

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

División de Ingeniería Mecánica E Industrial

Código Versión

Fecha de emisión

03 de marzo de 2025 Facultad de Ingeniería

Academia de Automatización

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME Proyecto PE113324

Elaborado por:

Ing. Pedro Luis Galindo Roblero M.F. Gabriel Hurtado Chong M.A. Luis Yair Bautista Blanco



Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Código Versión 01 Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Academia de Automatización

División de Ingeniería Mecánica E Industrial

Facultad de Ingeniería

Índice de prácticas

Práctica 1: Introducción a los Servomotores	3
Práctica 2: Control de velocidad de un Servomotor	23
Práctica 3: Coordinación de Servomotores	34
Práctica 4: Sincronización de Servomotores	53



DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL ACADEMIA DE AUTOMATIZACIÓN



AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (0572)

Práctica 1: Introducción a los Servomotores

Rúbrica de evaluación

CONCEPTOS, RUBROS O ASPECTOS A EVALUAR	BUENO (2 PUNTOS) Completo entendimiento del problema, realiza la actividad cumpliendo todos los requerimientos.	REGULAR (1 PUNTO) Bajo entendimiento del problema, realiza la actividad cumpliendo algunos de los requerimientos.	NO ACEPTABLE (0 PUNTOS) No demuestra entendimiento del Problema o de la actividad.
Seguridad en la ejecución de la actividad	Identifica correctamente los peligros y fuentes de energía, minimiza los riesgos aplicando las medidas de control, realiza la verificación y firma con su nombre.	Identifica parcialmente los peligros, sin aplicar todas las medidas de control.	No aplica ninguna medida de control, no verifica y no firma.
2. Ejecución de la práctica	Muestra un entendimiento completo durante el desarrollo de las actividades, la práctica cumple con todos los requerimientos	Muestra un entendimiento moderado durante el desarrollo de las actividades, la práctica no cumple con todos los requisitos	No demuestra entendimiento de las actividades, la práctica no cumple con los requisitos.
Ortografía y actividades de investigación	Utiliza correctamente las reglas de ortografía, cuida la legibilidad en la escritura y realiza las actividades de investigación correctamente apoyados en la literatura citada.	Presenta algunos errores ortográficos, ocasionalmente descuida la forma en que escribe y realiza las actividades de investigación inadecuadamente	Comete continuamente errores de ortografía, descuida la legibilidad en sus respuestas y no realiza las actividades de investigación
Responde las preguntas 4. Cuestionario Correctamente tomando en cuenta la información proporcionada en el fundamento teórico.		Responde parcialmente las preguntas o las respuestas no son precisas.	No responde el cuestionario
5. Conclusiones y observaciones			No genera conclusiones y observaciones.



	0' "	
	Código:	
Automatización Industrial	Versión	01
Automatización muustnai		
	Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Práctica 1: Introducción a los servomotores	Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización	Facultad de Ingeniería
intioducción a los sel vomotores	Industrial	. acanaa acgee.ra

I. Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente d	le energía	Riesgo asoc	iado	Medidas de control	Verificación
1^{ro}	Voltaje alterno	4 ∼ 220 V	Electrocución	4	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
2 ^{do}	Voltaje alterno	4 ∼ 127 V	Electrocución	<u>A</u>	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
3^{ro}	Voltaje continuo	4 [→] 24 V	Daño a equipo	\triangle	Verificar polaridad y nivel antes de realizar la conexión del equipo o dispositivo	
			Apellidos y no	mbres:		

II. Objetivos de aprendizaje

Objetivo general: Aprender a configurar y a utilizar las funciones básicas de un servomotor para su posicionamiento

Objetivos específicos:

- Agregar, configurar hardware/software (PLC / servocontrolador / servomotor) en la aplicación TIA Portal V19 y emplearla como plataforma de monitoreo.
- Configurar, conectar y transmitir datos desde un PLC a un servocontrolador.
- Configurar un objeto tecnológico del tipo posición.
- Configurar los parámetros generales de un servomotor para controlar la posición de un servomotor mediante la herramienta TIA Portal – Startdrive.
- Evaluar y ajustar los parámetros de control de posición para observar la respuesta del sistema.

III. Material y equipo



Manage 1

Ilustración 2 Controlador Siemens S7-1500T



Ilustración 3 Servocontrolador Sinamics S210



Ilustración 4 Servomotor Simotics S-1FK2



Código:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización	Facultad de Ingeniería

Industrial

Introducción a los servomotores

IV. Introducción

Práctica 1:

Los servomotores son motores eléctricos que permiten un control preciso de la posición, velocidad y aceleración. A diferencia de los motores convencionales, los servomotores están equipados con un sistema de control y retroalimentación que les permite ajustar automáticamente su funcionamiento para alcanzar la posición o velocidad deseada con alta precisión. Estos motores se utilizan ampliamente en aplicaciones industriales que requieren movimientos precisos y repetibles, como en la robótica, maquinaria CNC y sistemas de ensamblaje automatizados.

Componentes de un servomotor:

- Motor: El núcleo del servomotor, que puede ser de corriente continua (DC) o alterna (AC), según la aplicación.
- Sistema de control: Recibe la señal de entrada y ajusta la velocidad o posición del motor.
- Sensor de posición: Usualmente un encoder o, en ocasiones, un resolver que envía datos sobre la posición actual del eje.
- Controlador: Procesa la señal del sensor y compara con la entrada para ajustar la salida del motor.

Tipos de servomotores:

- Servomotores de corriente continua (DC): Tienen un control más simple y son más rápidos en respuesta, pero suelen tener una vida útil más corta.
- Servomotores de corriente alterna (AC): Son más robustos y eficientes en aplicaciones de mayor potencia, aunque su control puede ser más complejo.

El control de los servomotores puede realizarse a través de señales PWM (Pulse Width Modulation) o en sistemas más avanzados, a través de protocolos de comunicación digital que permiten un control más refinado. Los sistemas de retroalimentación permiten que el motor detecte cualquier error en su posición y lo corrija, proporcionando una gran ventaja en aplicaciones que requieren alta precisión y confiabilidad.



Ilustración 5 CPU 1511T-1 PN

El controlador S7-1500 en su versión tecnológica (T), es como el "cerebro" de sistemas industriales complejos. Permite coordinar servomotores y otros dispositivos para moverlos con precisión gracias a la diversidad de objetos tecnológicos que integra. Este controlador tiene varias formas de conectarse (mediante interfaces PROFINET y PROFIBUS) y una pantalla que facilita la configuración y el diagnóstico. Además, cuenta con un servidor web que permite monitorear y hacer ajustes desde una computadora, incluso de forma remota, lo cual ayuda mucho a los técnicos a resolver problemas rápido. También incluye funciones de seguridad para que el sistema esté protegido contra accesos no autorizados.



 Código:
 01

 Versión
 03 de marzo de 2025

Práctica 1:

Introducción a los servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

V. Desarrollo de la actividad

Nuevo proyecto en TIA Portal V19

Dentro del escritorio de la computadora se debe visualizar el ícono perteneciente a TIA Portal (Ilustración 6).

Una vez dentro de la interfaz se debe seleccionar la pestaña de "Create new project" (Ilustración 7), en la cual se solicitará al usuario que se



Ilustración 6 TIA Portal V19

designe un nombre al proyecto; también es posible cambiar la ubicación de los archivos que se generarán y se puede editar el autor o agregar un comentario acerca del proyecto que se realizará.

Al dar click al botón "Create", se abrirá una nueva ventana la cual permite acceder a todos los parámetros de programación y personalización de TIA Portal, sin embargo, se debe seleccionar la pestaña de "Devices & netwoks", posteriormente "Add new device" (Ilustración 8).



Ilustración 7 Nuevo proyecto

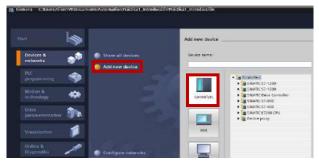


Ilustración 8 Nuevo dispositivo

Al estar colocado en esta pestaña (Ilustración 8), por default aparece seleccionada la opción de "Controllers", de no ser así, seleccionarla.

A continuación, se debe desplegar la carpeta de "SIMATIC S7 1500", desplegar la subcarpeta "CPU" y buscar dentro de ella el modelo de CPU correspondiente al modelo físico del laboratorio, en

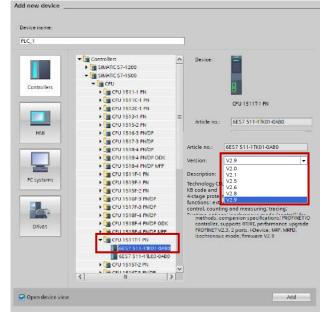


Ilustración 9 Selección de CPU

este caso, se busca el CPU 1511T-1 PN. También es posible colocar el MLFB (acrónimo alemán de Maschinen Lesbare Fabrikate Bezeichnung [Designación de producto legible por máquina]); 6ES7 511-1TK01-0AB0.



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Manual de prácticas del

Facultad de Ingeniería

Práctica 1:

Introducción a los servomotores

Laboratorio de Automatización

Industrial

***Es importante que la versión de Firmware del equipo sea la 2.9 (Ilustración 9).

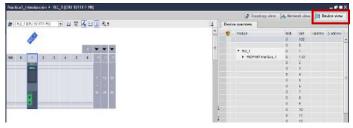


Ilustración 10 Vista de proyecto

Al finalizar, se debe seleccionar el botón "Add" y TIA Portal inicializará la vista de proyecto.

Dentro del panel de "Device view" (Ilustración 10), se debe de seleccionar el CPU (doble click derecho). A continuación, se accede a las propiedades ("Properties"). En la pestaña "Protection & Security" se requiere deshabilitar la

casilla "Protect confidential PLC configuration data" (Ilustración 11).

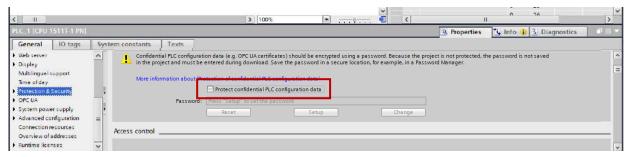


Ilustración 11 Propeties -> Protection & Security -> Protect confidential PLC configuration data

Al desplazar hacia abajo, siguiendo en la misma pestaña, se encuentra las opciones referentes a "Access control", donde se dará acceso total al controlador, de otra forma, se tiene acceso limitado a la programación y se requiere de permisos de usuarios para operar el equipo. (Ver ilustración 12)



Ilustración 12 Protection & Security -> Access control -> Full Access (no protection)

Ilustración 13 General -> Project information -> Name

Continuando con la configuración del equipo, renombrar el PLC, para ello, se debe seleccionar la opción "General", en donde se coloca el nombre deseado (PLC_Servos); en esta sección se puede configurar el nombre del usuario que está programando y dejar notas sobre el programa (Ver ilustración 13).



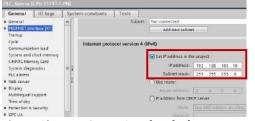
Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Introducción a los servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería



Práctica 1:

Ilustración 14 PROFINET interface [X1] -> Internet protocol version 4 (IPv4) -> Set IP adress in the project

Finalmente, las propiedades de red se configuran en la pestaña de "PROFINET interface [X1]", en la sección de "Internet protocol version 4 (IPv4)" se debe colocar la dirección estática que contiene el controlador: 192.168.105.10 (Ilustración 14).

Configuración de hardware del PLC

Debido a que el PLC físico contiene módulos de entradas y salidas (tanto discretas como analógicas), se deben colocar, ya que, de no hacerlo, generará un error al tratar de hacer la descarga, por lo que TIA Portal negará la carga del proyecto. Por tanto, en la pestaña derecha, en "Catalog", se debe seguir la siguiente ruta: DI -> DI 16X24VDC BA -> 6ES7 521-1BH10–0AA0 (Ilustración 15). Se puede hacer doble click o arrastrar el módulo al slot contiguo al CPU.

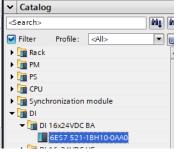


Ilustración 15 Módulo de entradas digitales (DI)

A continuación, se agrega el módulo de salidas digitales, que se ubica en la ruta: DQ-> DQ 16X230VAC/2A ST -> 6ES7 522-5HH00-0AB0

(Ilustración 17). Debe ser colocado contiguo al slot de entradas digitales.

Finalmente, se coloca el módulo de entradas y salidas analógicas, con la siguiente ruta: Al/AQ -> Al/AQ 4xU/I/RTD/TC / 2xU/I ST -> 6ES7 534-7QE00-0AB0 (Ilustración 17). Debe ser colocado en el slot contiguo al de salidas digitales.

El equipo completo debe estar en el orden previamente dicho (Ilustración 18), de no ser así, el PLC pasará al modo de falla.

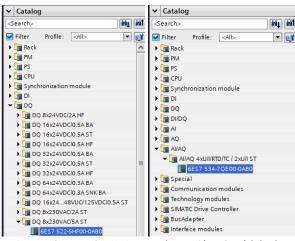


Ilustración 17 Módulo de salidas digitales (DQ)

Ilustración 16 Módulo de entradas y salidas analógicas (AI/AQ)



Ilustración 18 Vista general de los slots del PLC



Práctica 1:

Automatización Industrial

Código:
Versión

01

Fecha de emisión

03 de marzo de 2025

Manual de prácticas del
Laboratorio de Automatización

Facultad de Ingeniería

Industrial

Introducción a los servomotores

Configuración del servocontrolador mediante Startdrive

Una vez realizados los pasos anteriores, la configuración del servomotor y la puesta en marcha del servocontrolador se realizan en la herramienta de puesta en marcha Startdrive, la cual es un software complementario a TIA Portal.

En el "Project tree", se debe seleccionar la opción de "Add new device", a continuación, desplegará una ventana emergente, similar a la que aparece cuando se agrega por primera vez un dispositivo para el proyecto. Se seleccionará la pestaña de Drivers, a continuación, se debe seleccionar el modelo de drive físico, para este caso, SINAMICS S210, 1AC 230V, 0.4Kw, FSB. El MLFB es: 6SL5310-1BB10-4CF0 (Ilustración 19).

***Es importante que la versión de Firmware sea la 6.3

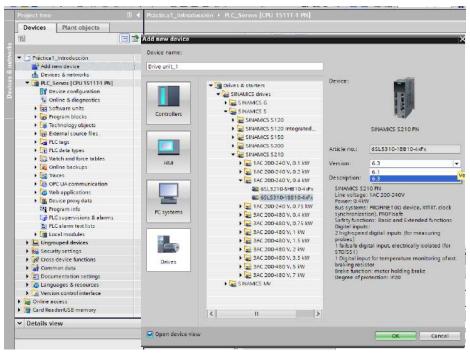


Ilustración 19 Add new device -> Drivers -> SINAMICS S210 -> 1 AC 200-240 V, 0.4 kW -> 6SL5310-1BB10-4xFx



Se selecciona el botón "Ok". En ocasiones se activa la ventalla de "Security settings Drive unit_1", sin embargo, se debe dar click en el botón "Cancel" (Ilustración 20).

Ahora TIA Portal ha agregado un Servocontrolador y se muestran las propiedades del dispositivo; al igual que con el controlador, este se debe de configurar. En la pestaña "General", se colocará el nombre al dispositivo (Servo_1) (Ilustración 21).

Ilustración 20 Security settings Drive unit_1



01

Fecha de emisión

Manual de prácticas del

Laboratorio de Automatización

Industrial

Código

Versión

03 de marzo de 2025

Facultad de Ingeniería

Práctica 1:

Introducción a los servomotores

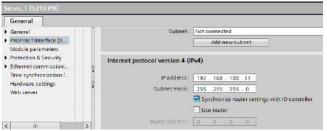


Ilustración 22 PROFINET interface [X 1] -> Internet protocol version 4 (IPv4) -> IP address

En la opción de PROFINET, se debe colocar la IP estática del dispositivo: 192.168.105.11 (Ilustración 22). En la pestaña "Protection & security", buscar las configuraciones "User management & access control (UMAC) for the drive", desactivar la casilla (ilustración 24), en "Data drive encryption" desactivar la opción "Encrypt sensitive drive data" (ilustración 23). Finalmente, en la pestaña "Hardware settings", colocar el voltaje de alimentación 220V.

