NGENIERIA	Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial	Código Versión Fecha de emisión	01 03 de marzo de 2025
	Academia de Automatización	División de Ingeniería Mecánica E Industrial	Facultad de Ingeniería



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

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.
1. 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.



Codigo:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial	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	A	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		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



Ilustración 1 Computadora



Ilustración 2 Controlador Siemens S7-1500T



Ilustración 3 Servocontrolador Sinamics S210



Ilustración 4 Servomotor Simotics S-1FK2

		Código:	
	Automotización Inductrial	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

IV. Introducción

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.

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.



llustración 5 CPU 1511T-1 PN



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

Desarrollo de la actividad V.

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

me: 20231



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 0 -0

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.



Ilustración 6 TIA Portal V19



NORMAL REAL		Código:	
	Automatización Industrial	Versión	01
	Automatización industrial		
		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

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



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)

PLC_1 [CPU 1511T-1 PN]							Canami 10 tans	Eur	toos courte etc	Tauta	
General 10 tags	5yste	Access control					General PROFINET interface [X1]	^	General	TEALS	
System and clock memory SiMATIC Nemory Card System diagnostics PLC alarms Web server		Select the access level for the PLC	a*.				Startup Cycle Communication load System and clock memory SIMATIC Memory Card		Project informati	on	05
Display	1	Access level	1	Access		Access per	System diagnostics	Ξ.		Comment:	
Multilingual support	E.		HM	Read	Write	Password	FLC alarms			(387) (177) (177) (177)	
Time of day	= 2	 Full access (no protection) 	1	1	1	-	 Disolav 	Ē			
Protection & Security		O Read access	~	~			Multilingual support				
System nower supply		O HMI access	~				Time of doy			Rack: 0	Comment
Advanced configuration		No access (complete protection))				Protection & Security OPC UA			Slot: 1	
Overview of addresses							System power supply		Catalog informat	ion	
Runtime licenses	~						Advanced configuration	V	1		

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).

MOENIERIA COMPANY	Automatización Industrial	Código: Versión	01	
	Automatización industrial	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	



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).

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

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.



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.



llustración 17 Módulo de salidas digitales (DQ)

llustración 16 Módulo de entradas y salidas analógicas (Al/AQ)



Ilustración 18 Vista general de los slots del PLC

		Código:	01	
	Automatización Industrial	Version	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	

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



Ilustración 21 General -> Project information -> Name

S210 [S210 PN]	💁 Properties 🐴 Info 🖞 Diagnostics 🖃	
General		
▶ General	User Management & Access Control	_ ^
PROFINET interface [X150]	User Management & Access Control (UMAC) for the drive	
Module parameters	User management a Access control (UMAC) for the arree	
Protection & Security	Activate UMAC for the drive	
Ethernet commissioni		
Time synchronization / Ti	Number of activated users with the right "Manage users and roles": 0	
Hardware settings		
Web server	*Anonymous* user activated	
	The "Anonymous" user is allowed to read data and acknowledge errors via all interfaces.	
	The "Anonymous" user is allowed to write at least some data via all interfaces.	
	The "Anonymous" user is allowed to read and write data via the fieldbus (when writing, changes to functional safety and user and role management are	
<	excluded).	*





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.



INGENIERIA	Automatización Industrial	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



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

	ology vie De a	w Matsucrit view Vice overview 	Set T.
Image: service (100 tops) Im	Der	VICE overview VICE overview VICE control Serve_1 Serve_1 Serve_1 Kessuing system_1 Messuing system_1	Set 1. Si 1 0 0
see al 10 taps System constants Texts General 10 taps System constants Texts General 10 taps System constants Texts Motor - selection - 1Fk2	▲	 Module Dine control Serie 1" Module (Control Serie 2" Module (Control Measuring system_1 	Stet 1. St. D
Image: System constant Texts General O Tags System constants Texts General Motor - solection - TFK2		C Dire control Sener_1 Metor_1 Fenceder evaluation_1 Messuring system_1	51 0 0
		Sons_1 Kots_1 Kots_1 Encoder evaluation_1 Messuing system_1	5 0 0
Image: System constants Texts General Of lags Motor - selection - 1FR2		Actor_1 + Encoder evaluation_1 Messuring system_1	0
Image: System constants Texts Motor - selection - 1FX2 Motor - selection - 1FX2		 Encoder evaluation_1 Messuring system_1 	0
Image: System constants Texts More - selection - 1FX2 More - selection - 1FX2		Meesuring system_1	0
I 2 100% (mitrod) I 10 togs System constants Texts Receil Motor - selection - 1FK2 Receil Motor - selection - 1FK2 Receil Motor - selection - 1FK2	1 (A)		
B Control Contro Control Control Control Control Control			
an (prive centrol) (2 1.00 (
Interest I to tags System constants Texts Interest Motor - selection - 1FK2	and inc	The second secon	TT-R
Constant Second Constants Less	perues	The man of the biagnosters	
Actor Stelection - 100			1
In the second se			
Measuring system_1 [ENC] desc persmetendebulk: (#)			
Coloring tablements. Residence Secondary Builderbeite			
Althouse and an althouse and an althouse and			100
The second secon	100		
C Internet-Antonia Jack Jack Control (March 1997) Control (March 1997) Statistical March 1997 Statistics (March 1997) Statistical March 1997 Statistics (March 1997) Statis	-		
Instrumentation approximation of the control o	ibrake		
1972 To a service and a service of the service of t	ibrake vale		
O Intervention and the other of the other of the state of	jbrake poske poske		

