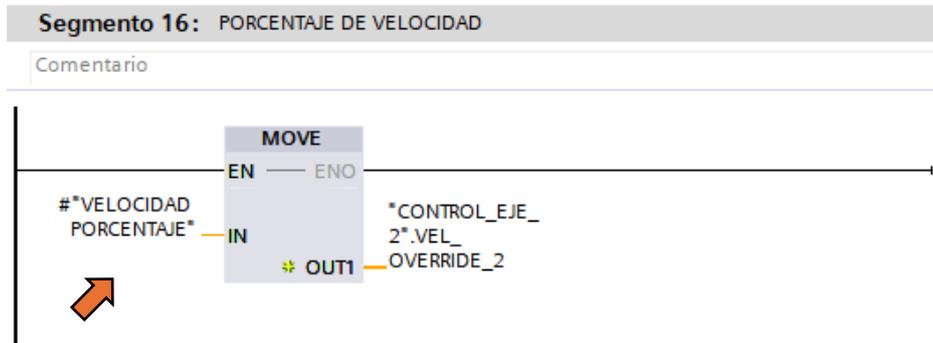
Comentario



**Ilustración 11 Bloques “Move” para la velocidad actual guardada y el porcentaje de velocidad.**

**Paso 11**

Agregar un segmento al final de todo, que sería el segmento 16, un bloque “MOVE” para el valor de la variación de la velocidad en porcentaje.



**Ilustración 12 Bloque “Move” para la velocidad en porcentaje asignada.**

## Paso 12

Se debe dirigir nuevamente a “Bloques de programa”, seleccionar el bloque de datos “CONTROL\_EJE\_3” y agregar las variables con nombres “MOV\_VEL\_RECORD\_3” y “VEL\_OVERRIDE\_3”, ambas del tipo “LReal”.

...RIMENTAL\_S120\_6 ▶ PLC\_1 [CPU 1516-3 PN/DP] ▶ Bloques de programa ▶ CONTROL\_EJE\_3 [DB8]

Conservar valores actuales Instantánea Copiar instantáneas a valores de arranque

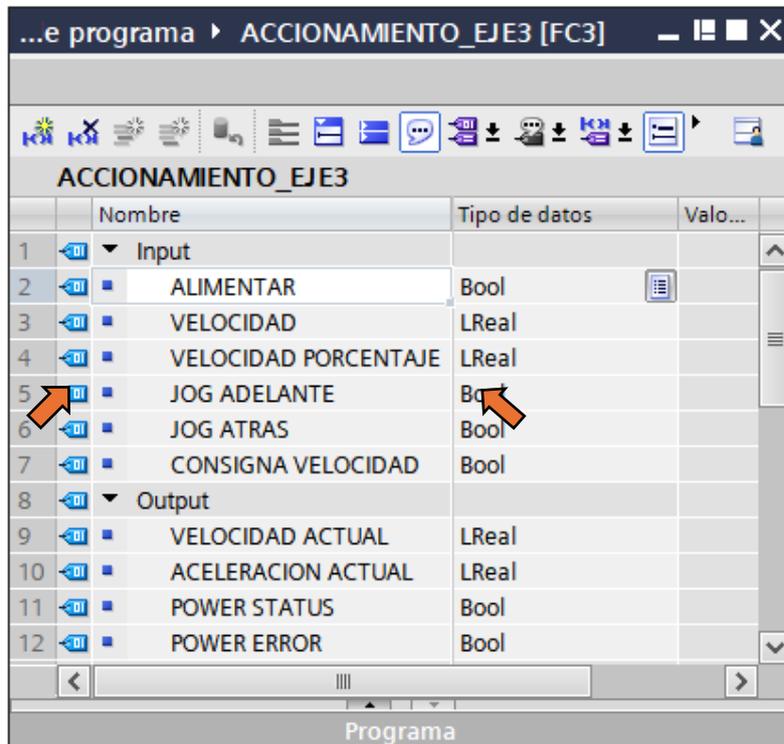
**CONTROL\_EJE\_3**

	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a...
1	Static							
2	RESET_EXE_3	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	POWER_EN_3	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	JOG_FWD_3	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	JOG_REV_3	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	MOVVEL_EXE_3	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	MOVE_VEL_3	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	JOG_VEL_3	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	ACT_VEL_3	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	ACT_ACE_3	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	VEL_REL_3	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	VEL_ABS_3	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	POWER_STATUS_3	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	POWER_ERROR_3	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	MOV_VEL_RECORD_3	LReal	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>				
16	VEL_OVERRIDE_3	LReal	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

**Ilustración 13 Variables del bloque de datos “CONTROL\_EJE\_3”.**

### Paso 13

Luego ingresamos en la función "ACCIONAMIENTO\_EJE3" y agregamos la variable con nombre "VELOCIDAD PORCENTAJE".



	Nombre	Tipo de datos	Valo...
1	Input		
2	ALIMENTAR	Bool	
3	VELOCIDAD	LReal	
4	VELOCIDAD PORCENTAJE	LReal	
5	JOG ADELANTE	Bool	
6	JOG ATRAS	Bool	
7	CONSIGNA VELOCIDAD	Bool	
8	Output		
9	VELOCIDAD ACTUAL	LReal	
10	ACELERACION ACTUAL	LReal	
11	POWER STATUS	Bool	
12	POWER ERROR	Bool	

Ilustración 14 Variables de la función "ACCIONAMIENTO\_EJE3".

### Paso 14

Dirigirse al "Main [OB1]" y después del segmento cuatro, agregar un segmento con un contacto normalmente abierto, una comparación "CMP" de tipo "LReal" y una bobina con las variables mostradas en la imagen a continuación.

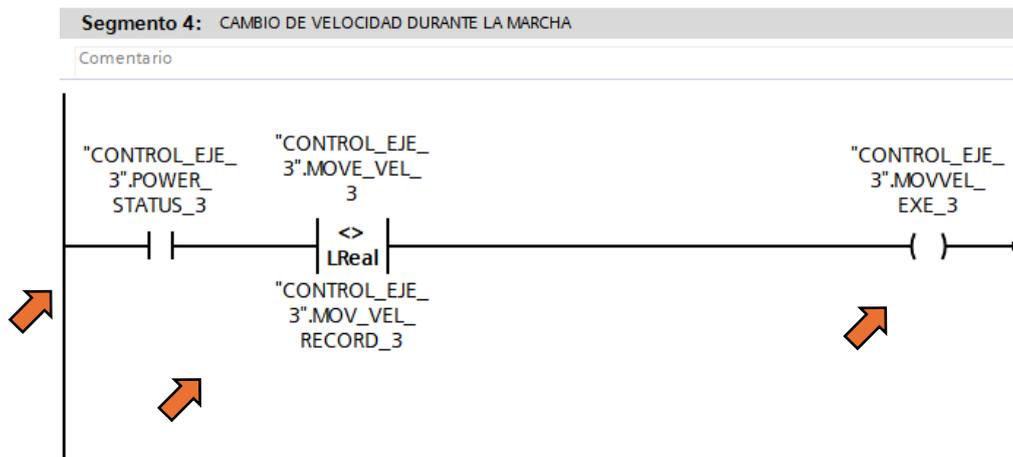


Ilustración 15 Segmento 5 "Cambio de velocidad durante la marcha".

### Paso 15

En el segmento 6, después del creado anteriormente, agregar debajo del bloque “MC\_MOVEVELOCITY”, dos bloques “MOVE” con las variables mostradas en la imagen a continuación. En este segmento se guarda la velocidad actual y se la anula al mismo tiempo, en el segmento anterior se comparan la velocidad actual con la velocidad guardada y con este se activa el bloque de “Consigna de velocidad” logrando cambiar la velocidad durante la puesta en marcha.