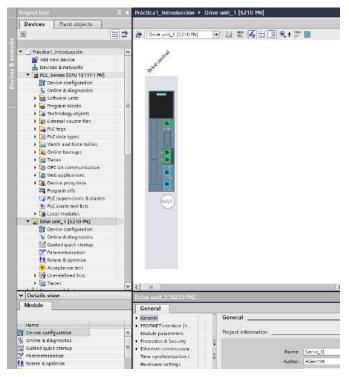


Ilustración 21 General -> Project information -> Name

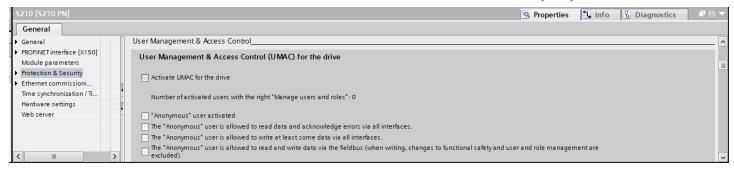


Ilustración 23 User Managment & Access Control (UMAC) for the drive



Ilustración 24 Drive data encrypt

Ahora el servocontrolador se ha configurado correctamente, sin embargo, es necesario colocar el modelo adecuado de motor al cual va a dirigir.

Seleccionando el ícono de motor que se encuentra debajo del servocontrolador, se activan las propiedades (Ilustración 23). La ruta a seguir es: General -> Motor - selection - 1FK2.



Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

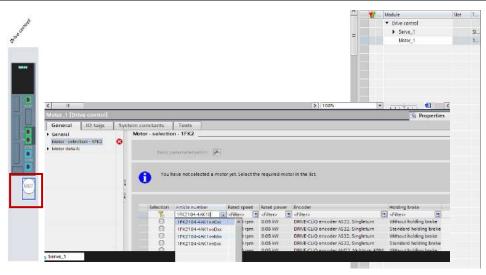
Práctica 1:

Introducción a los servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Código

Facultad de Ingeniería



Del lado derecho se debe desplazar hasta la tabla de modelos de motores; se recomienda hacer click en el filtro e ingresar el modelo exacto del motor, en este caso: 1FK2104-4AK1 0-1MA0.

Al seleccionar el modelo, de inmediato se agrega el elemento a la vista de dispositivo y se configura.

Ilustración 25 General -> Motor - selection - 1FK2 -> Article number -> 1FK2104-4AK1 0-1MA0

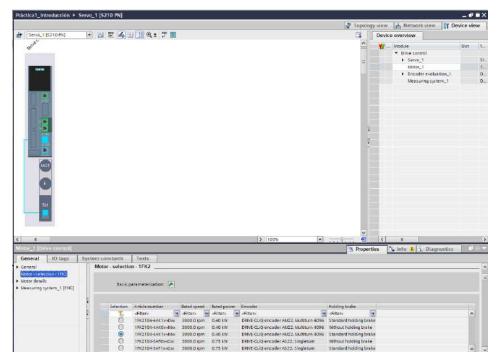


Ilustración 26 Configuración de servocontrolador y servomotor

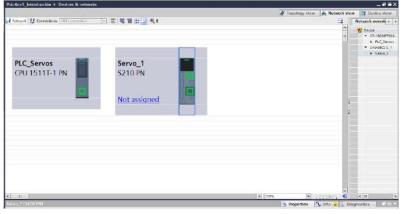


Ilustración 27 Vista de la sección Network view

Configuración de comunicación entre el PLC y el servocontrolador

Ahora, es necesario conectar los dispositivos mediante la vista de redes y topología (Network view) o también haciendo doble click en el apartado "Devices & networks", en el Project tree:

Teniendo la vista de la ilustración 25, se debe generar una conexión entre el



 Versión
 01

 Fecha de emisión
 03 de marzo de 2025

Práctica 1: Introducción a los servomotores Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Código

Facultad de Ingeniería

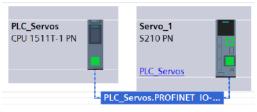


Ilustración 28 El nombre de la conexión se rige por el nombre del PLC

controlador y el servocontrolador, por lo que se debe hacer click sobre el puerto de comunicación del PLC (cuadro verde) y se debe arrastrar la conexión al puerto de comunicación del servocontrolador (cuadro verde inferior). Con este procedimiento se generará la conexión PROFINET entre los dispositivos (Ilustración 28).

A continuación, en la pestaña de "Topology view", se debe generar nuevamente el lazo de comunicación entre el PLC y el servocontrolador, en este caso, es importante que el orden sea PLC -> servocontrolador, por lo que de manera manual se selecciona el puerto superior del PLC y el puerto izquierdo del servocontrolador, tal como se muestra en la ilustración 29.



Ilustración 30 Vinculo de comunicación, Topology view

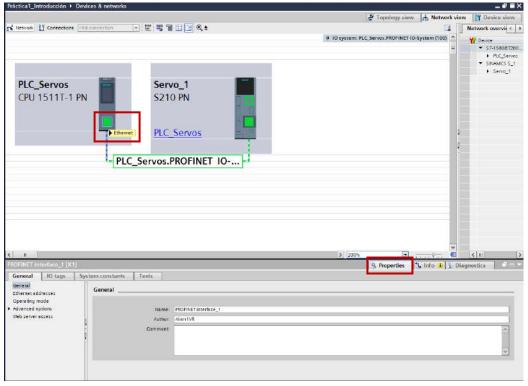


Ilustración 29 Network view -> Puerto de comunicación -> Properties

Nuevamente, en la pestaña Network view, se debe colocar los parámetros adecuados para la comunicación IRT (Tiempo Real Isócrono). Dando click sobre el puerto de comunicación del PLC, se despliega un menú de configuración (ilustración 30).



Código:
Versión
01

Fecha de emisión
03 de marzo de 2025

En

Práctica 1:

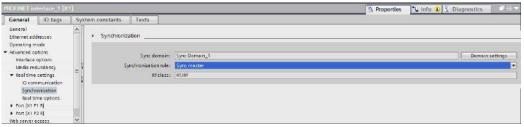
Introducción a los servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Fac Industrial

Facultad de Ingeniería

apartado

el



"Synchronization", se debe cambiar la opción de "Unsynchronized" a "Sync master" (Ilustración 31).

Ilustración 31 Advanced options -> Real time settings -> Synchronization -> Synchronization role

Ahora, dando click en el nodo de red "PLC_Servos.PROFINET", en las propiedades, buscar la opción Sync-Domain 1 y cambiar el valor de "Send clock" a 2.000 ms (ilustración 32).



Ilustración 32 PROFINET Subnet -> Domain management -> Sync domains -> Sync Domain 1 -> Sync-Domain 1 -> Send clock

A continuación, en el nodo del servocontrolador, en la opción de "Telegrama configuration", buscar la casilla "Organization block", dar click en los tres puntos y seleccionar el bloque de datos que TIA Portal en automático crea para poder guardar los datos recibidos directamente del servocontrolador.

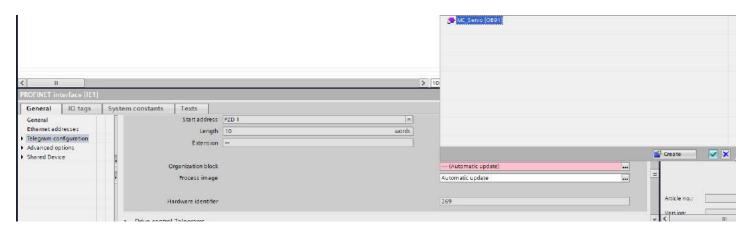


Ilustración 33 Telegramonfiguration -> Organization block

En "Advanced options" buscar la pestaña "Isochronous mode for local modules", verificar que esté marcada la casilla y en "Ti/To values" cambiar a "Automatic minimum".



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Práctica 1:

Introducción a los servomotores

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Manual de prácticas del
Laboratorio de Automatización
Industrial

Facultad de Ingeniería

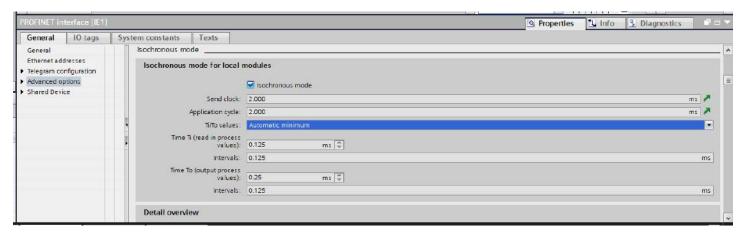


Ilustración 34 PROFINET interface -> Advance options -> Isochronoues mode for local modules -> Ti/To values

Inserción de un objeto tecnológico

En Siemens, un objeto tecnológico (TO) es definido como un elemento de software en el controlador (Ilustración 35); estos representan componentes mecánicos y encapsulan funciones tecnológicas en donde se pueden configurar y parametrizar los equipos de control de movimiento, por ejemplo, un eje posicionado o un eje sincronizado.

Para agregar un objeto tecnológico en el proyecto, en el Project tree, se debe agregar un objeto tecnológico al PLC, la ruta es: Project tree -> PLC_Servos [CPU 1511T-1 PN] -> Technology objects -> Add new object. A continuación, se despliega una ventana emergente para seleccionar el tipo de objeto tecnológico que deseamos agregar.



Ilustración 35 TO de Siemens

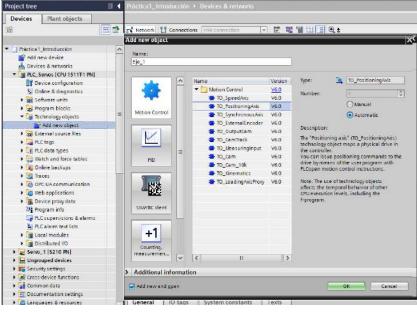


Ilustración 36 Project tree -> PLC_Servos -> Technology objects -> Add new object -> Motion Control -> TO_PositioningAxis

El objeto tecnológico que es de nuestro interés es "Motion Control", para este ejemplo, un eje de posición. En este caso, se nombra como "Eje_1". Se presiona el botón "Ok". A continuación, se configura el objeto.

Ahora una nueva interfaz permite configurar los parámetros del eje, en este caso, se debe seleccionar la casilla de "Rotary", en el tipo de eje (Ilustración 38). Aparecerá ventana de advertencia que indica está cambiando que se configuración del objeto tecnológico, debe seleccionar. "Yes" (Ilustración 37).



 Código:
 01

 Versión
 03 de marzo de 2025

Práctica 1:

Introducción a los servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

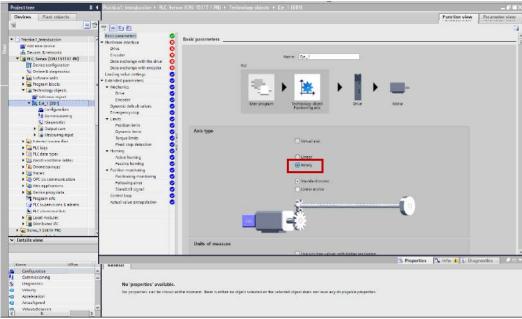


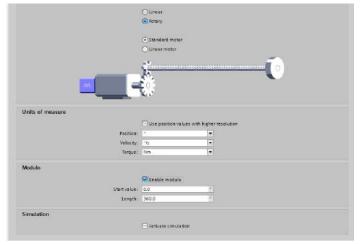
Ilustración 37 Basic parameters -> Axis type -> Rotary

Desplazando la ventana de "Function view", se debe activar la casilla "Enable modulo" y verificar que el parámetro Lengh este en 360.0 (Ilustración 39).

Una vez configurado estos parámetros, el verificador de estado que se encuentra en la pestaña "Function view" cambia a un color verde (paloma verde).



Ilustración 40 Advertencia de cambios





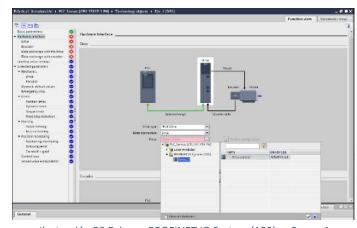


Ilustración 39 Drive -> PROFINET IO System (100) -> Servo_1

Siguiendo con las configuraciones, en la pestaña de Hardware interface, se debe configurar el drive de comunicación. Por lo tanto, en la ventana "Drive", se debe buscar el servocontrolador que previamente se configuró (Servo_1), seleccionar el objeto "Driver control" y dar click en la paloma verde, con ello, el motor entiende que las instrucciones que recibe serán de un controlador, siendo el servocontrolador un intermediario, ahora los verificadores estarán en verde (Ilustración 41).



Código:
Versión
01

Fecha de emisión
03 de marzo de 2025

Práctica 1:

Introducción a los servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

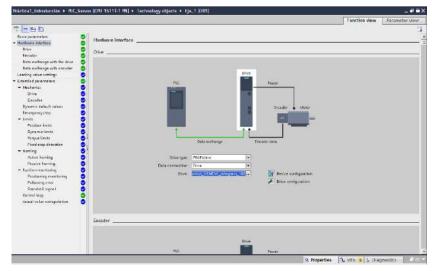


Ilustración 41 Vista final

Descarga de proyecto al controlador físico



Ilustración 42 Servos_Network

Es importante mencionar que para conectarse al controlador físico es necesario verificar que la red a al que está conectada la computadora sea la misma, de no ser así, la detección vía Wireless no funcionará, por tanto, se debe verificar que la red sea: SERVOS_NETWORK. (Ver ilustración 42).

***Existen dos variantes de la red debido a la capacidad del router de transmitir en dos bandas, cualquiera es adecuada, sin embargo, la red Wi-Fi5 permite más agilidad en la comunicación (disponible en equipos con posibilidades de lectura 5G).

A continuación, se selecciona en el "Project tree" la carpeta del PLC y se compila el programa. De no existir inconvenientes, se realiza la descarga

del programa al controlador.

Cuando se presiona el botón de "Download", aparecerá un cuadro de dialogo; en la casilla "Select target device" se debe colocar la opción



Ilustración 43 Project tree -> PLC Servos -> Compilate

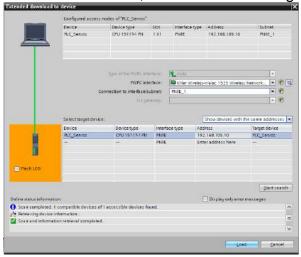


Ilustración 44 Configuración de búsqueda



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Manual de prácticas del

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Automatización

Industrial

Práctica 1:

Introducción a los servomotores

"Show devices with the same addresses", esta opción facilita la detección del controlador por IP coincidente, en dado caso de que el PLC tuviera otra IP, la pestaña debe seleccionarse en "Show all compatible devices". Dar click en "Start search".

Una vez terminada la búsqueda, seleccionar el PLC y dar click en el botón Load (Ilustración 46).

Seguir con los parámetros como se muestra a continuación:

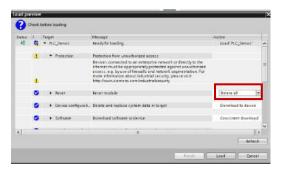


Ilustración 47 Reset -> Delete all -> Load



Ilustración 46 Start modules -> Start module

Si todo sale de forma correcta, debe aparecer en la ventana de información, que todo ha sido cargado correctamente, a continuación, se procede a la carga de configuración al servocontrolador.

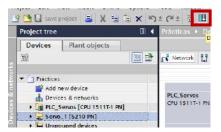


Ilustración 48 Project tree -> Servo_1 -> Download to device

De manera similar, se selecciona la carpeta del servomotor y se selecciona el botón de "Download to device". De inmediato aparecerá una ventana emergente, en la cual se puede observar mensajes de informativos acerca de la configuración que se esta por cargar al dispositivo, en este caso, se arroja una advertencia debido a que las opciones de seguridad no han sido colocadas, por lo tanto, no hay restricción para que alguien acceda al equipo.

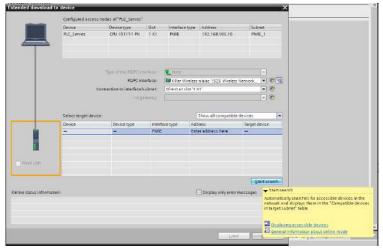


Ilustración 49 Busqueda de dispositivos

No es necesario seleccionar la opción "save parameterization retentively", sin embargo, en esta ocasión se deja el valor por default.

Finalmente se presiona el botón "Load", TIA Portal tardará unos segundos, depende de la velocidad de procesamiento de la computadora, para terminar la transferencia de datos.

Si se verifica la pestaña de información, no debe salir ningún error.



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Práctica 1:

Introducción a los servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería



Ilustración 50 Ventana "Load preview"

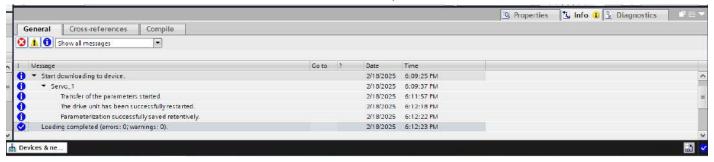


Ilustración 51 Inspector

One button tuning

Desplegando la carpeta del servocontrolador, siguiendo la ruta, Project tree -> Servo_1 -> Rotate & optimize; dar doble click en la sección "Rotate & optimize", de manera inmediata la ventana principal cambia la vista (ver ilustración 46). TIA Portal manda un mensaje relacionado a como operar esta ventana, la indicación es que, para utilizar los parámetros que se encuentran en la ventana, se debe pasar al modo "Online", por tanto, al presionar en el botón "Go online", el software se conecta al servocontrolador y pasa al modo *en línea*.