Ilustración 26 Configuración de servocontrolador y servomotor



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

Ilustración 27 Vista de la sección Network view

NCENIEDI		Código:	
	Automotización 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 Industrial	Facultad de Ingeniería



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).

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

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

Práctica1_Introducción + Devices & n	etworks	
		🚆 Topology view 🔥 Network view 📑 Device view
Network [] Connections Hill connect	on [편] 또 : 백 별 법 [바] 역 #	Network overvit 🕧
		4 10 system: PLC_Servos.PROFINET 10-System (100)
		= \$7-1500E1200 PLC_Servos
		▼ 5N4MCS.5_1
		Servo_1
PLC_Servos	Servo_1	
CPU 1511T-1 PN	S210 PN	
10		
	Ethernet DIC Sonyos	
	FEC DEIVOS	
	PLC Servos.PROFINET IO	
¢ 1		5 200% R (8 1 5
PROFINET interface_1 [X1]		9 Properties 12 Into 1 2 Diagnostics
General 10 tags System.com	nstants Texts	
General Gene	ral	
Ethernet addresses		
Advanced options	Name: PROFINET interface_1	
Web server access	Author: AlienTVR	
1	Comment	X
1		
		44
		hia.

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).

	Automatización Industrial	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
PROFINET interface	1721	9. Properties 1. Info. 1. J. Diagnostics	- al anantada



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

General 10 tags System-constants Texts

Synchronization

Sync domain: Sync-Domain. Synchronization role: Sync master

RTclass: RT

ieneral

Ethernet addresses Operating mode Advanced options

> Media redundancy Real time settings

> > Synchronizetio

Real time of Port [X1 P1 R] Port [X1 P2 R]

Web server access

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).

PN/IE_1 [Industrial Ethernet]			🙁 Properties 🐁 Info 🔢 Diagnostics	7 = -
General ID tags Sy	stem constants Texts			
 ▼ PROFINET Subnet General ▼ Promain management 	Sync-Domain_1			-
	Sync domain:	Sync-Domain_1		1
Sync-Domain_1	Converted name:	sync-domainxb19998		1
 Me domains Overview is or bronous mode. 	Send clock	2.000	ms r	-
PLC_Servos.PROFINETIO-Syste		🗹 Default domain		
	•	Make 'high performance' possible		
		Allows the use of 'fest forwarding'		
	>>> Devices			
< II >	IO system			-

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.

			MC_Serve (OB91)			
and the second second						
PROFINET interface [IE1]		>	10			
General IO tags Syste	m constants Texts					
General	Start address	PZD 1 *				
Ethernet addresses	Length	10 words				
delegram configuration	Extension	-				
Shared Device					💕 Create 📝	×
1	Organization block		(Automatic update)		-	
•	Process image		Automatic update			
	Hardware identifier		269]	Article no.:	
	Drive control Taleonome				Version:	jii

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".

INGENIERIA	Automatización Industrial	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 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

Project tree Devices Plant objects Network 1 Connect Add new object Practice1 Introducción Add new device Eje_ PLC_Servos [CPU 1511T1 PN]
 Device configuration Type TO_PositioningAxis Name T D Motion Control <u>V6.0</u> 8 Online & diagnostics Software unit TO_SpeedAxis V6.0 Manual TO P itioningAu V6.0 Program blocks Motion Contro TD_Synchron Technology objects
 Add new object Automatic V6.0 TD ExternalEncoder V60 Description TD_OutputCam V6.0 • Se External source files V The "Position ing axis" (TO_PositioningAxis) bject maps a physical drive in PLC tags TD_CamTrack V6.0 = TO_MeasuringInput V6.0 PLC data types 🖀 TO_Cam V6.0 ning commands to Watch and force tables Online backups - TO Cam 10 V6.0 - TO Line VED) 🔄 Traces TO_LeadingAxisProxy V6.0 se of technology object emporal behavior of o on levels, including the 🛚 🐻 OPC UA communicat - 233 Web applications Device proxy data
 Program info SIMATIC Ident PLC supervisions & elerms PLC alarm text lists +1 Local modules Distributed I/O
 Zervo_1 [S210 PN] neasuremen. 10 3 Grouped devices
 Security settings Additional information Cross-device functions Common data Add new and ope Documentation settings

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

Languages & resource:

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 una ventana de advertencia que indica está cambiando que se la configuración del objeto tecnológico, "Yes" se debe seleccionar. (Ilustración 37).