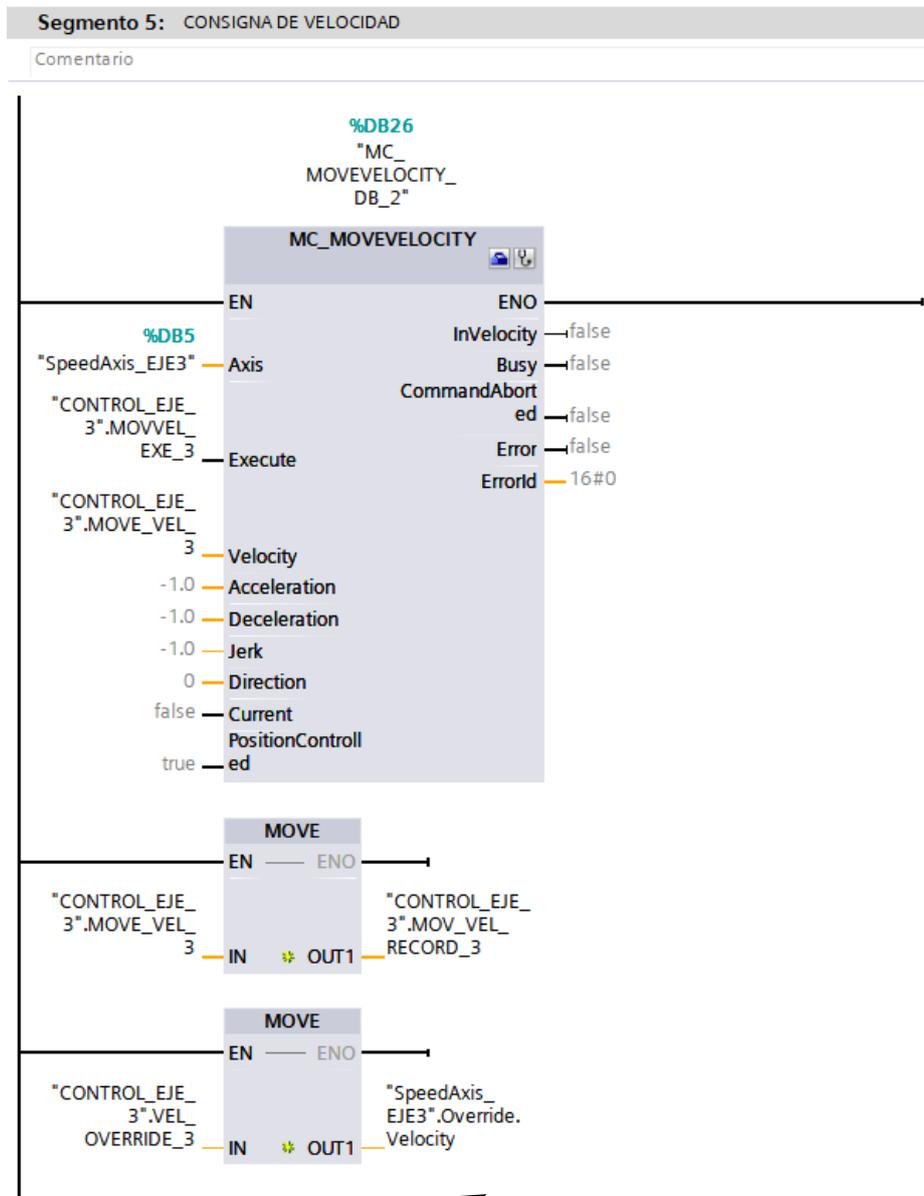


Ilustración 16 Bloques “Move” para la velocidad actual guardada y el porcentaje de velocidad.

## Paso 16

Agregar un segmento al final de todo, que sería el segmento 16, un bloque “MOVE” para el valor de la variación de la velocidad en porcentaje.

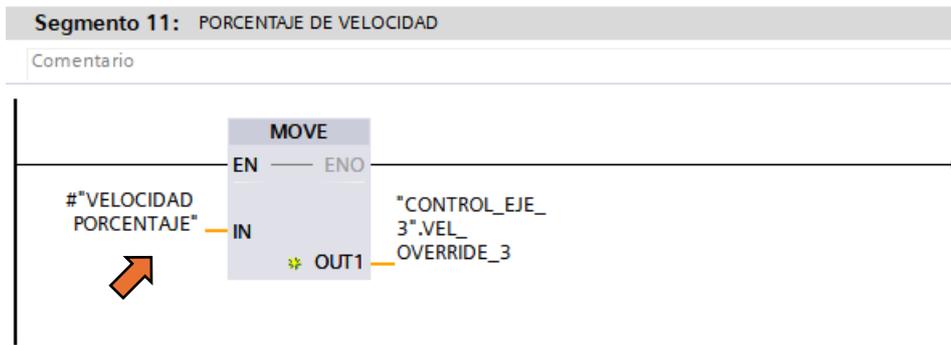


Ilustración 17 Bloque “Move” para la velocidad en porcentaje asignada.

## Paso 17

Ahora se procede a actualizar las funciones que están el bloque “Main [OB1]”, dar clic derecho y seleccionar “Actualizar”, se abrirá la ventana de “Sincronización de la interfaz”, finalmente dar clic en “Aceptar”. Lo mismo se debe hacer para las demás funciones.