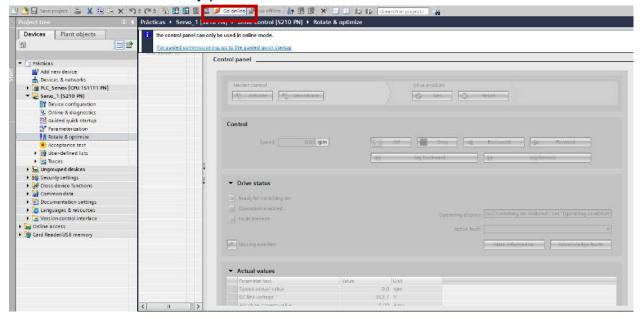


Ilustración 52 Rotate & optimize



Código 01 Versión Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Práctica 1:

Introducción a los servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería



Aparecerá similar a la ilustración 47, se destaca que ahora se tiene un color naranja, indicando la conexión con el dispositivo. Por tanto, los comandos están disponibles para utilizarse. En esta parte, se puede hacer un control maestro desde el servocontrolador, útil para verificar la comunicación servocontrolador – servomotor, para acceder, se presiona el botón "Activate".

Ilustración 53 Activate master control

Una ventana emergente mencionará si se desea activar el "Master control" además de contener dispositivo, velocidad de actualización de los datos en el monitoreo. Por default coloca 2000 milisegundos, que son suficientes para la prueba rápida.

Se presiona el botón "Ok" (Ilustración 54).

6 4c642

Ilustración 54 Control panel -> Activate

En el control panel se coloca un valor de velocidad (opción Speed), en la unidad de revoluciones por minuto [rpm], para este ejercicio se colocó 100 [rpm]; del lado derecho, se activa el funcionamiento del motor de forma manual, pudiendo ser un avance positivo (forward), negativo (backward) o una activación por "Jog", por lo que el motor avanza o retrocede mientras se este pulsando este botón. Si se selleciona alguno de estas opciones, el indicador "Operation enable" se colocará en verde (ilustración 55).

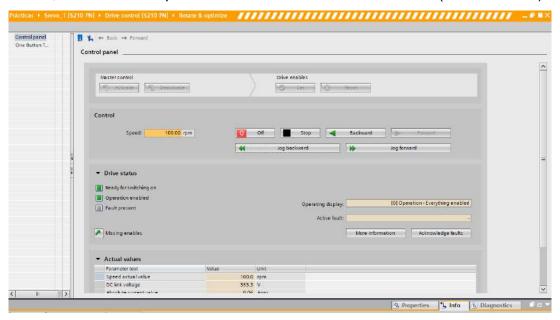


Ilustración 55 Control panel



 Código:
 01

 Versión
 01

 Fecha de emisión
 03 de marzo de 2025

Práctica 1: Introducción a los servomotores Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

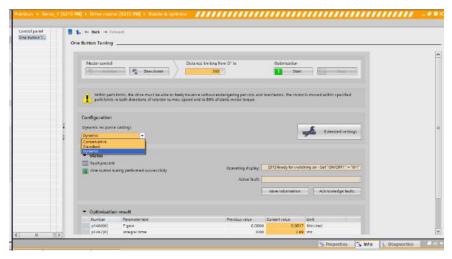


Ilustración 56 One Button Tuning

algunas características, las cuales son:

- Distance limiting from 0° to: 360°
- Dynamic response settings: Dynamic

Al dar click, la herramienta comenzará a operar el motor en búsqueda de los mejores parámetros de trabajo. Ya verificado el sistema, la siguiente opción disponible en Rotate & optimize, es el "One Button Tuning"; al seleccionarla, la vista de la venta principal cambia y aparecen nuevos parámetros.

La configuración de One Button Tuning permite a TIA Portal conocer al dispositivo y hacer un test para operar el equipo con los mejores parámetros recabados en esta función. Es importante mencionar que se debe colocar

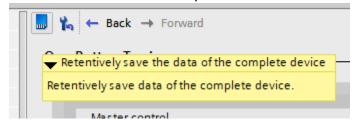


Ilustración 57 Almacenamiento en la memoria del servocontrolador

¡CUIDADO! EL EJE DEL MOTOR SE MOVERÁ AUTONAMENTE. Por lo que, si existe algún dispositivo en el eje o en su defecto, en su paso, podría dañarlo o dañar a alguien, se recomienda despejar la zona y no acercarse.

Una vez que el motor pare, el sistema ha terminado de reconocer al dispositivo, por tanto, es necesario guardar estos datos en la memoria del dispositivo, tal y como se muestra en la ilustración

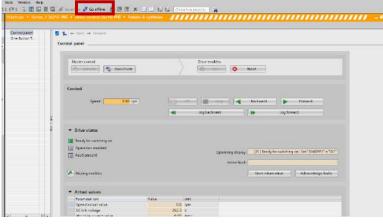


Ilustración 58 Go offline; cerrar la pestaña al desconectarse

57, se da click en el ícono de tarjeta de memoria, tardará unos segundos en ejecutarlo y a continuación el programa queda en las mismas condiciones. Finalmente, al dar click en el botón "Go offline", la comunicación se detendrá y ahora el PLC actuará como el control maestro del equipo.



Código:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización	Facultad de Ingeniería

Industrial

Introducción a los servomotores

Uso del objeto tecnológico

Práctica 1:

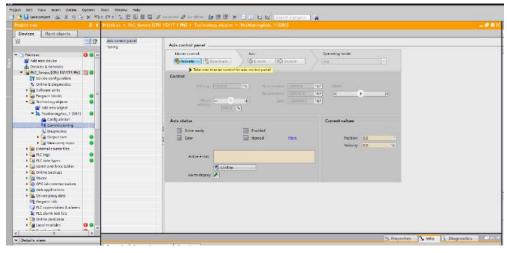


Ilustración 59 PLC_Servos (Go online) -> Technology objects -> PositionAxis_1 -> Commissioning

doble click en la pestaña "Commissioning", la ventana principal cambiará y se observará como en la ilustración 59.

Al dar click en la pestaña "Axis control panel", las diversas herramientas de control se encuentran innivadas, por lo que se tiene que dar click en botón "Activate".

Una ventana emergente menciona una alerta acerca del cuidado que se debe de tener al activar un control maestro, además requerir un parámetro para la tasa de actualización del monitoreo. Al dejar el valor por default es correcto y finalmente, se presiona el botón "Yes".

Nuevamente en el Project tree. se selecciona la carpeta del PLC. importante es realizar una conexión online con el PLC, una vez presionado el botón Go online, se despliega y busca el objeto tecnológico creado con anterioridad. encontrar la carpeta del objeto, desplegarla y dar



Ilustración 60 Monitoring time

Ahora, los parámetros de la interfaz Axis control panel están disponibles. Se recomienda iniciar con la operación en la opción "Positioning relative".



Ilustración 61 Axis control panel

Dar click en "Enable" y el sistema está listo para ser operado. Modificar los parámetros de "Acceleration" a 10000 °/ S^2 y "Deceleration" a 1000 °/ S^2 .

Entregables de la práctica

- Captura de pantalla del monitoreo en TIA Portal del cambio de posición del servomotor
- 2. Imágenes del desplazamiento del servomotor (fotografías del equipo físico)



Código:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Manual de prácticas del	

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Automatización

Industrial

Práctica 1: Introducción a los servomotores

V. Cuestionario

1. ¿Qué es un servomotor?
2. ¿Qué son los objetos tecnológicos? (Según Siemens)
VI. Actividad de investigación
Investigue que es la comunicación IRT
VII. Conclusiones y observaciones.

Referencias

- Levine, W. S. (2010). The control handbook: Control system applications. CRC Press.
- Schröder, D. (2015). Electrical drives and control systems. Springer.
- Craig, J. J. (2020). Introduction to robotics: Mechanics and control (4th ed.). Pearson.



DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL ACADEMIA DE AUTOMATIZACIÓN



AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (0572)

Práctica 2: Control de velocidad de un Servomotor

Rúbrica de evaluación

CONCEPTOS, RUBROS O ASPECTOS A EVALUAR	BUENO (2 PUNTOS) Completo entendimiento del problema, realiza la	REGULAR (1 PUNTO) Bajo entendimiento del problema, realiza la	NO ACEPTABLE (0 PUNTOS) No demuestra entendimiento del
ASFECTOS A EVALUAR	actividad cumpliendo todos los requerimientos.	actividad cumpliendo algunos de los requerimientos.	Problema o de la actividad.
Seguridad en la ejecución de la actividad	Identifica correctamente los peligros y fuentes de energía, minimiza los riesgos aplicando las medidas de control, realiza la verificación y firma con su nombre.	Identifica parcialmente los peligros, sin aplicar todas las medidas de control.	No aplica ninguna medida de control, no verifica y no firma.
2. Ejecución de la práctica	Muestra un entendimiento completo durante el desarrollo de las actividades, la práctica cumple con todos los requerimientos	Muestra un entendimiento moderado durante el desarrollo de las actividades, la práctica no cumple con todos los requisitos	No demuestra entendimiento de las actividades, la práctica no cumple con los requisitos.
Ortografía y actividades de investigación	Utiliza correctamente las reglas de ortografía, cuida la legibilidad en la escritura y realiza las actividades de investigación correctamente apoyados en la literatura citada.	Presenta algunos errores ortográficos, ocasionalmente descuida la forma en que escribe y realiza las actividades de investigación inadecuadamente	Comete continuamente errores de ortografía, descuida la legibilidad en sus respuestas y no realiza las actividades de investigación
4. Cuestionario	Responde las preguntas correctamente tomando en cuenta la información proporcionada en el fundamento teórico.	Responde parcialmente las preguntas o las respuestas no son precisas.	No responde el cuestionario
5. Conclusiones y observaciones	Reflexiona sobre las actividades, demuestra pensamiento crítico en el desarrollo de la práctica y aporta con recomendaciones sobre las actividades.	Las conclusiones generadas son únicamente un recuento de lo realizado en la práctica sin generar ninguna observación.	No genera conclusiones y observaciones.



Automotización Industrial	Código: Versión	01
Automatización Industrial	Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Práctica 2: Controlador de velocidad de un servomotor	Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización	Facultad de Ingeniería

Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente d	le energía	Riesgo asoci	iado	Medidas de control	Verificación
1 ^{ro}	Voltaje alterno	4 ∼ 220 V	Electrocución	4	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
2^{do}	Voltaje alterno	4 ∼ 127 V	Electrocución	4	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
3^{ro}	Voltaje continuo	4 ⋯ 24 V	Daño a equipo	\triangle	Verificar polaridad y nivel antes de realizar la conexión del equipo o dispositivo	
			Apellidos y no	mbres:		

II. Objetivos de aprendizaje

Objetivo general: Realizar el control de velocidad de un servomotor

Objetivos específicos:

- Agregar, configurar hardware/software (PLC / servocontrolador / servomotor) en la aplicación TIA Portal V19 con la herramienta "detect".
- Emplear TIA Portal como plataforma de monitoreo.
- Configurar, conectar y transmitir datos desde un PLC a un servocontrolador.
- Configurar correctamente un objeto tecnológico del tipo velocidad.
- Configurar y controlar la velocidad de un servomotor utilizando TIA Portal y la herramienta Startdrive.
- Evaluar y ajustar los parámetros de control de velocidad para observar la respuesta del sistema.

III. Material y equipo



Ilustración 1 Computadora



Ilustración 2 Controlador Siemens S7-1500T



Ilustración 3 Servocontrolador Sinamics S210



Ilustración 4 Servomotor Simotics S-1FK2



Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Práctica 2:

Controlador de velocidad de un servomotor

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Código

Facultad de Ingeniería

IV. Introducción

En la automatización, el control preciso de la posición y velocidad en los servomotores es fundamental para aplicaciones tales como la manufactura (cortadoras láser) o la robótica (posicionamiento de los eslabones). Los servomotores permiten un control exacto de la velocidad y la posición, lo que es crucial para garantizar la eficiencia y precisión de los procesos industriales.



Ilustración 5 Simotics 1FK disponible en el laboratorio

El control de velocidad en los servomotores se lleva a cabo mediante disponible en el laboratorio controladores PID (Proporcional, Integral y Derivativo) o variaciones de estos. El controlador PID ajusta la velocidad del motor en función de la diferencia (error) entre la velocidad real y la velocidad deseada. Los tres componentes del controlador realizan las siguientes funciones:

- Proporcional (P): Ajusta la velocidad en función de la magnitud del error.
 - Integral (I): Corrige errores acumulados con el tiempo.
 - Derivativo (D): Predice el comportamiento futuro del error, suavizando las respuestas.

Otros métodos incluyen la modulación por ancho de pulso (PWM) y el control de frecuencia variable (VFD), que regulan el flujo de energía al motor para mantener una velocidad constante.

Los servomotores utilizan encoders o resolvers como sensores de retroalimentación para proporcionar datos en tiempo real sobre la velocidad del

eje. Estos sensores permiten que el controlador ajuste el voltaje o la corriente del motor para corregir cualquier discrepancia entre la velocidad real y la esperada, asegurando así un movimiento continuo y preciso. Este control preciso es esencial para garantizar la eficiencia, precisión y repetitividad en los procesos industriales. Permite movimientos suaves y precisos, minimiza el consumo de energía y reduce el desgaste mecánico de los equipos.

V. Desarrollo de la actividad



Ilustración 7 Red Servos Network

Nuevo proyecto en TIA Portal V19

En esta ocasión es importante el cambio de red de la computadora de trabajo; una vez hecho el cambio, se puede a proceder a la creación del proyecto. A continuación, se repite un procedimiento similar al de la práctica 1, con la diferencia de que ahora al seleccionar el CPU de trabajo, se debe elegir un CPU genérico, en la mayoría de veces, en la industria se debe tener la certeza exacta de los modelos de equipo de



Práctica 2:

Automatización Industrial

Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

al menos en el caso de Siemens.

trabajo, por lo que con solo conocer el modelo general del equipo es suficiente,

Al observar la ilustración 8, se puede notar que en el apartado de "Versión", es

r Lab

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Código

Facultad de Ingeniería

Controlador de velocidad de un servomotor

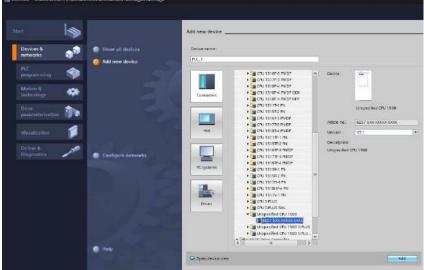


Ilustración 8 Add new device -> Controllers -> CPU-> Unispecified CPU 1500

Al momento de detectar el equipo, se comparará la versión de trabajo y en automático la cambiará a la nativa del CPU, o la última que se cargó al sistema.

A continuación, la vista de proyecto se muestra como en la ilustración 9.

La interfaz coloca una ventana emergente amarilla que advierte que aún no se seleccionado un equipo de trabajo, por lo que interroga sí se requiere ver el catálogo de dispositivos o generar una autodetección, en este caso, damos click en la segunda opción (detect). Ver ilustración 9.

De inmediato una ventana surge y se preconfigura de acuerdo a las características de comunicación que el

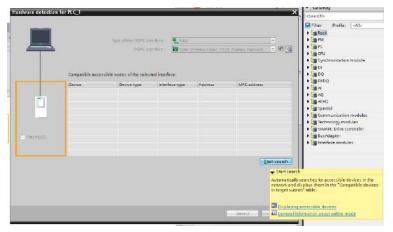
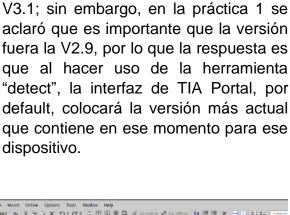


Ilustración 10 Hardware detection for PLC



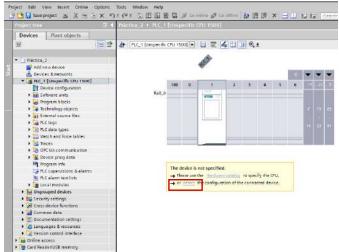


Ilustración 9 Herramienta detect en la Device view

propio TIA Portal detecta en la computadora de trabajo. Se debe dar click en el botón "Start search" para que, dentro del segmento de red, la herramienta de detección buscará dentro del segmento de red algún CPU modelo 1500, pero en esta ocasión, la herramienta permite saber con precisión el modelo exacto de CPU, facilitando la integración del equipo al proyecto y, sobre todo, evita errores al elegir un modelo erróneo.