DENIEDI		Código:	
	Automotización Inductrial	Versión	01
	Automatización muustriai		
		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

Projectires	Practical Introduction + B.C.S.	erver (CPU 1511T (PNI + 1	Technology ellipets Exc 10611		
Devices Barr objects	Mississi Calinda and Million Alles			Function view	Parameter view
at and	4			A 1 200 200 2002	
1	* (H) E) E)	100			64
Tractica I Jantostaccian Adal man across Boucce Stanbooks Gall Rec Name (CRUSTER IR) Conner Single Stanbooks Gall Stanboo	Elizio dall' Harica summeri Divisione entritore Divisione entritore Dista esclange entrito the dive Dista esclange entrito the division Dista esclange entritoria Dista esclange entritoria Dista esclange entritoria Dista esclange entritoria Dista esclange entritoria Dista esclange Dista esclange	flosik parameters	NATION TO A CONTRACT OF A CONT		
A Connection of Connection of Connection Connection Conneconnection Conneconnection Connecti	Emergencyclop C (Anth Pedidan llenin Dyskasi llenin Dyskasi llenin Pedida tap deustion Pedida pa deustion Pedida pa deustion Pedida pa deustion Sandol duget Compt Inge	Anis type	Universities:	Ũ	
imical module: imical m	Gereral	Units of measure	Class on the shiet of hotoe provider	9. Properties 🔩 Info 👔 🗴 Diag	rootks
Confectation Consistency Charters Charters Confectation Confectatio	No 'properties' available ton properties' available	althe moment. Best heither	ta dipet schened ar he selected capec dates hat now any disposable properties.		

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 38 Módulo -> Enable modulo

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).

Automatización Industrial Versión 01 Práctica 1: Fecha de emisión 03 de marzo de 2025 Introducción a los servomotores Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial Facultad de Ingeniería	NGENIERIA		Código:	
Práctica 1: Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial Facultad de Ingeniería		Automatización Industrial	Versión	01
Fecha de emisión 03 de marzo de 2025 Práctica 1: Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial Facultad de Ingeniería		Automatización muustnai		
Práctica 1: Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial Facultad de Ingeniería			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

°/.	LabAl Conectada, segura		
	Propiedades	Desconecta	r
¶.,	LabAI_2		
(i.	.:PC Puma Fl:.		
ſ.	SERVOS_NETWORK 2		
(i.	SERVOS_NETWORK_Wi-Fi5		
₽ <i>[</i> [,	LabAI_3		
A -			

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).

Ilustración 42 Servos_Network

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

	Configured access	nodes of "FLC_Servos"					
The second se	Device	Device type	5kt	interface type	Address	Subnet	
	fLC_Servos	CPU 15117-1 MI	1 X1	1788E	192,168,105.10	P145C_	1
		Specifier PSPC inte PGPC inte	etacar Srlace:	Killer Wireles	s-niaiac 1525 Wireless	Network	
		Connection to interfaceisi	ubnet:	PNIE_1			. 0
		Stopa:	tenes.	1			8
	Select larget devi	re: Device tube	Inter	face type Ad	Show devices with a	he same addr Tarpet devi	esses ice
	Select target deni Device	ce: Device type	Inter	føce type 🛛 🗛	Show devices with a	he same addr Target devi	esses ice
	Select larget deni Device R.C.Senios -	ce: Derice type CPU 15117-1 PM —	Inter PNII PNII	face type At 11 E Er	Show devices with t idress I2 168 105 10 iter address here	he same addr Target der PLC_Serve —	esses ice c
i	Select larget devi Device FLC_Service -	Device type OPU 15117-1 PN -	Phili Phili	føde type Ar 11 E Er	Show devices with t Idress 2.168.105.10 ter address here	he same addr Target den PLC_Servo —	esses ice o
niesh sco	Select target devi Device RCSenids	ce: Device type CPU 15117-1 PM —	Inter Ptill Phill	føde type Ad 11 E	Show devices with a Idress 12.168.105.10 Iter address here	he same addr Target dev PLC_Senio	esses ice ic
niesh 120	Select target deni Device RCServics -	ce: Device type CPU 1511T-1 PK	inter PRUI PRUI	face type Ati	Show devices with 1 idness 12.168.105.10 ter address here	he same addr Target dev PIC_Servo	esses ice c
Electrico	Select larget devi Device FLC_Servics 	ce: Device type CPU 1511T-1 PK	Inter Phili Phili	foce type Ad	Show devices with a dress 2.168.105.10 ter address here Display only error	he same addr Target dev PIC_Serve - 2tart massages	esses ice 5
Piech LED	Select target de la Dovice RCSenios 	ce: Device type CPU 15117-1 PM	Inter PEUE PEUE	face type Ad	Show devices with a dress (2.168.105.10 ter address here Display only error	Terget den Terget den PLC_Sence 	esses ice c
Plesk LED	Select target de la Device R_Service - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	ce: Device type CPU ISTITUTION Tracessible devices for d.	Inter Phili Phili	foce type A	Show devices with t idress 2:168:105:10 tter address here Display only error	Target devi Target devi PIC_Servo	esses ice c tsearch