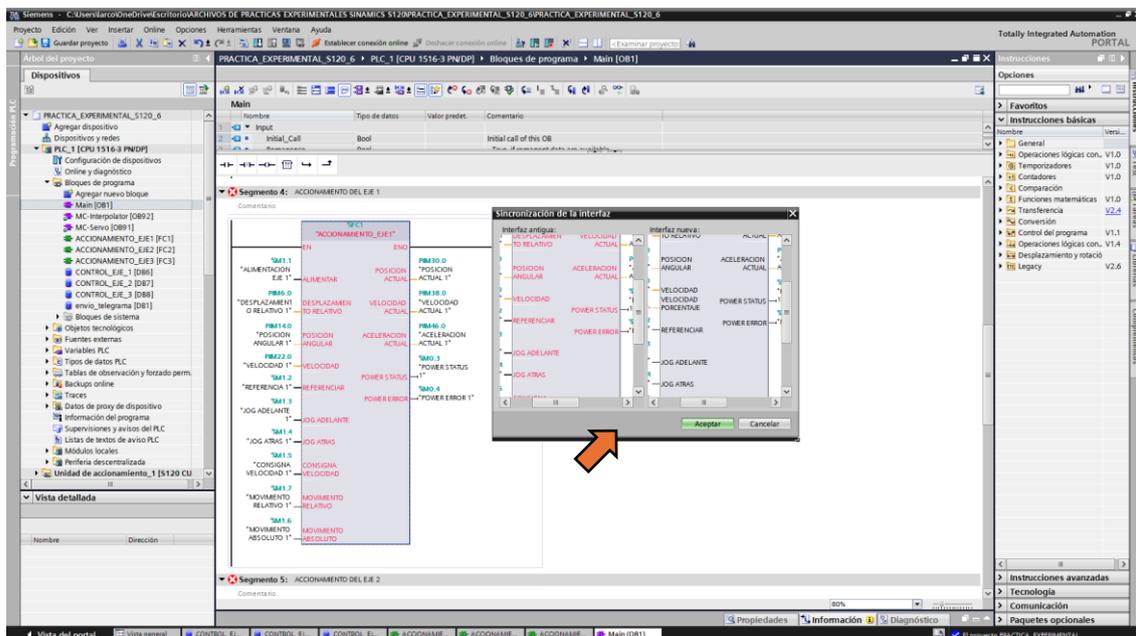
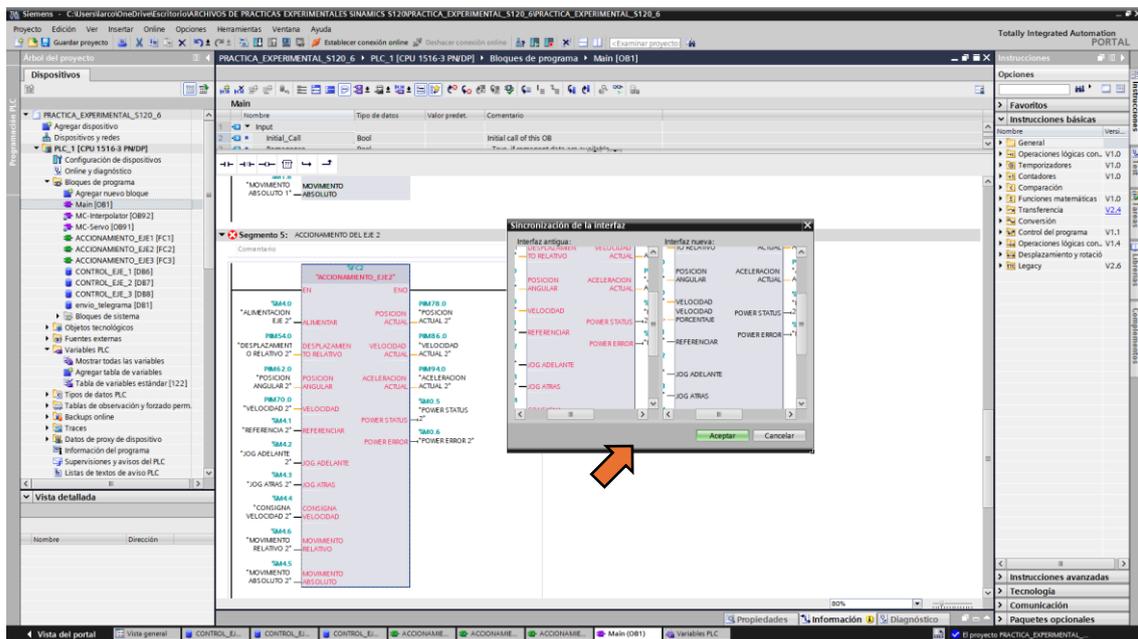
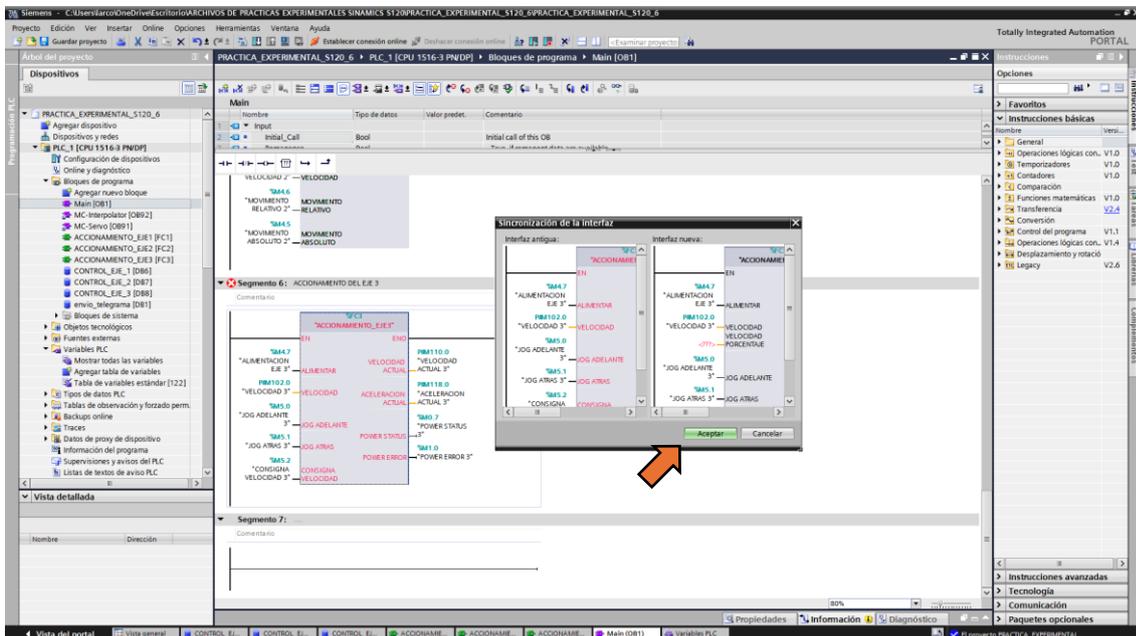


Ilustración 18 Actualización de la función “ACCIONAMIENTO\_EJE1”.



**Ilustración 19 Actualización de la función “ACCIONAMIENTO\_EJE2”.**



**Ilustración 20 Actualización de la función “ACCIONAMIENTO\_EJE3”.**

### Paso 18

Ahora se procede a cargar toda la información al “PLC-1500” dar clic en “Cargar al dispositivo”, se abrirá una ventana en donde se debe dar clic en “Iniciar búsqueda”, para poder seleccionar una dirección IP, dar clic en “Aceptar”, luego en “Cargar” y “Finalizar”. Después, se procede a cargar la “Control Unit”, dar clic en “Cargar al dispositivo”, se

abrirá una ventana en donde se debe dar clic en “Iniciar búsqueda”, para poder seleccionar una dirección IP, dar clic en “Cargar” y luego en “Finalizar”.

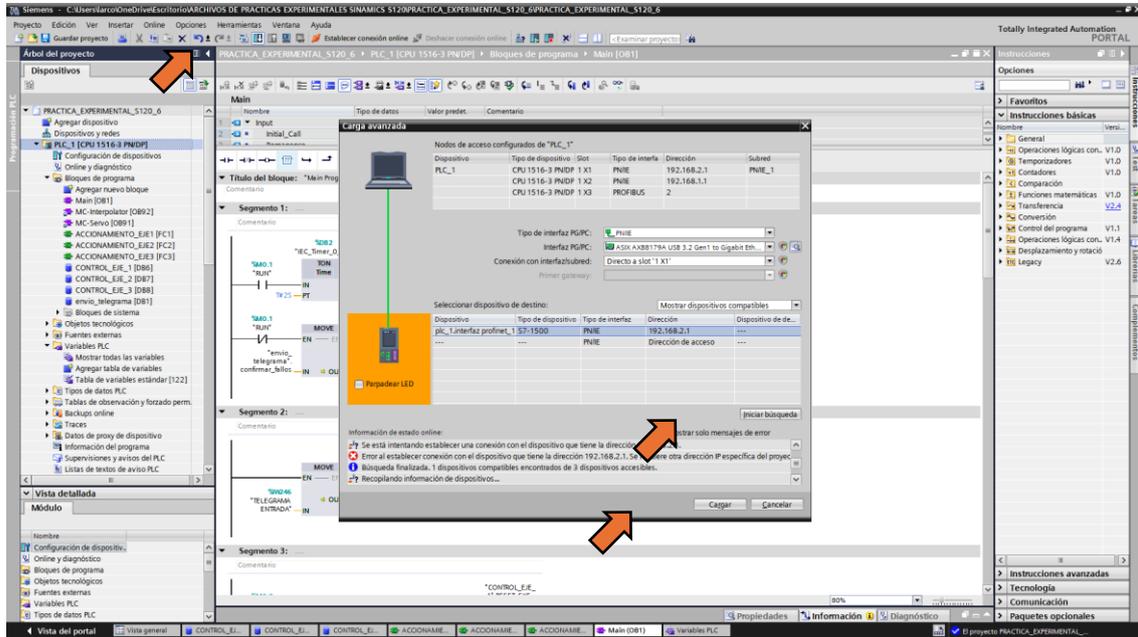


Ilustración 21 Ventana para la carga avanzada del “PLC-1500”.