Si la comunicación fuera por un cable de comunicación, la opción "PG/PC interface"



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Manual de prácticas del

Facultad de Ingeniería

Práctica 2:

Controlador de velocidad de un servomotor

Industrial

Laboratorio de Automatización

despliega ambas opciones, conexión Wireless (mediante la tarjeta de red de la computadora) o conexión Ethernet (cable de comunicación).

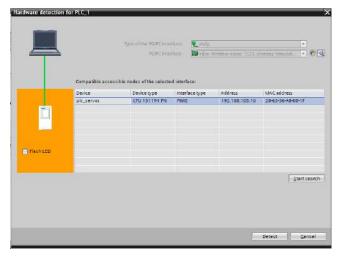


Ilustración 11 Detección de equipo

Dependiendo de la velocidad de la red y las capacidades de la computadora, aparecerá el CPU 1511T-1 PN, que es el que se está buscando para agregar al proyecto. También, se puede observar la dirección IP y la MAC que el equipo contiene (Ilustración 11). A continuación, se selecciona el botón "Detect" y la herramienta comienza a detectar toda la configuración de hardware existente en el equipo, dentro del mismo rack del PLC.

Después de integrar la información, la vista "Device view" se debe observar como la ilustración 12.

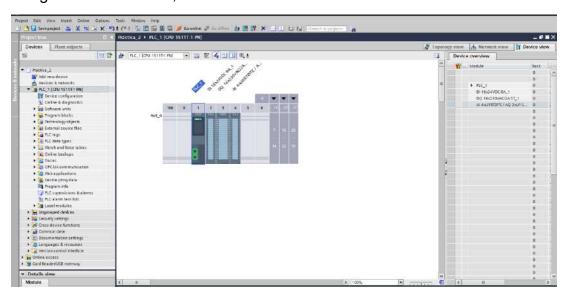


Ilustración 12 Vista general del proyecto después de ejecutar una detección

Las ventajas de utilizar la herramienta de detección teniendo en consideración el modelo general de controlador es que se evitan errores de configuración de hardware (no seleccionar el elemento exacto) y se ahorra bastante tiempo en poner en marcha un proyecto.



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Práctica 2:

Controlador de velocidad de un servomotor

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

Al igual que en la práctica 1, se deben colocar los siguientes parámetros en la ventana de configuración del CPU:

- Nombre del PLC (PLC_Servos)
- Verificación de IP (192.168.105.10)
- Desactivar la casilla "Protect confidential PLC configuration data"
- Seleccionar la casilla "Full Access (no protection)"

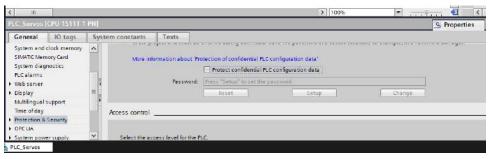


Ilustración 13 Desactivación de la casilla protección de datos del PLC

El PLC está listo para agregarle el servocontrolador.

Configuración de servocontrolador

De la misma manera que en la práctica 1, se agrega un servocontrolador al proyecto, la ruta es: Add new device -> Drivers -> SINAMICS drivers -> SINAMICS -> SINAMICS S210 -> 1AC 200-240 V, 0.4 kW -> 6SL5310-1BB10-4xFx.

En caso de aparecer la ventana de configuración de la seguridad del servocontrolador, cerrarla.

Configurar las características en la ventana de propiedades:

- Nombre (Servo_1)
- Asignación de IP (192.168.105.11)
- Protection & security desactivar User management & access control (UMAC) for the drive y la opción "Encrypt sensitive drive data"
- Harwdare settings colocar alimentación a 220 V

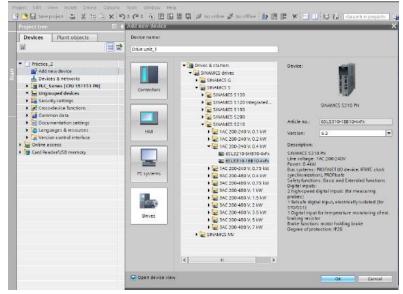


Ilustración 14 La versión de trabajo del servocontrolador debe ser 6.3



Ilustración 15 Hardware settings -> Supply voltaje -> 220 V



Código:
Versión
01

Fecha de emisión
03 de marzo de 2025

Práctica 2:

Controlador de velocidad de un servomotor

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

Una vez finalizados esos parámetros, se añade el servomotor de trabajo. Se da click en el ícono de "MOT", a continuación, se despliega la ventana de configuraciones, con la siguiente ruta: General -> Motor – selection 1FK2 -> Article number -> 1FK2104-4AK1 terminación x-xMxx (Utilizar el filtro de búsqueda para añadir el motor).





Ilustración 16 Selección de servomotor

Configuración de comunicación

De forma análoga a la práctica 1, en la vista de "Network view", conectamos el PLC con el servocontrolador. De forma análoga en

2.

la vista topológica se

PLC_Servos
CPU 1511T-1 PN

Servo_1
S210 PN

PLC_Servos
PLC_Servos
PLC_Servos
PLC_Servos

Ilustración 17 PLC_Servos.PROFINET

debe generar el nodo de conexión.



→ Advanced options: Sync master en Synchronization role

Nodo PLC Servos.PROFINET

→ Sync-Domain 1: valor de Send clock en 2.000 ms

Dentro de la ventana de device & networks considerar:

Puerto del servocontrolador

→ Telegrama configuration: Organization block -> seleccionar el bloque de datos que TIA Portal genera

→ Advanced options: Isochronous mode for local modules -> Ti/To values -> Automatic minimum



Ilustración 18 Nodo de comunicación IRT

Objeto tecnológico de velocidad

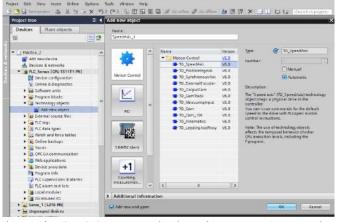


Ilustración 19 PLC_Servos -> Technology objects -> Motion control -> TO_SpeedAxis -> Ok

Agregar un nuevo objeto tecnológico, en esta ocasión se controlará la velocidad de un eje, se le puede asignar un nombre o en su defecto, conservar el que tiene. Para este ejercicio se conservo el nombre por default.

Al presionar el botón "Ok", una venta emergente aparecerá, en este caso la vista es un poco diferente a la del objeto tecnológico de posición.



Práctica 2:

Automatización Industrial

Versión

01

Fecha de emisión

Manual de prácticas del

Industrial

Código

03 de marzo de 2025

Controlador de velocidad de un servomotor

Laboratorio de Automatización

Facultad de Ingeniería



En los parámetros básicos es importante corroborar que la velocidad se en unidades S^{-1} y el torque en N*m.

A continuación, configurar el driver de operación con la ruta Drive -> PLC_Servos -> PROFINET IO -> Servo_1. Si el procedimiento se realizó de forma correcta, las pestañas pasan a un estatus de color verde (ilustración 21).

Ilustración 20 SpeedAxis

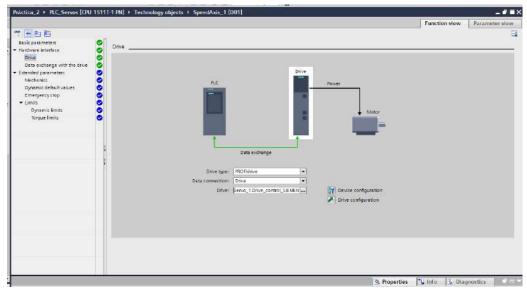


Ilustración 21 SpeedAxis_1

Descarga de proyecto al controlador físico

- 1. Asegurar estar conectado a la red PLC_Servos (cualquier banda)
- 2. Compilar el provecto del PLC
- 3. Verificar que no existan errores de IP para la descarga
- 4. Descarga los archivos mediante la interfaz de comunicación
- 5. Si la ventana de certificado de confianza para conexión aparece, colocar, conectarse de todos modos
- 6. Colocar el CPU en RUN



Ilustración 24 Load preview



Ilustración 22 Compilar -> Descargar



Ilustración 23 Arranque de CPU



Código:
Versión

01

Fecha de emisión

03 de marzo de 2025

Manual de prácticas del
Laboratorio de Automatización
Industrial

Facultad de Ingeniería

Práctica 2: Controlador de velocidad de un servomotor

Una vez terminada la descara de archivos del PLC, se continua con la descarga de archivos del servocontrolador.

- 1. Asegurar estar conectado a la red PLC_Servos (cualquier banda)
- 2. Compilar el proyecto del servocontrolador
- 3. Verificar que no existan errores de IP para la descarga
- 4. Descarga los archivos mediante la interfaz de comunicación
- Si la ventana de certificado de confianza para conexión aparece, colocar, conectarse de todos modos
- 6. El inspector no debe marcar errores

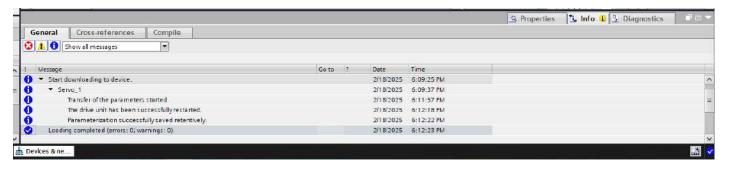


Ilustración 25 Inspector

One Button Tuning

Al ser un proyecto nuevo, nuevamente se requiere hacer el autoajuste de TIA Portal al servomotor.

- 1. Ir a modo "En línea" del servocontrolador
- Doble click sobre "Rotate & optimize"
- 3. Dar "Ok" para tomar el control maestro del servomotor
- 4. Ir a la pestaña de One Button Tuning y activarla
- 5. En la configuración de distancia, colocar 360°
- 6. En Dynamic response settings seleccionar "Dynamic"
- 7. Dar click en "Start" y alejarse del alcance del motor, en caso de operarlo con poca distancia.

¡CUIDADO! EL EJE DEL MOTOR SE MOVERÁ POR SI SOLO.

- 8. Dar click en el ícono de tarjeta de memoria para guardar los ajustes
- 9. Ir a modo Offline

Uso del objeto tecnológico

- 1. Ir a la carpeta del controlador en árbol de proyecto e iniciar online con el controlador
- 2. Desplegar la carpeta de objetos tecnológicos y seleccionar el objeto tecnológico "SpeedAxis"
- 3. Dar doble click en la pestaña "Commissioning"
- 4. Dentro de la venta emergente, seleccionar la pestaña "Axis control panel" y activarla
- 5. Modificar el parámetro de velocidad (cerca de 1500 2300 $^{\circ}/_{S}$ es un parámetro recomendable para comenzar).
- En "Operating mode", utilizar Jog



Código:
Versión
01

Fecha de emisión
03 de marzo de 2025

Práctica 2:

Controlador de velocidad de un servomotor

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería



Ilustración 26 Axis control panel

Entregables de la práctica

- 1. Captura de pantalla del monitoreo en TIA Portal del cambio de velocidad del servomotor
- 2. Imágenes de los cambios de posición del servomotor (fotografías del equipo físico)

V. Cuestionario

¿Qué es un control PID?
Menciona las ventajas de la herramienta <i>Detect</i>



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Práctica 2:

Controlador de velocidad de un servomotor

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Facultad de Ingeniería Industrial

VI. Actividad de investigación

			ocidad por PWM	
· · ·	clusiones	y observa	ciones.	
'II. Con		•		

Referencias

- Levine, W. S. (2010). The control handbook: Control system applications. CRC Press.
- Buja, G., & Indri, M. (2010). Control characteristics of servomotors: Review and classification. IEEE *Transactions on Industrial Electronics*, 57 (4), 1253-1262. https://doi.org/10.1109/TIE.2009.2037644
- Mohan, N. (2012). Electric machines and drives: A first course. Wiley.
- García, F. J. (2017). Sistemas de control automático (3.a ed.). Marcombo.
- Pérez, J. (2019). Electrónica de potencia aplicada a sistemas de control. Editorial Reverté.
- Frías, J., & González, J. (2014). Automatización y control industrial. Alfaomega.



DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL ACADEMIA DE AUTOMATIZACIÓN



AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (0572)

Práctica 3: Coordinación de Servomotores

Rúbrica de evaluación

CONCEPTOS, RUBROS O	BUENO (2 PUNTOS)	REGULAR (1 PUNTO)	NO ACEPTABLE (0 PUNTOS)	
ASPECTOS A EVALUAR	Completo entendimiento del problema, realiza la actividad cumpliendo todos los requerimientos.	Bajo entendimiento del problema, realiza la actividad cumpliendo algunos de los requerimientos.	No demuestra entendimiento del Problema o de la actividad.	
Seguridad en la ejecución de la actividad			No aplica ninguna medida de control, no verifica y no firma.	
2. Ejecución de la práctica	Muestra un entendimiento completo durante el desarrollo de las actividades, la práctica cumple con todos los requerimientos	Muestra un entendimiento moderado durante el desarrollo de las actividades, la práctica no cumple con todos los requisitos	No demuestra entendimiento de las actividades, la práctica no cumple con los requisitos.	
Ortografía y actividades de investigación	Utiliza correctamente las reglas de ortografía, cuida la legibilidad en la escritura y realiza las actividades de investigación correctamente apoyados en la literatura citada.	Presenta algunos errores ortográficos, ocasionalmente descuida la forma en que escribe y realiza las actividades de investigación inadecuadamente	Comete continuamente errores de ortografía, descuida la legibilidad en sus respuestas y no realiza las actividades de investigación	
4. Cuestionario	Responde las preguntas correctamente tomando en cuenta la información proporcionada en el fundamento teórico.	Responde parcialmente las preguntas o las respuestas no son precisas.	No responde el cuestionario	
5. Conclusiones y observaciones			No genera conclusiones y observaciones.	



Automatización Industrial	Código: Versión	01	
Automatización industrial	Fecha de emisión	03 de marzo de 2025	
Práctica 3: Coordinación de servomotores	Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización	Facultad de Ingeniería	

I. Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente d	le energía	Riesgo asoc	ciado	Medidas de control	Verificación
1^{ro}	Voltaje alterno	4 ∼ 220 V	Electrocución	4	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
2^{do}	Voltaje alterno	4 ∼ 127 V	Electrocución	Ą	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
3^{ro}	Voltaje continuo	24 V	Daño a equipo	\triangle	Verificar polaridad y nivel antes de realizar la conexión del equipo o dispositivo	
			Apellidos y no	mbres:		

II. Objetivos de aprendizaje

Objetivo general: Configurar dos servomotores mediante el PLC para generar lazo de control maestro – seguidor

Objetivos específicos:

- Configurar un proyecto en TIA Portal con dos servomotores y un controlador para generar una plataforma de monitoreo
- Realizar la configuración de maestro seguidor con dos servomotores
- Configurar y controlar la velocidad de dos servomotores utilizando TIA Portal y la herramienta Startdrive
- Realizar la sincronización de movimiento

III. Material y equipo



Ilustración 1 Computadora



Ilustración 2 Controlador Siemens S7-1500T



Ilustración 3 Servocontrolador Sinamics S210



Ilustración 4 Servomotor Simotics S-1FK2



Código:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Manual de prácticas del	

Laboratorio de Automatización

Industrial

Práctica 3:

Coordinación de servomotores

IV. Introducción

En la industria moderna, la coordinación precisa de múltiples servomotores es esencial para diversas aplicaciones, con ello se obtiene movimientos secuenciales ideales para la seguridad y precisión en los ciclos de trabajo. La capacidad de sincronizar el movimiento de varios ejes permite a las máquinas realizar tareas complejas con alta precisión y eficiencia. Por ejemplo, en la fabricación de componentes electrónicos, es crucial que los servomotores trabajen en perfecta sincronía para colocar y ensamblar los integrados de estado sólido. Otro ejemplo es en la industria automotriz, donde la coordinación de servomotores es fundamental para procesos de ensamblaje automatizados y de soldadura.

La coordinación de servomotores se logra mediante sistemas de control avanzados, que pueden incluir controladores PID multieje, algoritmos de interpolación y sistemas de retroalimentación que ajustan en tiempo real la posición y velocidad de cada eje. Estos mecanismos aseguran que los motores puedan reaccionar de forma rápida y



Facultad de Ingeniería

Ilustración 6 Servocontrolador Sinamics S210

precisa ante cualquier variación en el proceso. El servocontrolador SINAMICS S210, trabaja de forma sincronizada con el controlador S7-1500 para operar un servomotor, además el S210 es tan versátil que puede trabajar con otros controladores, por ejemplo, el S7-1200, además, este servocontrolador



Ilustración 5 Configuración PLC -Servocontroladores - Servomotores

pueden coordinarse independientemente al PLC. Un S7-1500 de gama tecnológica, en su versión básica, puede hacer control de hasta 10 ejes, sin embargo, en aplicaciones como la industria de manufactura que requiere control de más de este número de equipos, resulta conveniente que el S210 puede operase de manera independiente, permitiendo destinar recursos de cómputo a otra parte del sistema. El enlazar los servocontroladores, ya sea entre ello o al PLC mediante protocolos de redes (pudiendo ser PROFINET o Ethernet I.P.), asegura que todos los equipos trabajen de forma sincronizada.

Ya sea que el sistema opere con un PLC o sin él, se utiliza TIA Portal más un complemento denominado Startdrive, facilitando los monitoreos y verificación de errores. Aquí se puede crear y probar programas de control. Además, permite hacer ajustes en tiempo real para que los movimientos de los servomotores sean precisos, lo cual es clave para que la producción o el sistema no se vea interrumpido, con ello, se podrá lograr que cada pieza debe estar en el lugar correcto en el momento adecuado, como en robótica o ensamblaje automático.

V. Desarrollo de la actividad

Creación de nuevo proyecto en TIA Portal V19 y selección de equipos de trabajo

Al abrir un nuevo proyecto, la forma de añadir de un dispositivo será a consideración del programador, sin embargo, es recomendable utilizar la herramienta de autodetección para reducir tiempos y errores de selección de hardware.



Práctica 3:

Automatización Industrial

Código:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización	Facultad de Ingeniería

Industrial

Coordinación de servomotores

- 1. Abrir un nuevo proyecto en TIA Portal V19
- 2. Utilizar la herramienta "Detect" para agregar un controlador S7-1500T
- 3. Al terminar de cargar el dispositivo, verificar:
 - a. Nombre del PLC: PLC_Servos
 - b. Verificación de IP: 192.168.105.10
 - c. Desactivar la casilla "Protect confidential PLC configuration data"
 - d. Seleccionar la casilla "Full Access (no protection)"
- Añadir un servomotor con la ruta: Add new device -> Drivers -> SINAMICS drivers -> SINAMICS -> SINAMICS S210 -> 1AC 200-240 V, 0.4 kW -> 6SL5310-1BB10-4xFx
- 5. Cerrar la ventana de configuración de seguridad
- 6. Configurar las características en la ventana de propiedades:
 - a. Nombre: Servo 1
 - b. Asignación de IP: 192.168.105.11
 - c. Protection & security, desactivar User management & access control (UMAC) for the drive y la opción "Encrypt sensitive drive data"
 - d. Harwdare settings colocar alimentación a 220 V
- 7. Añadir el servomotor de trabajo para el servomotor 1:
 - a. Click en el ícono de "MOT"
 - b. En la ventana de configuraciones, con la siguiente ruta:
 General -> Motor selection 1FK2 -> Article number -> 1FK2104-4AK1 terminación x-xMxx (Utilizar el filtro de búsqueda para añadir el motor).
- 8. Añadir un segundo servomotor, en este caso, el procedimiento es exactamente igual que con el primer servomotor, sin embargo, para este equipo cambiará el nombre y la IP, por tanto:
 - a. Añadir un servomotor con la ruta: Add new device -> Drivers
 -> SINAMICS drivers -> SINAMICS -> SINAMICS S210 -> 1AC 200-240 V, 0.4 kW -> 6SL5310-1BB10-4xFx
 - b. Cerrar la ventana de configuración de seguridad
 - c. Configurar las características en la ventana de propiedades:
 - i. Nombre: Servo 2
 - ii. Asignación de IP: 192.168.105.12
 - iii. Protection & security, desactivar User management & access control (UMAC) for the drive y la opción "Encrypt sensitive drive data"
 - iv. Harwdare settings colocar alimentación a 220 V
- 9. Añadir el servomotor de trabajo para el servomotor 2:
 - a. Click en el ícono de "MOT"



Ilustración 7 Servomotor 1 configurado



Ilustración 8 Servomotor 2 Configurado



Código:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial	Facultad de Ingeniería

Coordinación de servomotores

 En la ventana de configuraciones, con la siguiente ruta: General -> Motor - selection 1FK2 -> Article number -> 1FK2104-4AK1 terminación x-xMxx (Utilizar el filtro de búsqueda para añadir el motor).

Configuración de comunicación

Práctica 3:

En la vista de redes, deben aparecer tres elementos, el PLC, el servocontrolador 1 y el servocontrolador 2, como en la ilustración siguiente:

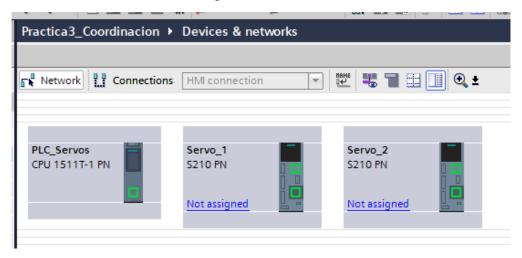


Ilustración 9 Ventana Devices & networks

Al dar click en la opción "Not assigned" del servocontrolador 1, aparecerá un menú pequeño en el cual se indica si se quiere conectar a la red Profinet que el propio PLC genera, por tanto, se da click en la red PLC_Servos.PROFINET y de inmediato se conectan ambos equipos, esta es una manera alterna a dar click en el PLC y arrastrar el nodo al puerto de comunicación del servocontrolador. En cualquier elección, conectar el tercer dispositivo, se debe observar como la ilustración 10.

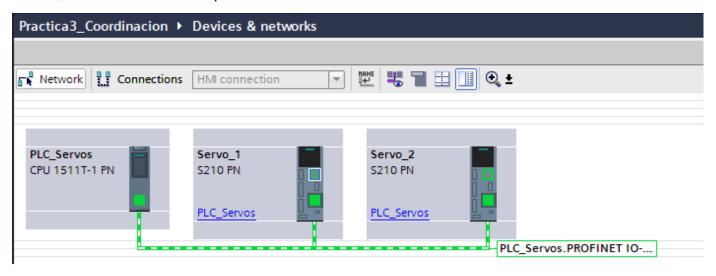


Ilustración 10 Network view con el nodo de comunicación PROFINET

Verificar que el puerto X127 tenga la misma dirección en ambos servocontroladores. No es necesario cambiar la vista de los dispositivos, se corrobora al dar click sobre el puerto X127 del servocontrolador



Práctica 3:

Automatización Industrial

Código:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial	Facultad de Ingeniería

Coordinación de servomotores

(cuadro resaltado en blanco en la ilustración 10) y en el inspector, a ir a la pestaña "Ethernet addresses" en el apartado "Internet protocol versión 4 (IPv4), la dirección debe ser 169.254.11.22 en ambos servocontroladores. De no ser así, en cada servocontrolador, en el apartado de IP, se busca la IP del puerto X127 y se coloca para ambos casos.

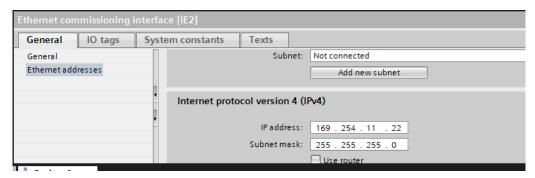


Ilustración 11 IP puerto X127 del servocontrolador

Al igual que anteriores prácticas, realizar la conexión topológica para la comunicación IRT.



Ilustración 12 Conexión topológica PLC -> Servocontrolador 1 -> Servocontrolador 2

En la vista de redes y dando click en el nodo de conexión del PLC, en las propiedades avanzadas:

- IO communication: 2.000 [ms]
- Synchronization: Sync master

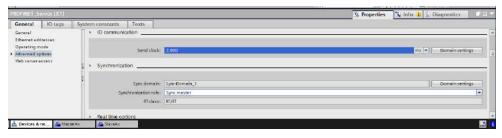


Ilustración 13 PLC -> Advanced options

Para el servocontrolador 1, dando click sobre el nodo de conexión, vista de redes:

- Verificar que se haya creado el bloque de datos para almacenar la información del servocontrolador. Telegram configuration -> Organization block -> MC_Servo
- En "Advanced options", cambiar a "Automatic mínimum"



Práctica 3:

Automatización Industrial

 Código:
 01

 Versión
 03 de marzo de 2025

Coordinación de servomotores

Fecha de emision	03
Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial	Faci

Facultad de Ingeniería

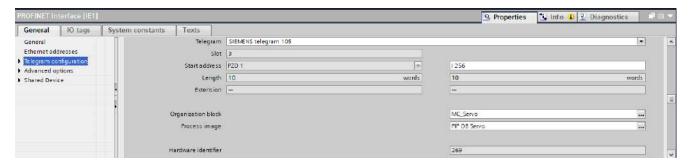


Ilustración 14 Servo 1 -> Telegram configuration -> Organization block -> MC Sevo

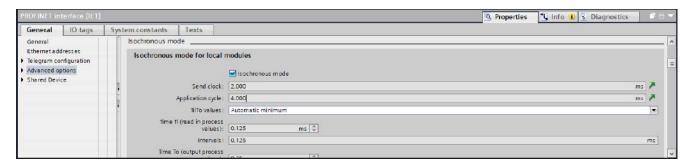


Ilustración 15 Servo_1 -> Advanced options -> Ti/To values -> Automatic minimum

Verificar los mismos parámetros en el servocontrolador 2

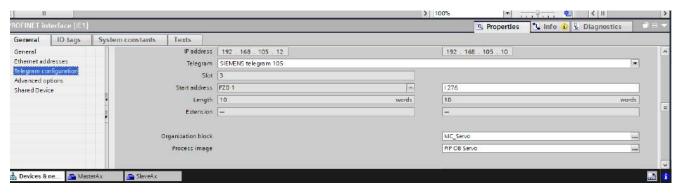


Ilustración 16 Servo_2 -> Telegram configuration -> Organization block -> MC_Sevo

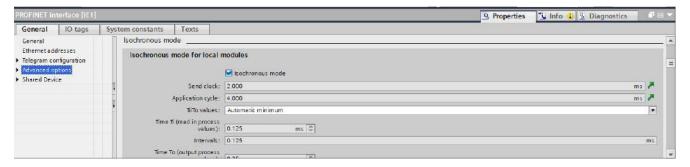


Ilustración 17 Servo_2-> Advanced options -> Ti/To values -> Automatic minimum



 Código:
 01

 Versión
 03 de marzo de 2025

Práctica 3: Coordinación de servomotores Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

Objeto tecnológico de tipo maestro y objeto tecnológico de tipo seguidor

Los objetos tecnológicos van ligados a un servocontrolador, por lo tanto, para el primer objeto, se agrega uno de tipo Posición (PositioningAxis), se renombrará como "MasterAx".

En los parámetros básicos del objeto tecnológico;

- Axis type: rotary
- Activar casilla "Enable modulo" en Modulo

En Hardware interface, pestaña drive:

Seleccionar el Servocontrolador 1

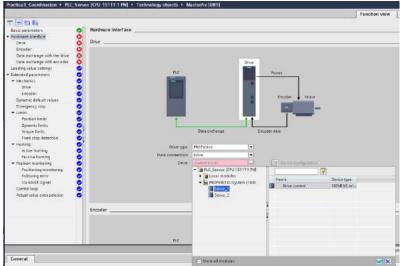


Ilustración 19 Servo_1 -> Hardware interface -> Drive -> Drive -> PLC_Servos -> PROFINET IO -> Servo_1

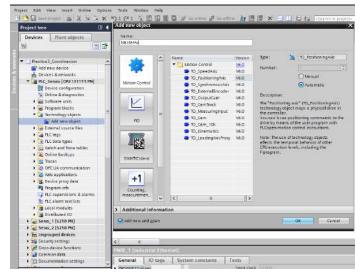


Ilustración 18 Add new object -> Motion Control -> TO_PositioningAxis
-> MasterAx

A continuación, agregar un segundo objeto tecnológico, sin embargo, en esta ocasión será del tipo síncrono; nombrarlo SlaveAx (ilustración 21).

Este eje será del tipo rotary y activar la casilla enable module.

En la pestaña de "Leading value interconections", seleccionar al eje maestro

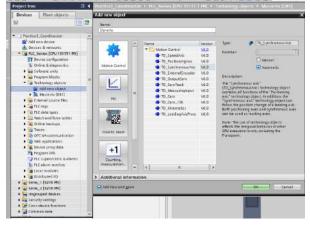
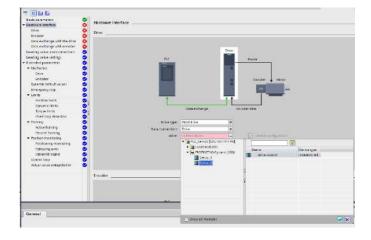


Ilustración 20 Add new object -> Motion Control -> TO_Syn -> SlaveAx



Illustración 21 Servo_1 -> Hardware interface -> Drive -> Drive -> PLC_Servos -> PROFINET IO -> Servo_2



Práctica 3:

Automatización Industrial

Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Manual de prácticas del

Facultad de Ingeniería

Laboratorio de Automatización

Industrial

Coordinación de servomotores

Practica3_Coordinacion → PLC_Servos [CPU 1511T-1 PN] → Technology objects → SlaveAx [DB2] S 🖶 🖹 00 Basic parameters Leading value interconnections Hardware interface Drive 0 0 Encoder Interconnection overview Data exchange with the drive Possible leading values Leading value source Type of connection Data exchange with encoder Leading value interconnections TO_PositioningAxis Leading value settings Extended parameters ▼ Mechanics Drive

Ilustración 22 SlaveAx -> Hardware interface -> Leading value interconnections -> MasterAx

Descarga de proyecto a cada equipo

- Asegurar estar conectado a la red PLC_Servos (cualquier banda)
- 2. Compilar el proyecto del PLC
- Verificar que no existan errores de IP para la descarga
- 4. Descarga los archivos mediante la interfaz de comunicación
- Si la ventana de certificado de confianza para conexión aparece, colocar, conectarse de todos modos
- 6. Colocar el CPU en RUN



Ilustración 23 Ventana de comunicación



Ilustración 24 Vista previa de carga



Ilustración 25 Arranque del módulo en modo ejecución

Ahora a cada servomotor



 Código:
 01

 Versión
 03 de marzo de 2025

Práctica 3:

Coordinación de servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

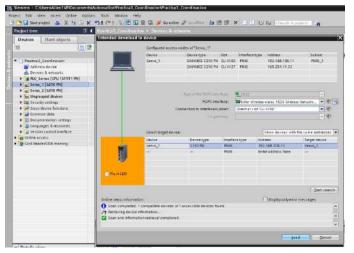
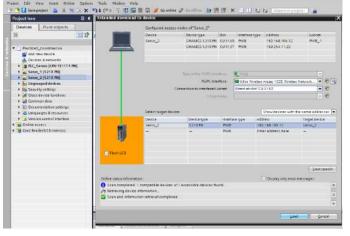


Ilustración 28 Configuración de comunicación Servo 1

Ilustración 29 Carga de archivos Servo_1



Check before loading

Status 1 Target Message Action

1 Seady for loading. Load 'Servo_2'

1 Seady for loading. Load 'Servo_2'

1 Security configura. Note the following information:

You did not a clivate UNIXC for the drive. To use the drive safely, you must implement an appropriate defense-in-depth concept. You can find more information on this in the information system for the TA Fortal in the Chapter on safety and security notes of the Readmer chapters.

Or Drive parameteriz. Note the following information:

Save the parameterization retentively after the download

Parameterization retentively

Refresh

Refresh

Cancel

Ilustración 27 Comunicación Servo_2

Ilustración 26 Carga de archivos Servo_2

No olvidar hacer el one button Tuning para cada servomotor, con ello se verifica la correcta comunicación con los servomotores

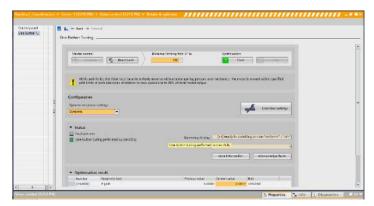


Ilustración 30 One Button Tuning Servo_1

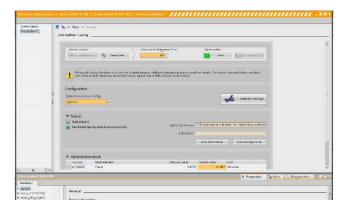


Ilustración 31 One Button Tunin Servo_2



Código:			
Versión	01		
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025		
Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización	Facultad de Ingeniería		

Industrial

Práctica 3:

Coordinación de servomotores

Una vez ejecutado y guardado el One Button Tuning en cada servocontrolador, dentro de la carpeta de objetos tecnológicos del controlador, activar el "Axis control panel" de cada servo para verificar comunicación Profinet.