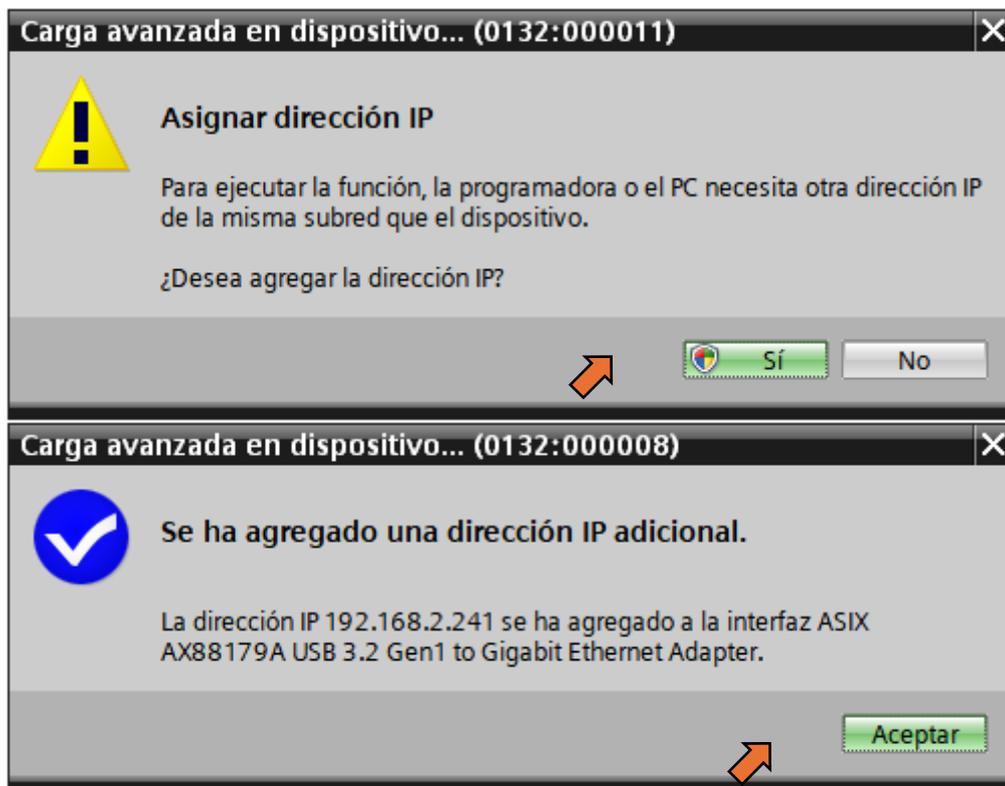


Ilustración 22 Ventana de dirección IP del PLC agregada.

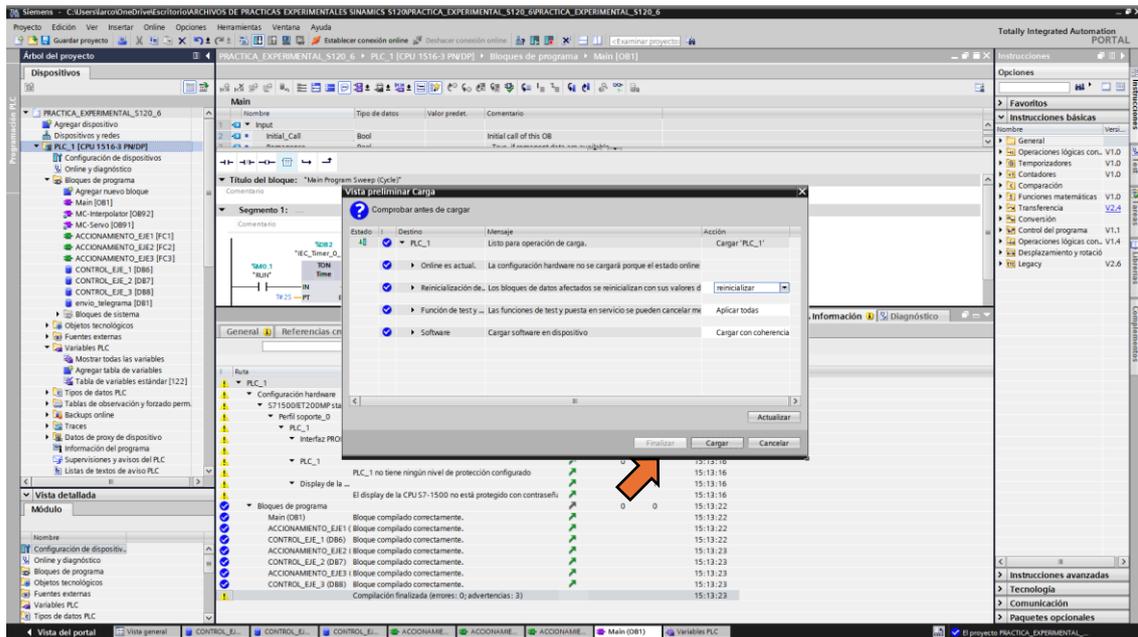


Ilustración 23 Ventana de “Vista preliminar de carga”.

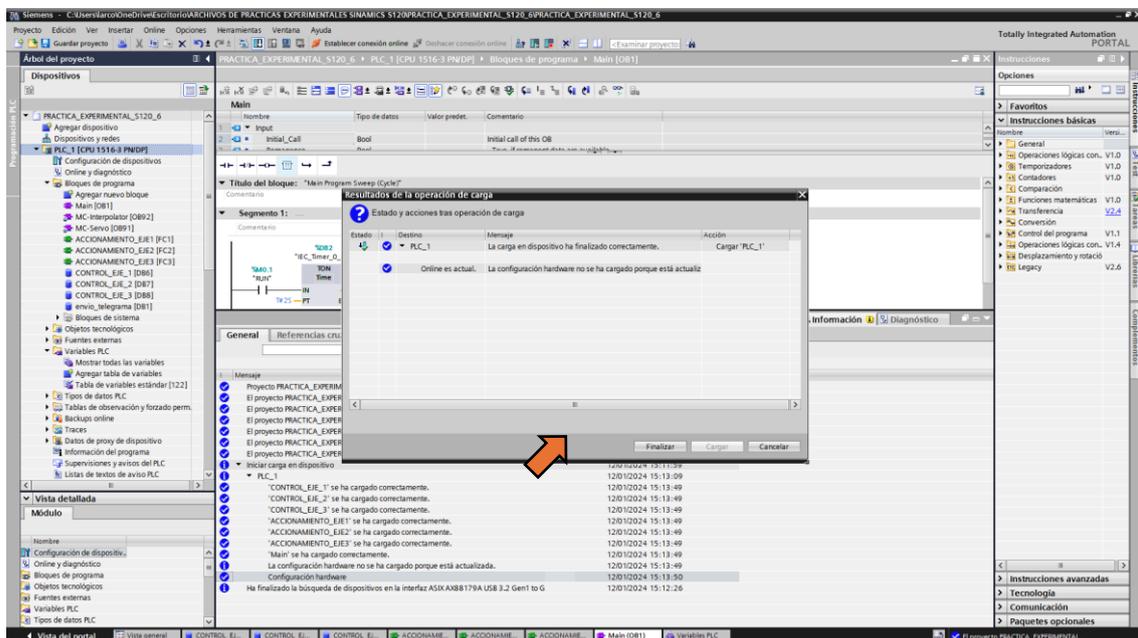
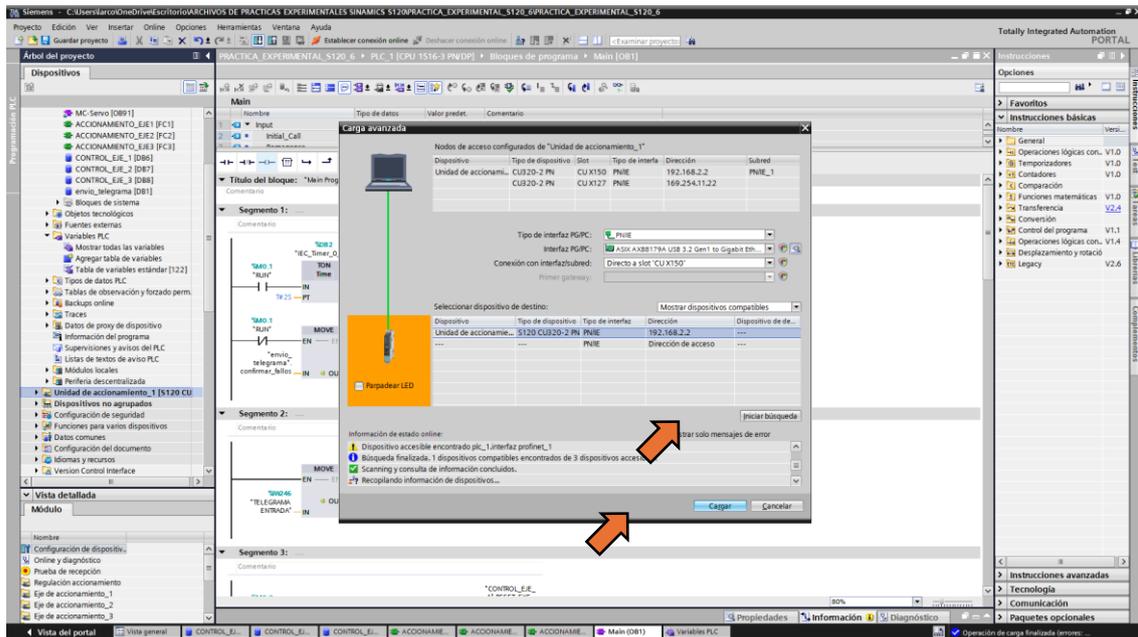
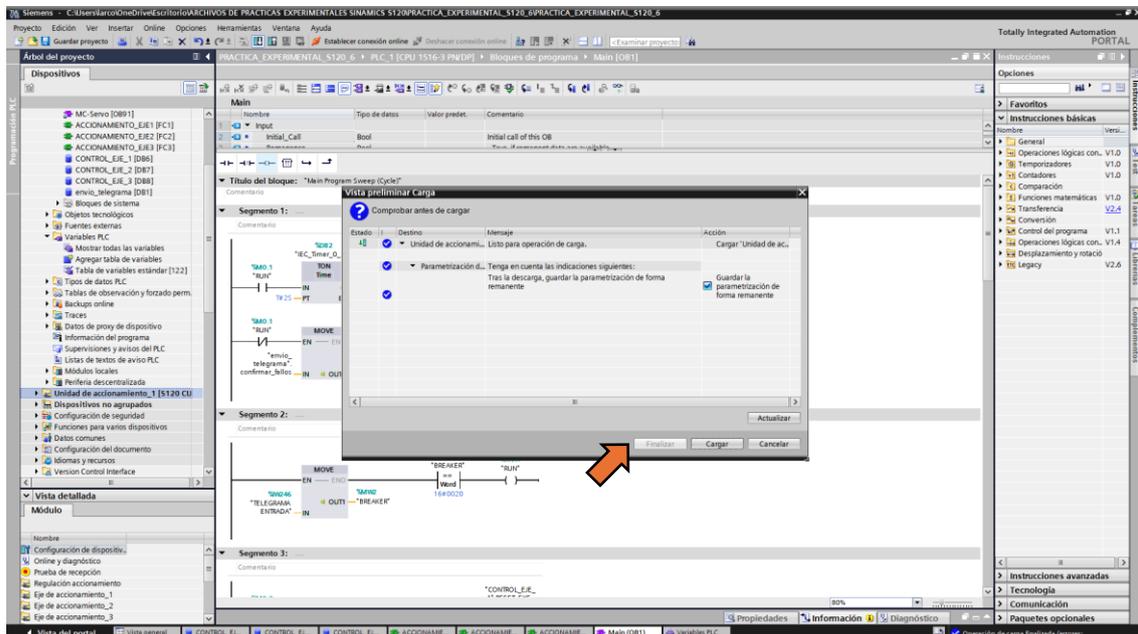