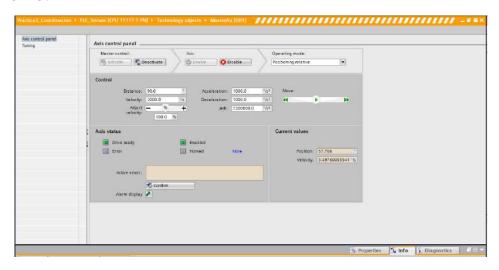


Ilustración 32 PLC (online) -> Technology objects -> MasterAx -> Axis control panel -> Enable

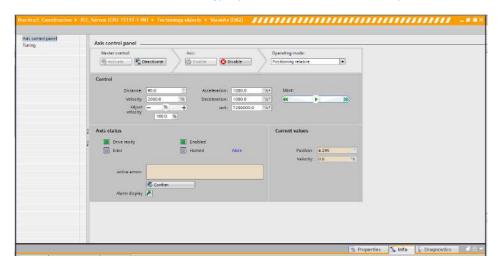


Ilustración 33 Technology objects -> SlaveAx -> Axis control panel -> Enable

Uso de librerías en TIA Portal

Para el caso específico de la librería "LAxisCtrl" (para los S7-1500 o S7-1500T), contiene bloques de funciones para el control sencillo y centralizado de las funciones básicas de control de movimiento de ejes (objetos tecnológicos), con lo cual, se permite una programación sencilla, una puesta en servicio rápida y una prueba directa de la aplicación. El bloque de datos presenta una visualización del eje a través de un bloque central, dando la libertad al programador de no familiarizarse con el código para la parametrización de los ejes. Existe disponibilidad de un módulo de función independiente para cada tipo de eje (velocidad, posicionamiento, eje síncrono, codificador externo), cuya interfaz se adapta respectivamente a las funciones disponibles del tipo de eje.



Práctica 3:

Automatización Industrial

 Código:
 01

 Versión
 03 de marzo de 2025

Coordinación de servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Fa Industrial

Facultad de Ingeniería

Para hace uso de la librería, mediante la página del fabricante, se puede buscar "LAxisCtrl" y de inmediato aparecerá las versiones disponibles de la herramienta. Es importante mencionar que la versión del controlador influirá en la elección de la librería, por lo que también se debe consultar la tabla de versiones de software disponibles para los equipos, ya que, aquí se corrobora la versión soportada para el equipo de trabajo. Para el caso del controlador S7-1500T de esta práctica, la versión que se requiere del software es la V1.2.1, sin embargo, esta versión está disponible solo para la versión V17 de TIA Portal. Sin embargo, esto no es un inconveniente, se tendrá que descargar de todos modos.

El archivo que se descarga se tiene que descomprimir y añadir manualmente desde el proyecto de TIA Portal que se está trabajando.

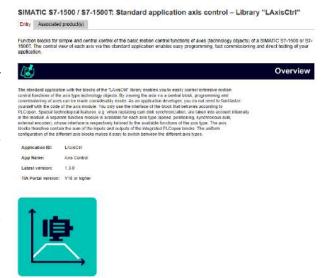


Ilustración 34 Library LAxisCtrl de Siemens



Por tanto, en TIA Portal, desde la sección derecha, Options, seleccionar la pestaña "Libraries".



Ilustración 36 Archivo de descarga

Ilustración 35 Carpeta descomprimida

101 0 10

Project library

௳௺௭₽∋֏**≘**₽,

Dpen global fibrary

Durant and Drawn

Lung Functions

100 TE

A continuación, buscar el ícono "Open global library", ilustración 39; buscar la ubicación de la librería descargada y añadirla. De inmediato TIA Portal identificará que es una versión anterior y mandará un mensaje para saber si se desea integrar el archivo y que, además, de ser así, se pude realizar una actualización (Upgrade) para poder ser compatible con el proyecto. Dar click en el botón "Upgrade" y permitir a TIA Portal modernizar el archivo.

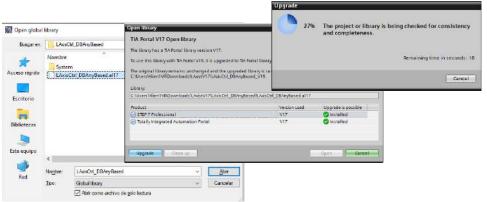




Ilustración 38 LAxisCtrl_DBAnyBased.al17 -> Abrir -> Upgrade



Código:
Versión

01

Fecha de emisión

03 de marzo de 2025

Manual de prácticas del

Práctica 3: Coordinación de servomotores

le servomotores

Laboratorio de Automatización Facultad de Ingeniería Industrial



Ilustración 40 LAxisCtrl en TIA Portal

Una vez añadida al proyecto, se puede observar varios archivos contenidos en la carpeta. Es importante identificar dos carpetas y una herramienta. La primera carpeta es LAxis Ctrl_Types; se debe añadir al árbol del proyecto en la subcarpeta PLC Data types (ilustración 43); el procedimiento es seleccionar la carpeta y arrastrar el archivo hasta donde es requerido. El procedimiento se replicará para los archivos "LAxisCtrl_Blocks" de LAxisCtrl hacía el Program blocks (ilustración 41) y la herramienta S7-1500T_AnyAxis_Block de igual manera al Program blocks (ilustración 42).

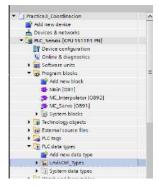


Ilustración 43 PLC data types
-> LAxisCtrl_Types

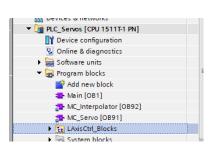


Ilustración 41 Program blocks -> LAxisCtrl_Blocks

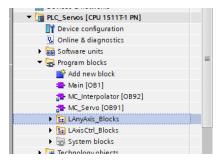


Ilustración 42 Programa blocks -> S7-1500T_LAnyAxis_Blocks (Se convierte en LAnyAxis_Blocks)

Rutina de control en Ladder

En el Main se agregará un bloque de control de la librería recién agregada; desplegar la carpeta LAxisCtrl_Blocks, añadir el Data Block (DB) al peldaño y colocar el nombre "MasterAxis_DB".

Sobre el mismo peldaño, agregar un control para el seguidor (SlaveAxis_DB).



Ilustración 44 Main -> LAxisCtrl_Axis [FB30616] -> MasterAxis_DB

Ilustración 45 Main -> LAxisCtrl_Axis [FB30616] -> SlaveAxis_DB

En el Program blocks, se agrega un nuevo DB para almacenar los parámetros de interés de cada uno de los ejes. Ver ilustración 46.



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Práctica 3:

Coordinación de servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

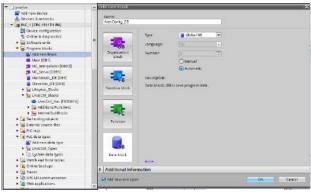


Ilustración 46 Program blocks -> Add new block -> Data Block -> AxesConfig_DB -> Ok

Dentro del DB AxesConfig_DB, se añaden variables del tipo LAxisCtrl_typeAxisConfig, tanto para el maestro (MasterAx_Config), como para el seguidor (SlaveAx_Config).

Al terminar de añadir los archivos, es importante compilar el programa, iniciando desde el AxesConfig_DB, y luego el Main, con ello evitar errores al momento de cargar el proyecto al controlador.

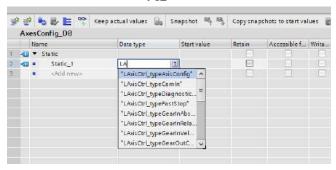


Ilustración 48 AxesConfig_DB -> Master_Config -> LAxisCtrl_typeAxisConfig

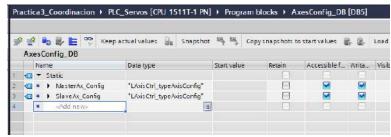
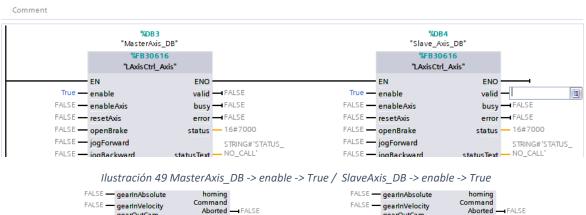


Ilustración 47 AxesConfig -> Slave_Config -> LAxisCtrl_typeAxisConfig

De nuevo en el Main, se relacionan los Data Blocks (DB) a los bloques de funciones:



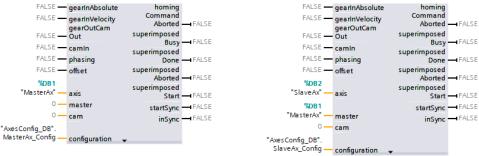


Ilustración 50 MasterAxis_DB: axis-> MasterAx, configuration -> AxesConfig_DB.MasterAx_Config / SlaveAxis_DB: axis-> SlaverAx, master -> MasterAx, configuration -> AxesConfig_DB.SlaveAx_Config



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Práctica 3:

Coordinación de servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

Una vez realizados los cambios, compilar el Main. Regresar al AxesConfig_DB; dentro del él, se encuentra MasterAx_Config y SlaveAx_Config; desplegar la pestaña de MasterAX_Config para encontrar los parámetros de:

Jog

Velocity: 100.0

moveVelocity
Velocity: 200.0
velocityChanceOnTheFly:
TRUE

A continuación, desplegar la pestaña de SlaveAX_Config para encontrar los parámetros de:

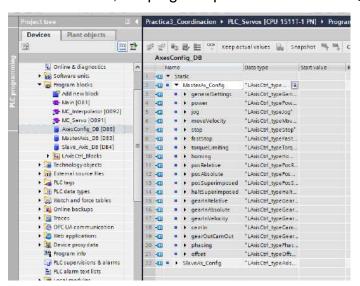


Ilustración 52 Program blocks -> AxesConfig_DB

Jog

Velocity: 100.0

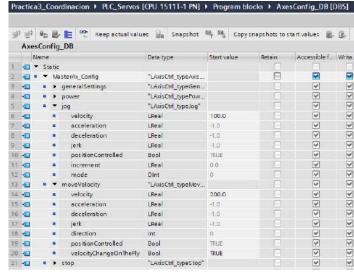
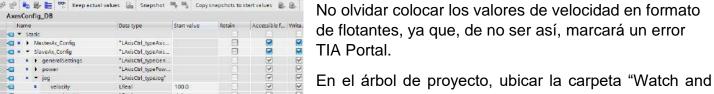


Ilustración 51 MasterAx_Config

moveVelocity
Velocity: 200.0
velocityChanceOnTheFly:
TRUE



En el arbol de proyecto, ubicar la carpeta "Watch and force tables"; agregar una nueva tabla de monitoreo y agregar los siguientes parámetros para monitorear:

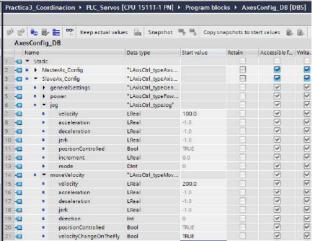


Ilustración 53 SlaveAx_Config



Código 01 Versión Fecha de emisión 03 de marzo de 2025 Manual de prácticas del

Facultad de Ingeniería

Coordir	ación	de	serv	omo	tores

000	
▼ 🛅 PLC_Servos [CPU 1511T-1 PN]	
Provice configuration	
Q Online & diagnostics	
▶ 🙀 Software units	
▶ 🔂 Program blocks	
▶ ☐ Technology objects	
▶ 📵 External source files	
▶ 🛺 PLC tags	
▶ 🔃 PLC data types	
▼ 词 Watch and force tables	
峰 Add new watch table	
Force table	l
سل Watch table_1	

Práctica 3:

Ilustración 54 PLC Servos -> Watch and force tables -> Add new watch table (doble click) -> Watch table 1

- MasterAxis_DB. enableAxis
- MasterAxis DB.jogForward
- MasterAxis_DB.moveVelocity
- SlaveAxis DB.enableAxis
- SlaveAxis_DB.jogForward
- Slave DB.moveVelocity
- AxesConfig DB.MasterAx Config.moveVelocity.velocity

Laboratorio de Automatización

Industrial

- AxesConfig DB.MasterAx Config.jog.velocity
- AxesConfig DB.SlaveAx Config.moveVelocity.velocity
- AxesConfig_DB.SlaveAx_Config.jog.velocity



Ilustración 55 Valores a monitorear en el Watch table_1

En el árbol del proyecto, buscar la carpeta "Trace" y crear uno nuevo. La ventana principal cambiará, "Configuration", continuación en la pestaña en la opción de "Signals" agregar "MasterAx".ActualPosition y "SlaveAx".ActualPosition.

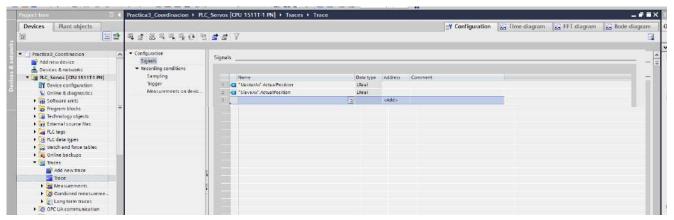


Ilustración 56 PLC Servos -> Traces -> Add new trace (doble click) -> Trace

En la opción de "Recording conditions", marcar la casilla "Use max. Recording duration" y la pestaña trigger, cambiar el Trigger mode a "Record inmmediately"



Práctica 3:

Automatización Industrial

Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Coordinación de servomotores

recha de emisión	
Manual de prácticas del	
Laboratorio de Automatización	
Industrial	

Facultad de Ingeniería

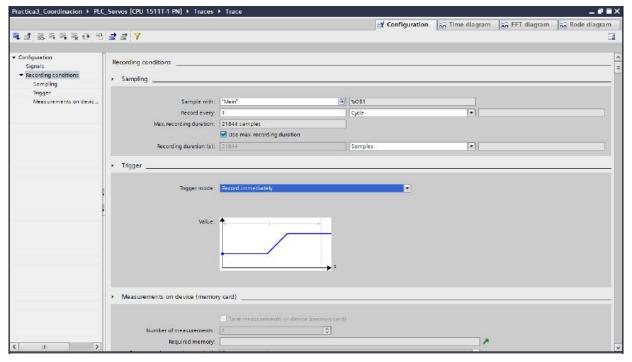


Ilustración 57 Configuration -> Recording conditions -> Sampling -> Use max. recording duration (marcar la casilla) / Trigger mode -> Record inmediately

Compilar el programa y posteriormente, pulsar el botón de carga a dispositivo desde el Trace.

Tanto los servomotores como el PLC deben ser colocados en línea para tener un monitoreo en tiempo real y poder realizar el gráfico correspondiente.

Con el sistema online, ir a la pestaña de Watch table_1; forzar los valores para activar a los servomotores en el siguiente orden:

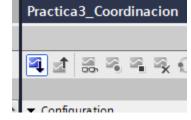


Ilustración 58 Descarga al dispositivo

- 1. MasterAxis DB. enableAxis
- SlaveAxis DB.enableAxis
- 3. MasterAxis_DB.jogForward / MasterAxis_DB.moveVelocity (No ambos a la vez)
- 4. SlaveAxis_DB.jogForward / Slave_DB.moveVelocity (No ambos a la vez)

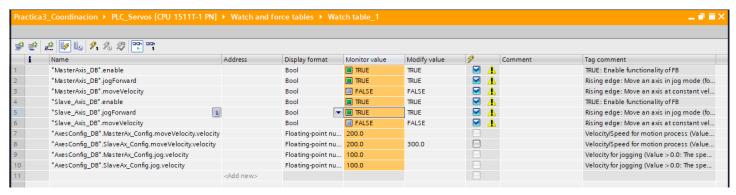


Ilustración 59 Watch table 1 -> Activar monitoreo -> Forzar valores



Código:
Versión

O1

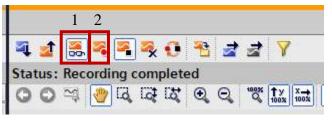
Fecha de emisión

O3 de marzo de 2025

Manual de prácticas del
Laboratorio de Automatización

Facultad de Ingeniería

Práctica 3: Coordinación de servomotores



Regresando a la pestaña de "Trace", activar el monitoreo y comenzar a grabar para observar el comportamiento del equipo. El trace comenzará a generarse y se generará un histórico del evento.

Industrial

Ilustración 60 Trace -> Monitoring -> Start record

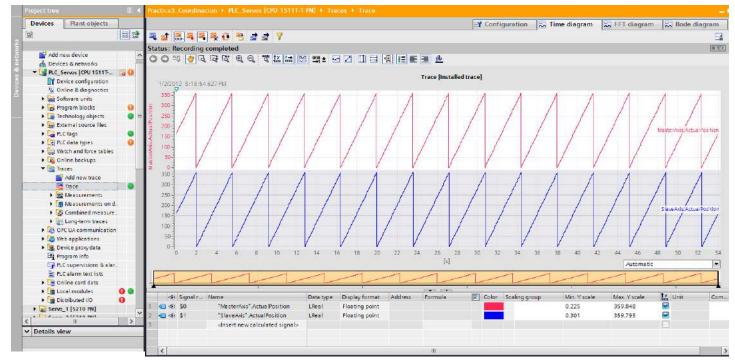


Ilustración 61 Sincronización de servomotor 1 y 2

Entregables de la práctica

- 1. Captura de pantalla del monitoreo en TIA Portal
- 2. Captura del gráfico realizado mediante la función Trace

VI. Cuestionario

1.	respuesta)	J



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Manual do prácticos del

Práctica 3: Coordinación de servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

	il es la ventaja de utilizar una lit			
VII. A	ctividad de investig	ación		
Investig	ue la funcionalidad de los Data	Blocks en TIA Po	ortal	
VIII.	Conclusiones y obs	servaciones	S.	

Referencias

- Angulo, S., & Ding, B. (2015). Multi-axis synchronization control of servo systems. Control Engineering Practice, 34, 110-117. https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2014.09.013
- Frías, J., & González, J. (2014). Automatización y control industrial. Alfaomega.
- Kuhnert, K., & Albu-Schäffer, A. (2012). Coordinated control of redundant multiaxis systems: An industrial approach. *Journal of Automation and Control Engineering*, 3 (4), 215-222.
- Montilla, J. L. (2016). Control de sistemas de automatización industrial. Paraninfo.
- Serrano, J. A., & Martínez, L. (2016). Robótica industrial y automatización: Control y sincronización de sistemas. Editorial Marcombo.



DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL ACADEMIA DE AUTOMATIZACIÓN



AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (0572)

Práctica 4: Sincronización de Servomotores

Rúbrica de evaluación

CONCEPTOS, RUBROS O			NO ACEPTABLE (0 PUNTOS) No demuestra entendimiento del
ASPECTOS A EVALUAR	Completo entendimiento del problema, realiza la actividad cumpliendo todos los requerimientos.	Bajo entendimiento del problema, realiza la actividad cumpliendo algunos de los requerimientos.	Problema o de la actividad.
Seguridad en la ejecución de la actividad	Identifica correctamente los peligros y fuentes de energía, minimiza los riesgos aplicando las medidas de control, realiza la verificación y firma con su nombre.	Identifica parcialmente los peligros, sin aplicar todas las medidas de control.	No aplica ninguna medida de control, no verifica y no firma.
2. Ejecución de la práctica	Muestra un entendimiento completo durante el desarrollo de las actividades, la práctica cumple con todos los requerimientos	Muestra un entendimiento moderado durante el desarrollo de las actividades, la práctica no cumple con todos los requisitos	No demuestra entendimiento de las actividades, la práctica no cumple con los requisitos.
Ortografía y actividades de investigación	Utiliza correctamente las reglas de ortografía, cuida la legibilidad en la escritura y realiza las actividades de investigación correctamente apoyados en la literatura citada.	Presenta algunos errores ortográficos, ocasionalmente descuida la forma en que escribe y realiza las actividades de investigación inadecuadamente	Comete continuamente errores de ortografía, descuida la legibilidad en sus respuestas y no realiza las actividades de investigación
4. Cuestionario	Responde las preguntas correctamente tomando en cuenta la información proporcionada en el fundamento teórico.	Responde parcialmente las preguntas o las respuestas no son precisas.	No responde el cuestionario
5. Conclusiones y observaciones	Reflexiona sobre las actividades, demuestra pensamiento crítico en el desarrollo de la práctica y aporta con recomendaciones sobre las actividades.	Las conclusiones generadas son únicamente un recuento de lo realizado en la práctica sin generar ninguna observación.	No genera conclusiones y observaciones.



	Código:	
Automatización Industrial	Versión	01
Automatización muustriai		
	Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Práctica 4: Sincronización de servomotores	Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización	Facultad de Ingeniería

I. Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente de energía		Riesgo asociado		Medidas de control	Verificación
1^{ro}	Voltaje alterno	4 ∼ 220 V	Electrocución	4	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
2 ^{do}	Voltaje alterno	4 ∼ 127 V	Electrocución	A	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
3^{ro}	Voltaje continuo	24 V	Daño a equipo	\triangle	Verificar polaridad y nivel antes de realizar la conexión del equipo o dispositivo	
			Apellidos y no	mbres:		

II. Objetivos de aprendizaje

Objetivo general: Sincronizar dos servomotores para el seguimiento de una trayectoria.

Objetivos específicos:

- Configurar un proyecto en TIA Portal con dos servomotores y un controlador para generar una plataforma de monitoreo
- Realizar la configuración de maestro seguidor con dos servomotores
- Configurar y controlar la sincronización de dos servomotores utilizando TIA Portal y la herramienta Startdrive
- Realizar la sincronización de movimiento con desface de distancia
- Realizar la sincronización de movimiento con relación 2 a 1

III. Material y equipo



Ilustración 1 Computadora



Ilustración 2 Controlador Siemens S7-1500T



Ilustración 3 Servocontrolador Sinamics S210



Ilustración 4 Servomotor Simotics S-1FK2



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Sincronización de servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Facultad de Ingeniería Industrial

IV. Introducción

Práctica 4:

En la automatización industrial, la sincronización precisa de servomotores es crucial para aplicaciones que requieren movimientos coordinados y exactos. Esto es especialmente importante en procesos de manufactura avanzados, donde varias partes de una máquina deben trabajar en armonía para lograr una producción eficiente y precisa. Por ejemplo, en la industria textil, la sincronización de servomotores es esencial para el correcto funcionamiento de los telares automáticos. En la industria del embalaje, la



Ilustración 6 Controlador Siemens SINAMICS S120 y servomotor.

sincronización de servomotores permite que las cintas transportadoras y los brazos robóticos trabajen juntos para empaquetar productos de manera rápida y eficiente. Para lograr esta sincronización, se utilizan sistemas de control avanzados, incluyendo controladores PID multieje y sistemas de retroalimentación con sensores como encoders. Estos mecanismos permiten ajustar en tiempo real la posición y velocidad de cada servomotor, garantizando que todos los ejes se muevan en perfecta



Ilustración 5 Protocolo de comunicación PROFINET

sincronización. Además, algoritmos de interpolación o en su defecto, librerías propias de los fabricantes, distribuyen los movimientos entre los motores, lo que es crucial en aplicaciones como el corte de materiales en máquinas CNC. PROFINET es un protocolo de comunicación creada por Siemens que conecta el controlador S7-1500, y en general cualquier controlador de Siemens, con otros dispositivos en una red industrial.

En este contexto, es clave para que los servomotores se muevan al mismo ritmo y sin interrupciones, incluso si hay problemas de conexión, tanto PROFINET, como los controladores, ejecutan un modo seguro de trabajo, mandando mensajes de alerta para atender el inconveniente. PROFINET permite que los dispositivos "hablen" entre sí en tiempo real, lo que significa que cada ajuste o cambio se realice al instante. Además, permite crear redes resistentes (redundantes), lo cual es esencial para que la producción no se detenga si hay fallos en la red. El uso de PROFINET permite sincronización de servomotores, además de múltiples elementos de trabajo (que soporten o integren el protocolo), sin perder la coordinación entre ellos mismos. Esto es ideal para tareas que requieren mucha precision, además de que permite operar con mínimas interrupciones cuando el sistema esta en marcha.



Código 01 Versión 03 de marzo de 2025 Fecha de emisión

Práctica 4:

Sincronización de servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

Desarrollo de la actividad

Creación de nuevo proyecto en TIA Portal V19 y selección de equipos de trabajo

- 1. Abrir un nuevo proyecto con TIA Portal V19 y utilizar la herramienta "Detect" para agregar un controlador S7-1500
- 2. Colocar en el controlador las siguientes características:
 - a. Nombre del PLC: PLC Servos
 - b. Verificación de IP: 192.168.105.10
 - c. Desactivar la casilla "Protect confidential PLC configuration data"
 - d. Seleccionar la casilla "Full Access (no protection)"
- 3. Agregar dos servocontroladores al proyecto, en cada uno:
 - a. Nombre: Servo_1
 - IP: b. Asignación de 192.168.105.11
 - c. Protection & security: desactivar User management & access control (UMAC) for the drive; desactivar: "Encrypt sensitive drive data"
 - d. Harwdare settings colocar alimentación a 220 V
 - e. Añadir un servomotor

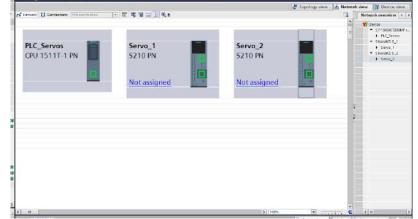


Ilustración 7 Visualización desde Network view

- 1FK2104-4AK1 terminación x-xMxx (Utilizar el filtro de búsqueda para añadir el motor)
- f. Nombre: Servo 2
- g. Asignación de IP: 192.168.105.12
- h. Protection & security; desactivar User management & access control (UMAC) for the drive; desactivar: "Encrypt sensitive drive data"
- Harwdare settings colocar alimentación a 220 V
- j. Añadir un servomotor 1FK2104-4AK1 terminación x-xMxx (Utilizar el filtro de búsqueda para añadir el motor)

Configuración de comunicación

- 1. Desde la vista de redes, generar la conexión Profinet entre los equipos
- 2. Verificar que los puertos X127 de los servocontroladores se encuentre en la misma dirección IP (dirección debe ser 169.254.11.22), de no ser correcta, cambiarla en las propiedades de cada elemento.
- 3. Realizar la conexión de la comunicación IRT desde la vista topológica
- 4. En la vista de redes, dar click en el nodo de conexión del PLC y configurar:
 - a. IO communication: a 2.000 [ms]



Versión 01

Fecha de emisión

Código

03 de marzo de 2025

Sincronización de servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

b. Synchronization: Sync master

Práctica 4:

- Para el servocontrolador 1, dando click sobre el nodo de conexión, vista de redes:
 - a. Verificar que se haya creado el bloque de datos para almacenar la información del servocontrolador. Telegram configuration -> Organization block -> MC_Servo
 - b. En "Advanced options", cambiar a "Automatic mínimum"

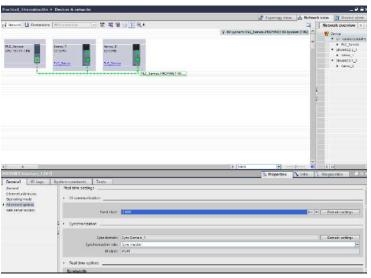


Ilustración 8 PLC_Servos -> General -> Advanced options -> IO communication -> Send clock: 2.000 / Synchronization -> Sync master

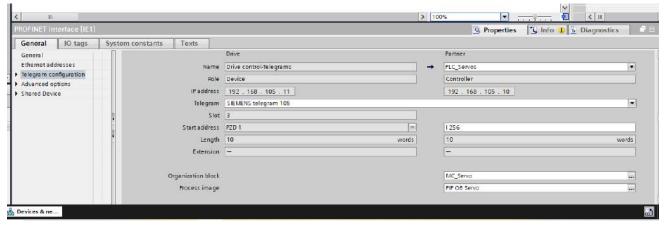


Ilustración 9 Servo 1 -> General -> Telegram configuration -> Organization block -> MC Servos

- 6. Para el servocontrolador 2, dando click sobre el nodo de conexión, vista de redes:
 - a. Verificar que se haya creado el bloque de datos para almacenar la información del servocontrolador. Telegram configuration -> Organization block -> MC_Servo
 - b. En "Advanced options", cambiar a "Automatic mínimum"

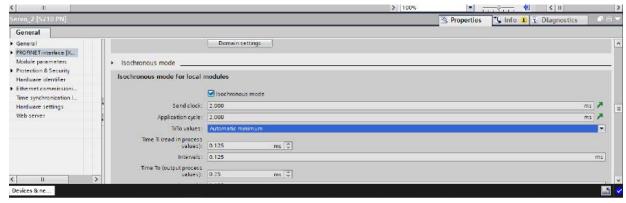


Ilustración 10 Servo 2 -> General -> PROFINET interface [XP1] ->Isochronous mode -> Ti/To values: -> Automatic minimum



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Práctica 4: Sincronización de servomotores Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

Objeto tecnológico de tipo maestro y objeto tecnológico de tipo seguidor

Al igual que en la práctica 3, se añadirán dos objetos tecnológicos, el primero de posición (PositioningAxis), se renombrará como "MasterAx".

En los parámetros básicos del objeto tecnológico;

- a. Axis type: rotary
- b. Activar casilla "Enable modulo" en Modulo

En el drive de comunicación:

a. Seleccionar el Servocontrolador 1

A continuación, agregar un segundo objeto tecnológico al PLC, sin embargo, en esta ocasión será del tipo síncrono; nombrarlo SlaveAx.

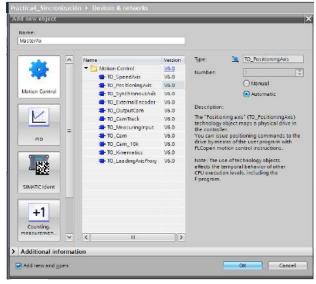


Ilustración 11 Add new object -> Motion Control -> TO PositioningAxis -> MAsterAx -> Ok

Este eje será del tipo rotary y activar la casilla "Enable module".

En la pestaña de "Leading value interconections", agregar al eje maestro.

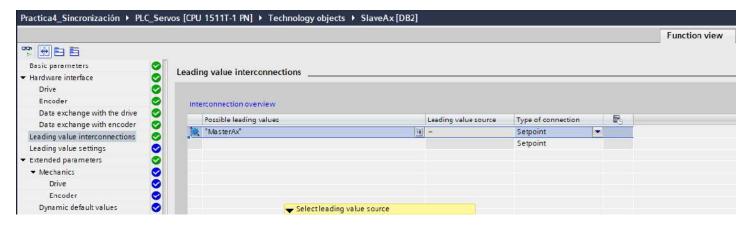


Ilustración 12 SlaveAx -> Leading value interconnections -> Possible leading values -> MasterAx

Descarga de proyecto a los equipos

- 1. Asegurar estar conectado a la red PLC_Servos (cualquier banda)
- 2. Compilar el proyecto del PLC
- 3. Verificar que no existan errores de IP para la descarga
- 4. Descarga los archivos mediante la interfaz de comunicación
- 5. Si la ventana de certificado de confianza para la conexión aparece, colocar, conectarse de todos modos
- Colocar el CPU en RUN
- 7. Cargar los archivos de configuración a cada servocontrolador



Práctica 4:

Automatización Industrial

Código 01 Versión 03 de marzo de 2025

Fecha de emisión

Industrial

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización

Facultad de Ingeniería

Sincronización de servomotores



Ilustración 14 Load preview del PLC

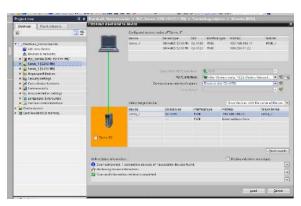


Ilustración 13 Extended download to device de Servo_1

verifica

servomotores

la

correcta

con

No olvidar hacer el one button Tuning para cada

servocontroladores, además de optimizar los motores

se

ello

los

con

para su uso en TIA Portal.

de

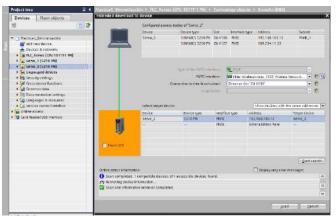


Ilustración 15 Extended download to device de Servo_2

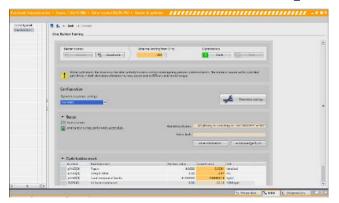


Ilustración 16 One Button Tuning Servo 1

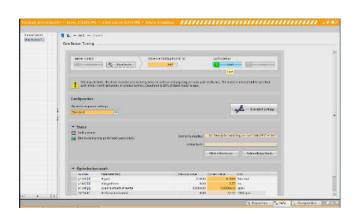


Ilustración 17 One Button Tuning Servo_2

Una vez ejecutado y guardado el One Button Tuning en cada servocontrolador, dentro de la carpeta de objetos tecnológicos del controlador, hacer uso de la opción "Commissioning", para activar el "Axis control panel" de cada objeto tecnológico para verificar la comunicación Profinet.

servomotor,

comunicación



Práctica 4:

Automatización Industrial

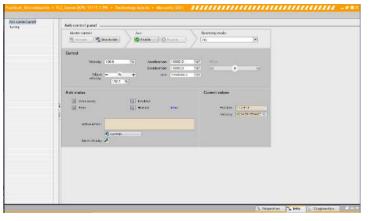
Código:
Versión
01

Fecha de emisión
03 de marzo de 2025

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

Sincronización de servomotores



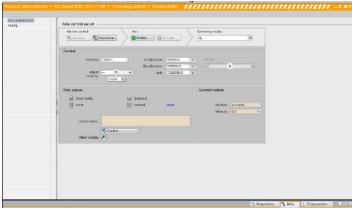


Ilustración 19 MasterAx -> Axis control panel

Ilustración 18 SlaveAx -> Axis control panel

LAxisCtrl Library

Agregar la librería LAxisCtrl para tener acceso a las funciones de control.