Ilustración 24 Ventana de “Vista preliminar de carga finalizada”.



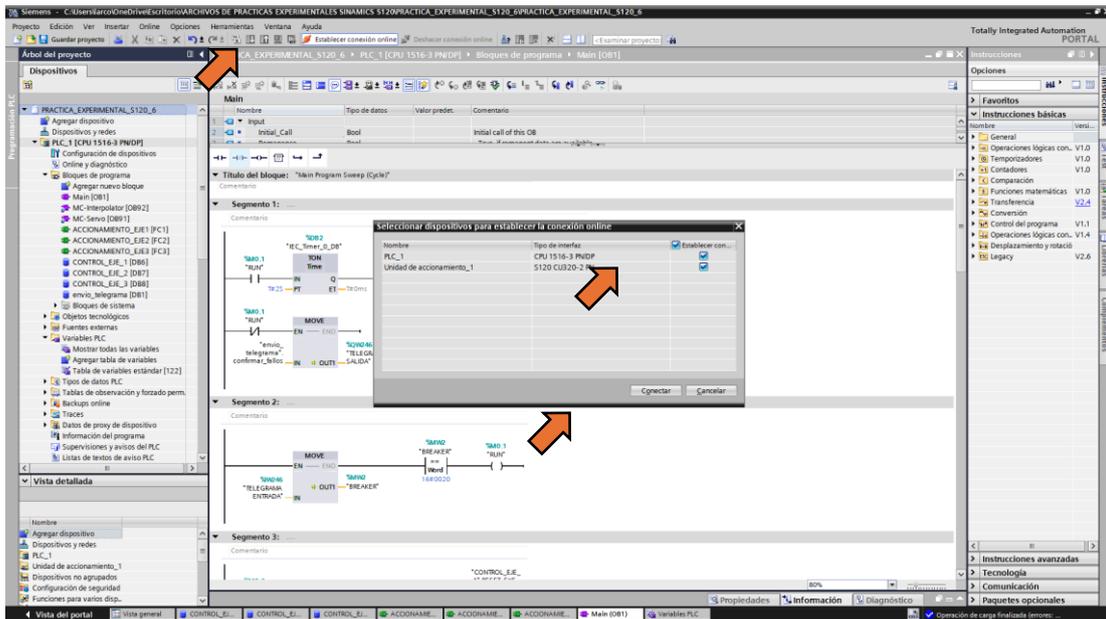
**Ilustración 25 Ventana para la carga avanzada de la "Control Unit".**



**Ilustración 26 Ventana de "Vista preliminar de carga".**

## Paso 19

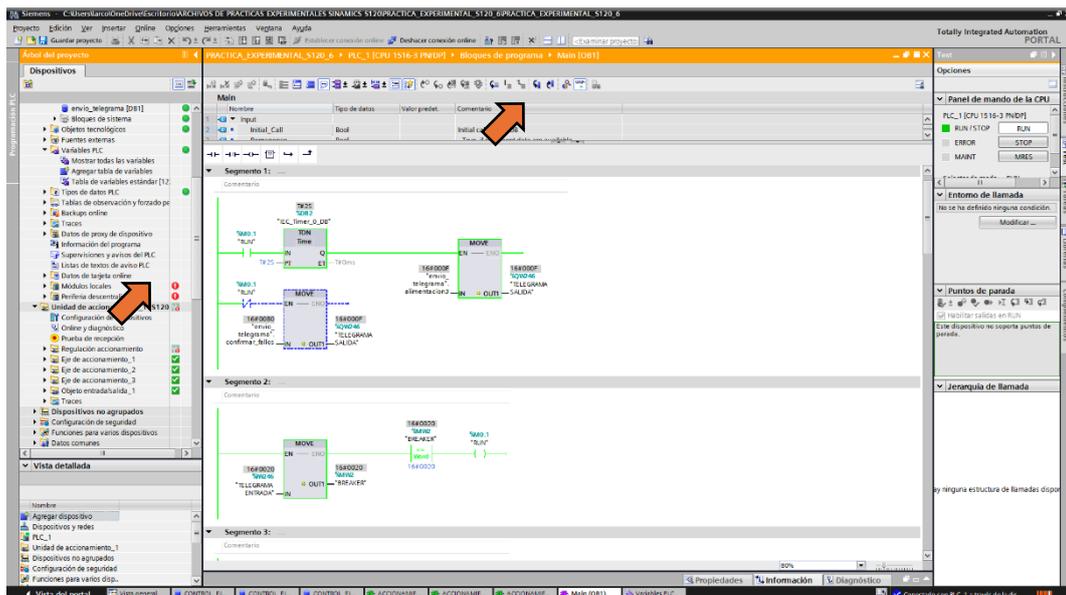
Se procede a establecer la "Conexión en línea" tanto para el "PLC-1500" como para la "Control Unit", se debe marcar ambas casillas y dar clic en "Aceptar". Luego se activa el "Modo de visualización".



**Ilustración 27 Ventana de “Conexión en línea”.**

## Paso 20

Ahora se debe subir el “breaker” para la alimentación trifásica, el contacto de la variable “Run” se forzará automáticamente a “1”, luego se activará el temporizador para que en dos segundos esté energizado el “Double Motor Module”. Después se debe forzar a “1” y luego a “0” la variable “Acusar fallos” para reiniciar los ejes de accionamiento y eliminar cualquier tipo de fallo que impida el movimiento.



**Ilustración 28 Segmento de activación de los ejes de accionamientos.**

## Paso 21

Ahora se procede a forzar un valor numérico, en grados por segundo, de la variable “VELOCIDAD 1” y otro valor entre “0” y “100” para la variable “VELOCIDAD PORCENTAJE 1”. Se debe forzar la variable “ALIMENTACION EJE 1” a “1” así como también la “CONSIGNA VELOCIDAD 1”. Probar distintos valores forzados para observar el cambio de velocidad durante la marcha, así como también el porcentaje de velocidad. Realizar esto para las otras funciones.

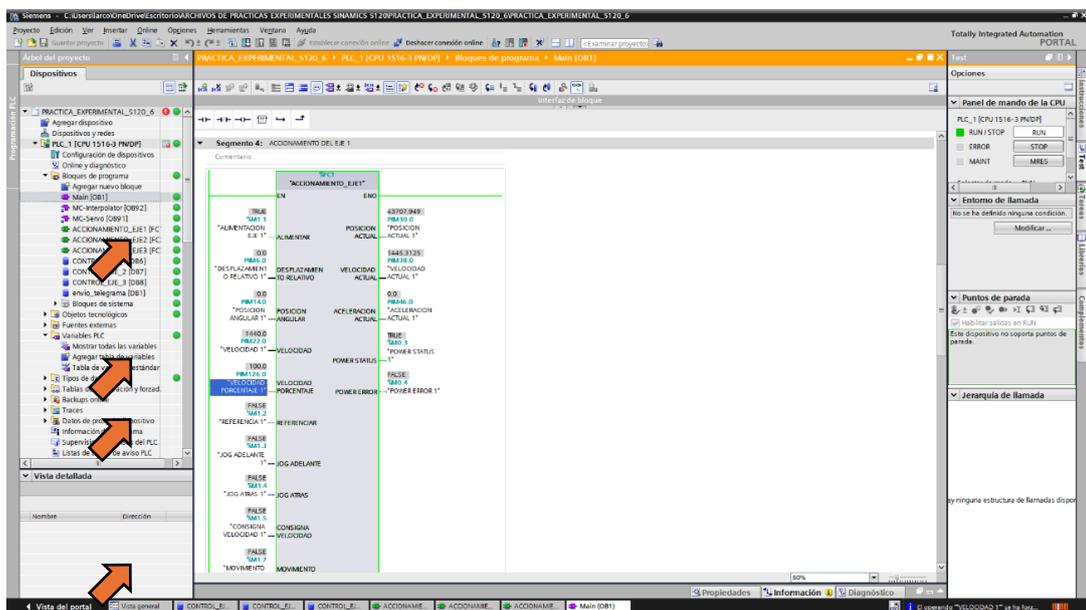


Ilustración 29 Cambio de velocidad para el primer eje de accionamiento.

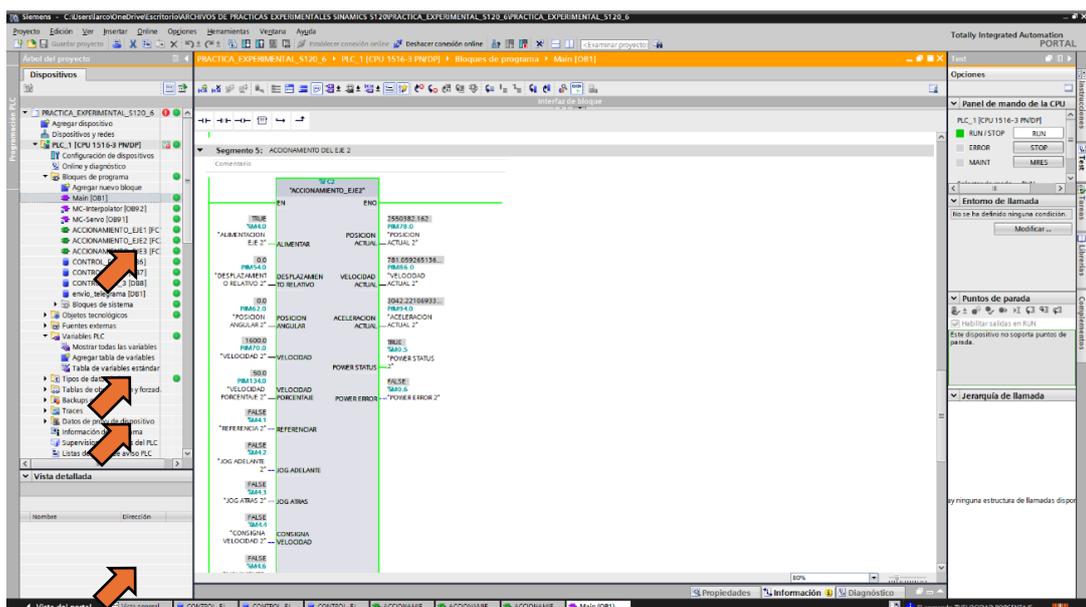
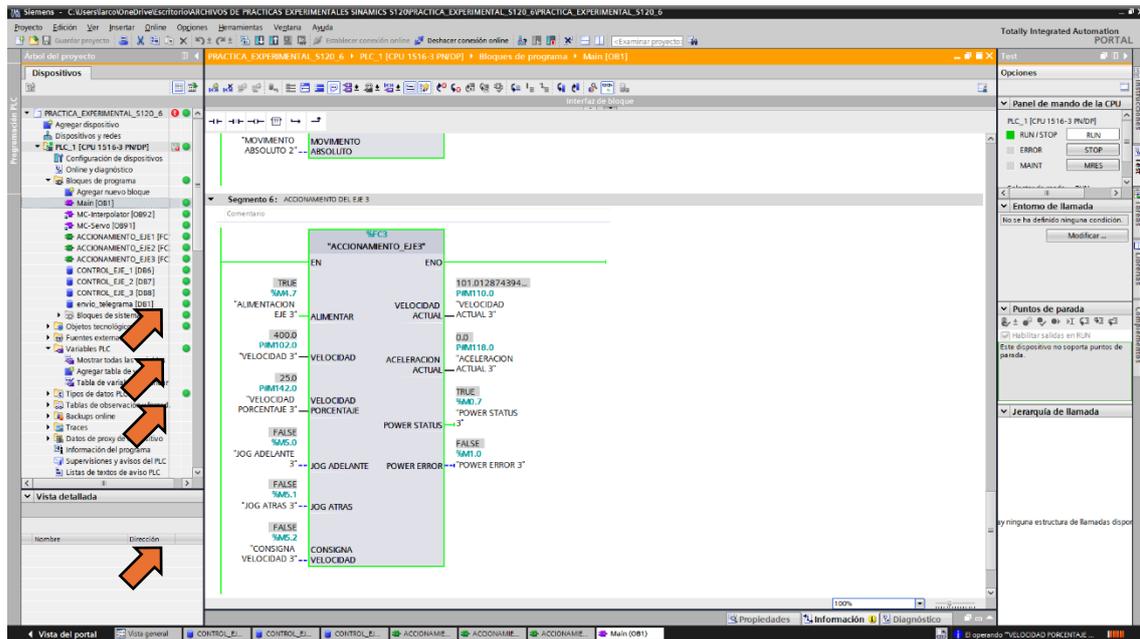