De ser necesario, hacer el "Upgrade" del archivo.

Recordar agregar las siguientes funciones al árbol del proyecto:

LAxisCtrl
LAxis Ctrl_Types ->
LAxisCtrl_Blocks->
S7-1500T_LAnyAxis_Blocks->

Project tree
Programa blocks
PLC data types

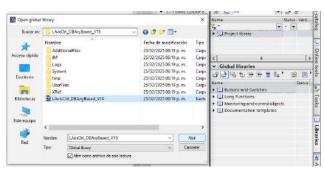


Ilustración 20 Libraries -> Open global library -> LAxisCtrl DBAnyBased V19

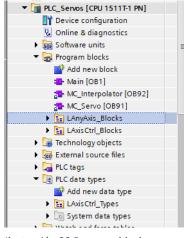


Ilustración 23 Program blocks -> LAxisCtrl_Blocks -> LAxisCtrl_Axis

En el Main se agregará un bloque de control de la librería recién agregada; desplegar la carpeta LAxisCtrl_Blocks y añadir el DB al peldaño y colocar el nombre "MasterAxis_DB".

Contiguo al MasterAxis_DB, colocar al Slave, "SlaveAxis_DB".



Ilustración 22 DB -> MasterAxis_DB



Ilustración 21 DB -> SlaveAxis_DB

Crear un nuevo DB en el Program blocks para almacenar los parámetros de interés.



Código:
Versión
01

Fecha de emisión
03 de marzo de 2025

Práctica 4:

Sincronización de servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

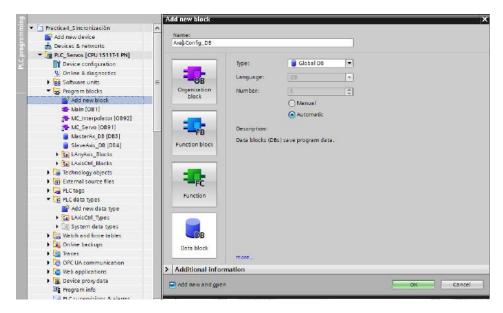


Ilustración 24 Program blocks -> Add new block -> DB -> AxesConfig DB

En este nuevo DB, añadir dos variables del tipo de dato "LAxisCtrl_typeAxisConfig"; MasterAx_Config y SlaveAx_Config.

Relacionar, en el Main, las variables que se muestran en a continuación en los bloques de MasterAx_DB y SlaveAx_DB.



Ilustración 25 MasterAx_Config / SlaveAx Config

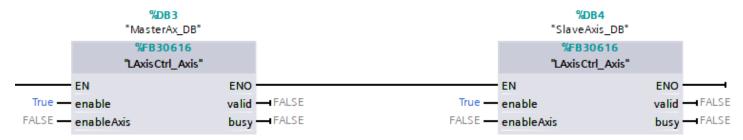


Ilustración 26 MasterAx DB -> True : enable / SlaveAx DB -> True : enable

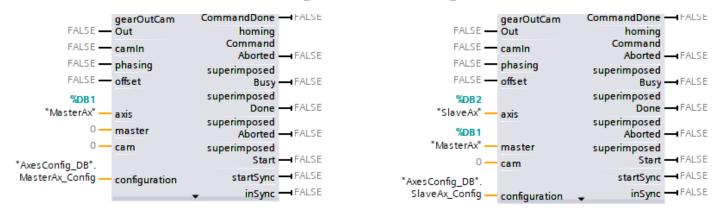


Ilustración 27 MasterAx_DB -> MasterAx: axis; AxesConfig_DB.MasterAx_Config: configuration / SlaveAx_DB -> SlaveAx: axis; MasterAx: master;

AxesConfig_DB.SlaveAx_Config: configuration



Práctica 4:

Automatización Industrial

Código:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025

Sincronización de servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Facultad de Ingeniería Industrial

Regresar al DB AxesConfig_DB y colocar los siguientes valores:

Master: Slave:

Velocity: 250.0

Velocity: 250.0 VelocityChanceOnTheFly: moveVelocity: moveVelocity: VelocityChanceOnTheFly: TRUE TRUE

_		-	_					
Ax	es(Con	fig	LDB				
	Na	me			Data type	Start value	Retain	,
4	•	Sta	atic					
4	•	•	Ma	sterAx_Config	"LAxis Ctrl_type Axis			
4			٠	generalSettings	"LAxisCtrl_typeGen			
4			٠	power	"LAxis Ctrl_typePow			
4			٠	jog	"LAxis Ctrl_typeJog"			
4			•	moveVelocity	"LAxis Ctrl_type Mov			
4				velocity	LReal	250.0		
4				acceleration	LReal	-1.0		
4				deceleration	LReal	-1.0		
1				jerk	LReal	-1.0		
4				direction	Int	0		
•				positionControlled	Bool	TRUE		
4			•	velocityChangeOnThe	Bool	TRUE		
		N8 ▼ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	Name → Str → □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □	Name	Static Static Specifies Specif	Name Data type Static Static Static Name Static Nam	Name	Name

Ilustración 28 MasterAx_Config -> Velocity: 250.0 / VelocityChangeOnTheFly: True

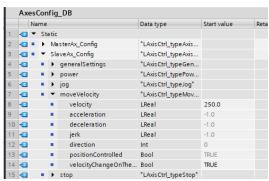


Ilustración 29 SlaveAx_Config -> Velocity: 250.0 / VelocityChangeOnTheFly: True

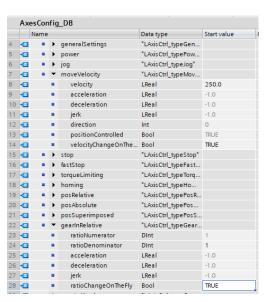


Ilustración 30 SlaveAx_Config -> GearInRelative

Sin salir de la variable SlaveAx_Config, modificar los siguientes parámetros:

- GearInRelative: RatioDenominator 1; RatioChangeOnTheFly -> True
- GearInAbsolute: RatioDenominator -> 1; MasterStartDistance
- -> 10.0; RatioChangeOnTheFly -> True

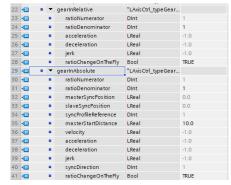


Ilustración 31 SlaveAx_Config -> GearInAbsolute

En el Watch table agregar (ilustración 32):

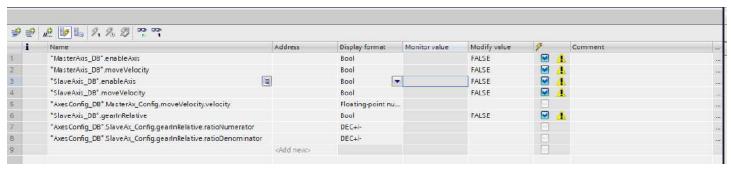


Ilustración 32 Parámetros de monitoreo



Código:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización	Facultad de Ingeniería

Industrial

Práctica 4: Sincronización de servomotores

A continuación, agregar un nuevo trace y configurarlo como en las ilustraciones 33 y 34:

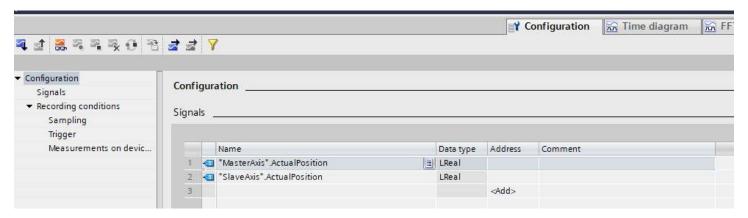


Ilustración 33 Configuration -> Signals -> MasterAxis.ActualPosition / SlaveAxis.ActualPosition

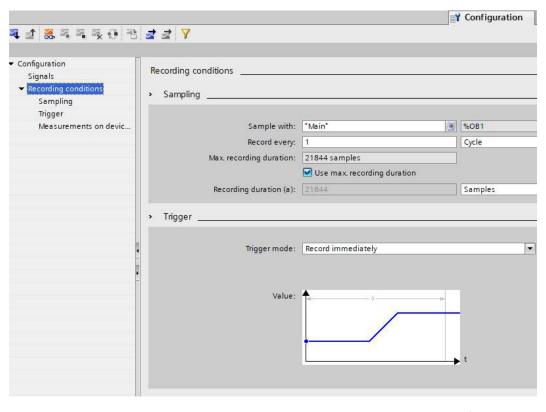


Ilustración 34 Configuration -> Recording conditions -> Sampling -> (marcar casilla) Use max. recording duration / Trigger -> Trigger mode: Record immediately

Actividad 1: Retardo y sincronización de operación

Compilar nuevamente el proyecto del PLC, descargar los archivos al controlador, ir a modo Online y colocar los valores del Watch table en el siguiente orden:

- 1. MasterAxis_DB.enableAxis
- 2. SlaveAxis_DB.enableAxis
- 3. MasterAxis DB.moveVelocity
- 4. SlaveAxis_DB.moveVelocity



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Práctica 4: Sincronización de servomotores Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

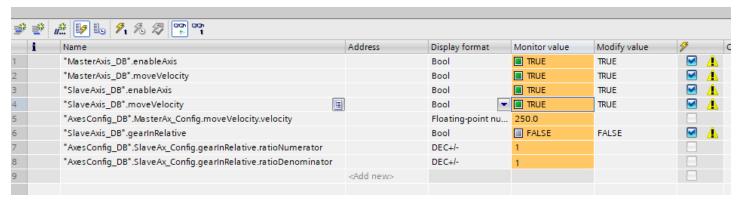


Ilustración 35 Watch table -> Activar monitoreo -> forzar valores a "TRUE"

Comenzar a graficar.

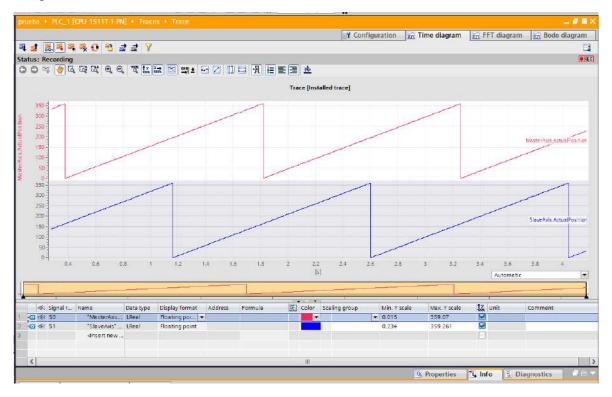


Ilustración 36 Activar monitoreo -> Start record

La gráfica muestra el desplazamiento de los ejes en tiempo real, y, a diferencia de la práctica 3, se puede observar que el eje seguidor presenta un desface de 10 unidades. De forma física, al activar ambos ejes de forma simultánea, el eje maestro iniciará su carrera y al tener un desplazamiento de 10 unidades, el eje seguidor comenzará a operar.

Este tipo de configuración es útil cuando en una cadena de abastecimiento se necesita despejar el material que se haya quedado rezagado por lo que incluso se puede retrasar hasta una rotación completa el arranque del otro equipo.



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Práctica 4:

Sincronización de servomotores

Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

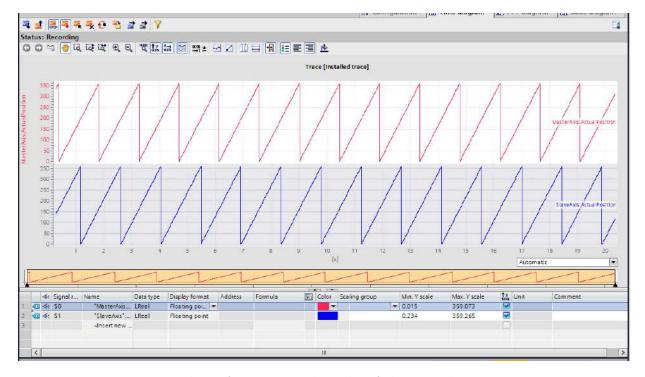


Ilustración 37 Monitoreo de ejes después de 20 segundos

Actividad 2: Operación 2 a 1

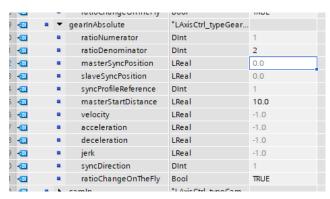


Ilustración 38 SlaveAx_Config -> GearlnAbsolute -> RatioDenominator: 2

Se puede realizar las siguientes operaciones en modo "Online" o en modo "Offline"; generalmente, se recomienda hacerlo en modo "Offline", ya que, si los ejes tienen carga, pueden dañar a los elementos mecánicos. Sin embargo, al tratarse de un ejemplo en vacío, se hará en modo "Online".

Desde el AxisConfig_DB, ubicar el SlaveAx_Config. En la opción GearlnAbsolute, colocar el valor de "2" en RatioDenominator; Verificar que RatioChangeOnTheFly este en TRUE.

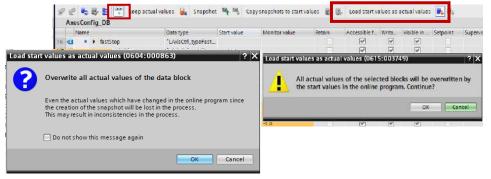


Ilustración 39 Protección de sobreescritura

Activar el de nuevo el monitoreo del DB (si se desactivo) y dar click en la opción "Load start values as actual values", aparecerá una advertencia de sobreescritura y nuevamente una confirmación de sobreescritura, en ambas dar click en el botón "Ok".



Código:
Versión 01

Fecha de emisión 03 de marzo de 2025

Manual de prácticas del

Práctica 4: Sincronización de servomotores

Laboratorio de Automatización Facultad de Ingeniería Industrial

En caso de irse a "Offline" de parar el sistema, poner nuevamente todo en "Online" y activar los monitoreos de la Watch table y del Trace. Para arrancar el sistema se deben seguir el orden de los pasos que en la actividad 1 se mencionan. Si todo se hizo en modo "Online" se observa que el servomotor seguidor aumenta su velocidad.

Realizar el monitoreo de datos con el Trace.

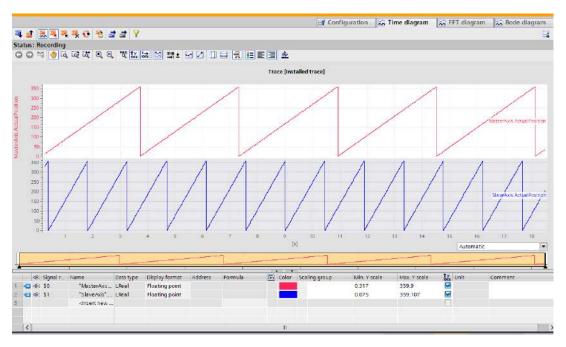


Ilustración 40 Activar monitoreo -> Start Record

El sistema ahora tiene una sincronización angular 2 a 1, esto puede permitir que, si se le acoplan engranes al eje, en el maestro se tenga una mayor cantidad de torque y en el seguidor una velocidad que alivie los sobreesfuerzos mecánicos. Muy útil en el transporte de material en minas.

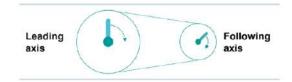


Ilustración 41 Eje maestro y eje seguidor

Entregables de la práctica

- 1. Captura de pantalla del monitoreo en TIA Portal.
- 2. Captura del diagrama realizado en la actividad 1 mediante la herramienta Trace.
- 3. Captura del diagrama realizado en la actividad 2 mediante la herramienta Trace.



Código: Versión 01 03 de marzo de 2025 Fecha de emisión

Práctica 4:

Manual de prácticas del Sincronización de servomotores Laboratorio de Automatización Industrial

Facultad de Ingeniería

V. Cuestionario

1. ¿Qué es el protocolo PROFINET?
2. ¿Cuál es la funcionalidad del software Startdrive?
VI. Actividad de investigación
Investigue los protocolos de comunicación Ethernet I.P. y Modbus
VII. Conclusiones y observaciones.

Referencias

- Angulo, S., & Ding, B. (2015). Multi-axis synchronization control of servo systems. Control Engineering Practice, 34, 110-117. https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2014.09.013
- Qu, Z., & Wang, H. (2014). Robust coordinated motion control for multi-axis servo systems. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 22 (5), 1728-1735. https://doi.org/10.1109/TCST.2013.2296165
- García, F. J. (2017). Sistemas de control automático (3.a ed.). Marcombo.