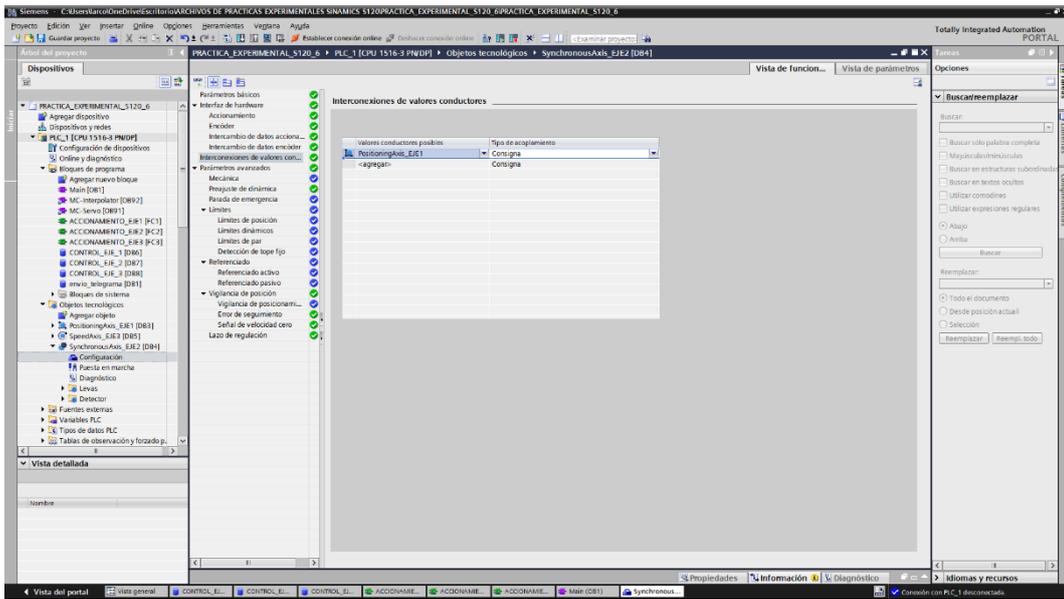
Ilustración 30 Cambio de velocidad para el segundo eje de accionamiento.



**Ilustración 31 Cambio de velocidad durante la marcha para el tercer eje de accionamiento.**

## Paso 22

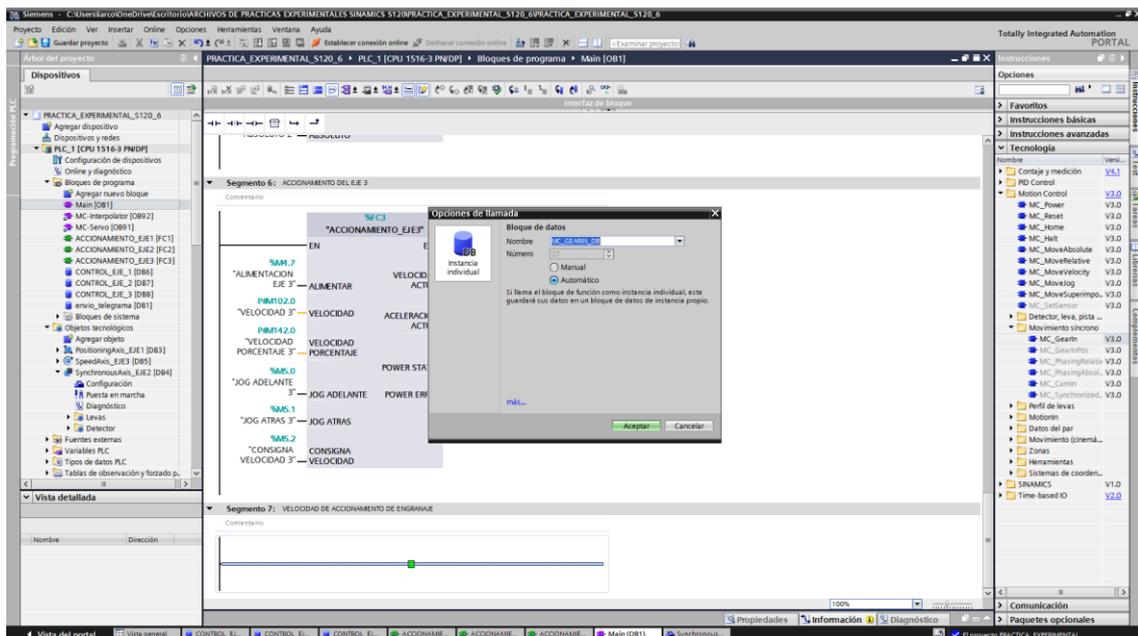
Para la velocidad de accionamiento de engranaje primero dirigirse al objeto tecnológico “SynchronousAxis\_EJE2”, en “Configuración”, “Interfaz de Hardware”, dar clic en “Interconexiones de valores conductores”. Dentro de esta ventana, en “Valores conductores posibles” dar clic en la flecha y elegir “PositioningAxis\_EJE1”. En el “Tipo de accionamiento” se debe elegir “Consigna”. Con esto habrá la conexión entre ambos tecnológicos.



**Ilustración 32 Interconexión de valores conductores entre objetos tecnológicos.**

### Paso 23

Dirigirse al bloque principal “Main [OB1]” y en el segmento siete agregar el bloque MC\_GearIn. Para acceder al bloque se debe ir a la pestaña de “Instrucciones”, que está a la derecha en el programa, en “Tecnología”, desplegar “Motion Control”, en “Movimiento Síncrono” estará el bloque. Se arrastra hacia el segmento y se agregará automáticamente un bloque de datos de instancia individual. Dar clic en “Aceptar”.



**Ilustración 33 Bloque de instrucción “MC\_GearIn”.**

## Paso 24

Se debe colocar al “PositioningAxis\_EJE1” como maestro y al “SynchronousAxis\_EJE2” como esclavo. Colocar un contacto normalmente abierto y agregarle una variable de marca para el valor booleano forzado, “%M1000.0” con nombre “GEARIN\_EXE”, esta marca activará el bloque. Agregar dos marcas “%MD1210” y “%MD1214” como numerador y denominador, se puede colocar como nombres de esas variables, “Numerador” y “Denominador” respectivamente. Estas últimas variables representaran el factor del cociente entre numerador y denominador del bloque que hará que los engranajes tengan una velocidad especifica que dependerá de dicho factor.

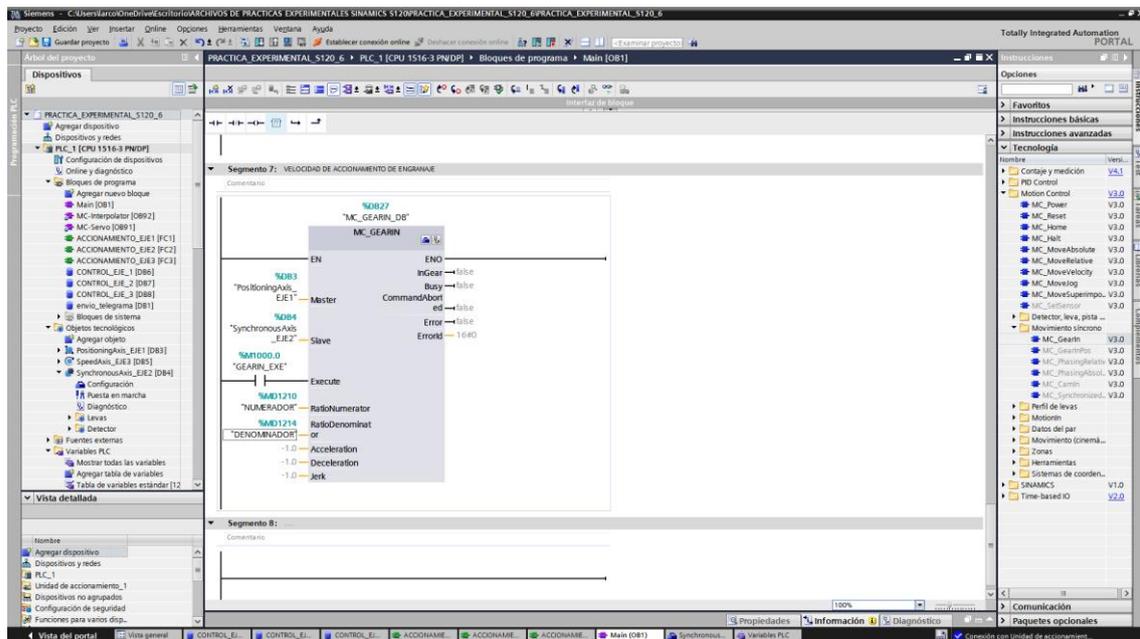
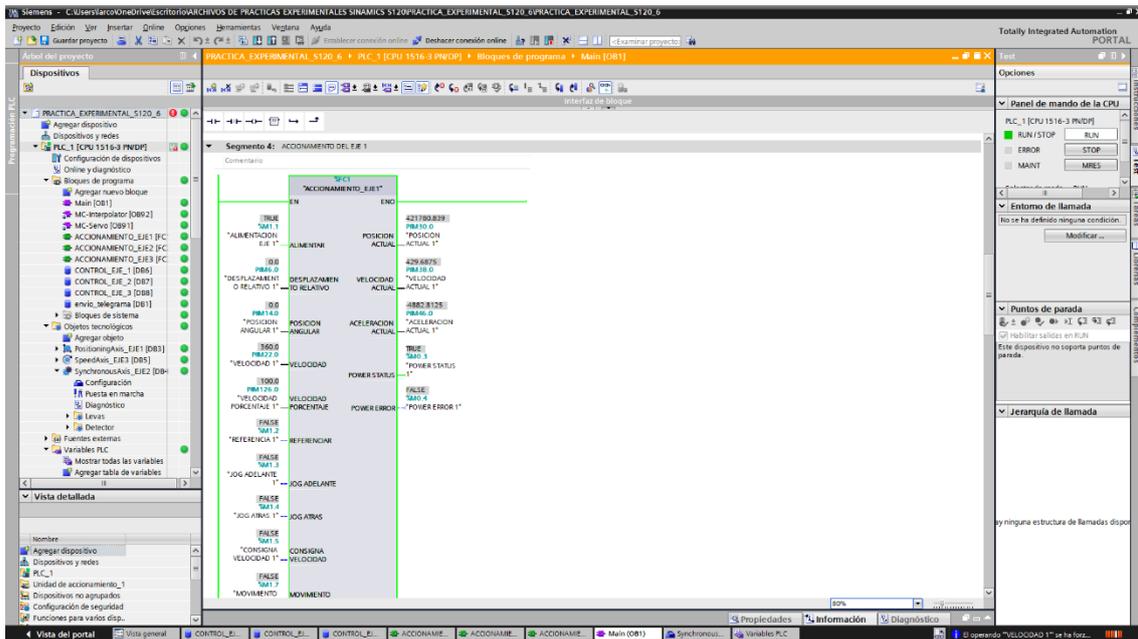


Ilustración 34 Bloque de instrucción “MC\_GearIn” configurado.

## Paso 25

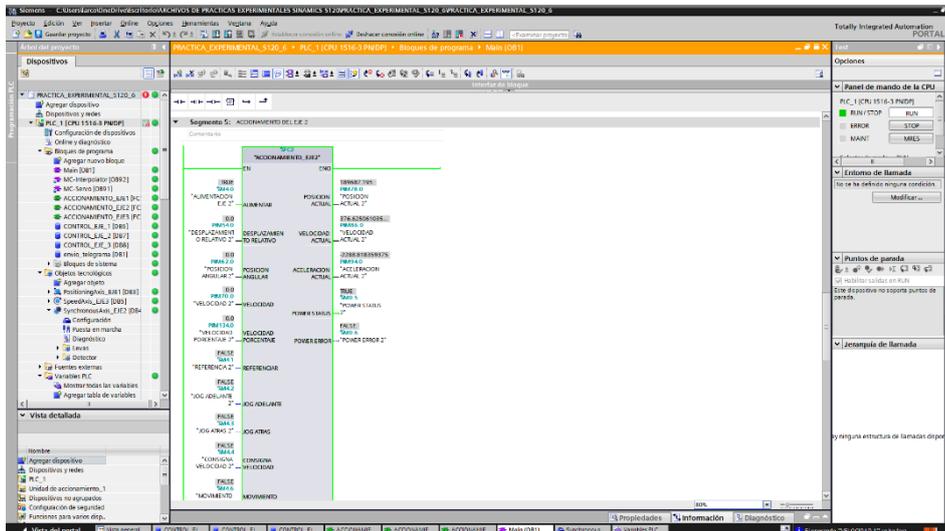
Se procede a cargar nuevamente los datos al “PLC-1500” y después de eso activar el modo en línea y el modo de visualización. Primeramente, se debe accionar la función “ACCIONAMIENTO\_EJE1”, forzar a “1” la variable “ALIMENTAR”, luego asignar un valor numérico de velocidad en la variable “VELOCIDAD”, en la variable “VELOCIDAD PORCENTAJE” colocar “100.0”, el resto de las variables dejar en “False”.



**Ilustración 35 Activación de la función “ACCIONAMIENTO\_EJE1”.**

### Paso 26

Luego se debe accionar la función “ACCIONAMIENTO\_EJE2”, forzar a “1” solamente la variable “ALIMENTAR”, el resto de las variables dejar en “False” y en “0”. El bloque “MC\_GearIn” se encargará de activar esta segunda función.

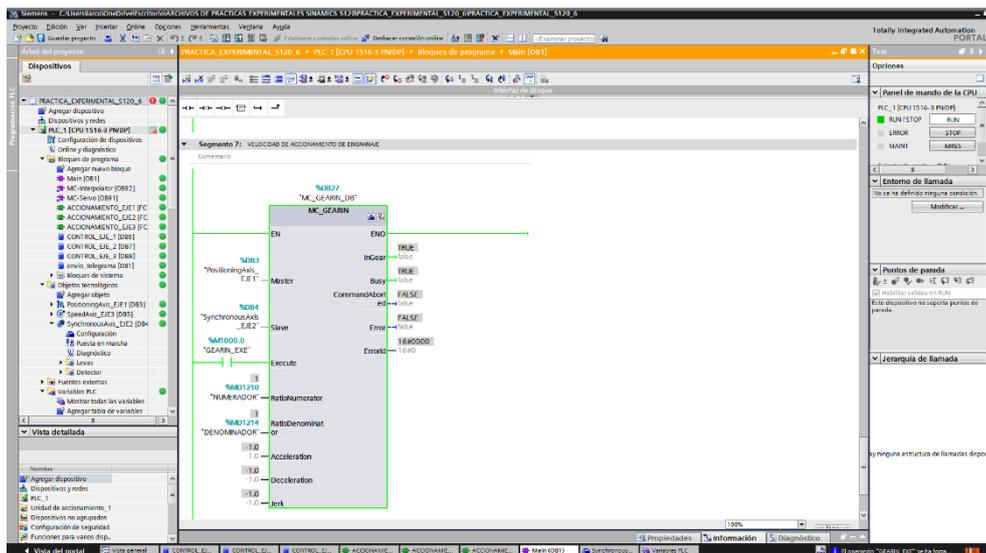


**Ilustración 36 Activación de la función “ACCIONAMIENTO\_EJE2”.**

### Paso 27

Finalmente, se debe forzar valores enteros a las variables “NUMERADOR” y “DENOMINADOR”, colocar “1” en cada variable, luego forzar a “1” la variable “GEARIN\_EXE”, el bloque se activará, ahora se debe observar que la velocidad del

primer eje se pasará automáticamente a la velocidad del segundo eje ya que el factor es de “1”. Para hacer que la velocidad se reduzca a la mitad o se duplique, cambiar los valores y probar. Debe desactivar el bloque antes de cambiar los valores del numerador y del denominador, luego volver a activar.



**Ilustración 37 Activación del bloque “MC\_GEARIN”.**

## Paso 28

Para sincronizar velocidad entre el primer y segundo eje de accionamiento se debe utilizar el estroboscopio, para ello deben tener la misma velocidad y girar en sentidos contrarios. Forzar el valor de la variable “NUMERADOR” a “-1” y el valor de la variable “DENOMINADOR” a “1”, con esto el primer eje de accionamiento va a girar en sentido antihorario y el segundo eje de accionamiento va a girar en sentido horario. Para el estroboscopio se debe encender el equipo, apuntar hacia ambos ejes, regular con los potenciómetros la frecuencia de la emisión de luz, ya que con el potenciómetro derecho se aumenta o se disminuye la frecuencia a pasos grandes mientras que con el izquierdo es mucho menor para mayor precisión. Se deben regular los potenciómetros hasta que los ejes sincronizados parezcan estar detenidos, con eso se comprueba que estarán a la misma velocidad. Si existe diferencias, se observará como uno de los ejes adelantará o retrasará al otro eje.



Ilustración 38 Activación del bloque "MC\_GEARIN".