Ilustración 44 Configuración de búsqueda

INGENIERIA		Código: Versión	Código: Versión 01 echa de emisión 03 de marzo de 2025
	Automatización industrial	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

"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:

Status	4	Terget	filminge	Action
46	9	* R.C.Senill	teady for inacting.	Lord YLC_Service'
	4	· Protection	Protection from unauthorized access	
			Devices connected to an enterprise network or directly to the internet must be appropriately protected against unauthorized excess is go, by use of fineralls and network aspectimetration. For incre information about industrial security, please with	
	4		http://www.siemens.com/industrielsecurity	_
	0	* Recet	Reset module	Delete ell
	٥	Osvice configurati.	Delete and replace system data in target	Donniced to device
	•	• Software	Download software in Gevice	Consistent download
c	-	1 H		11>

Statut 4	0	Teger • FLC_Serves	Message Downloading to device completed without error	Action Load PLC_Servics
	0) Sientmodales	Start modules after downloading to device.	Start mudule 🕞

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.

UNGENIERIA	Automatiza	ción I	ndustria	al		Código: Versión	01
						Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
	Práctica 1: Introducción a	los se	ervomot	ores	Man Laborat	ual de prácticas del orio de Automatización Industrial	Facultad de Ingeniería
		calcip review Check befo	re loading			×	
		Status I Tan 40 😪 •	get Servo_1	Message Ready for loading.		Action Load 'Serva_1'	
		4	 Security configura 	Note the following information You did not activiste UMAC for the drive you must implement an appropriate def You can find more information on this in for the TIA Portal in the chapter on safety Readme chapters.	io use the drive safely. Ense-in-depth concept the information system and security notes of the		
		0	▼ Orive perameteric	Note the following information Save the parameterization retentively af	er the download	Saue parameterization retentively	
	.t	<				> Reflech	
						Load Cancel	

-					121 350	<u>9</u> Properties	🗓 Info 🔒 🧏 Diagnostics	
	General Cross-references Compile							
8	Show all messages							
1	Message	Go to	2	Date	Time			
0	🔹 Start downloading to device.			2/18/2025	6:09:25 PM			^
= 0	▼ Servo_1			2/18/2025	6:09:37 PM			100
0	Transfer of the parameters started.			2/18/2025	6:11:57 PM			=
0	The drive unit has been successfully restarted.			ZÍ18/2025	6:12:18 PM			
0	Parameterization successfully saved retentively.			2/18/2025	6:12:22 PM			
0	Loading completed (errors: 0; warnings: 0).			2/18/2025	6:12:23 PM			Card I
1								Y
π D	evices & ne							🛋 🗭

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.*

roject tree 🛛 🕹 🕹 🕹 🕮 🕮 🕮	Servo_1 January - Jonne Control [S210 PN] + Rotate & optimize
Devices Plant objects I the co	strol panel can only be used in online mode.
M Erray	ded commissioning, go to the guided guick stertup
- 10	Control panel
Prácticas	
Sr Add new device	
Devices & networks	Martin control
PLC_Servos (CPU 1511T-1 PN)	
* 2 Servo_1 (S210 PN)	A CONTRACTOR AND A CONT
Device configuration	
W Unline & diagnostics	
Call Guidea quick startup	Control
2 Parameterization	
A Rotate & opurnize	Speed 0.00 pm Forward Star Star
Marceptance text	
Tarar	No icitional icitional
Unannuned devices	
k Sarunhurations	
Gross-device functions	✓ Drive status
Common data	
Documentation settings	Fready for anothing on
lannuanes & recourses	Operation unabled
Version control interface	Operating displays [43] Switching on Inhibited - Let "Operating condition
Daline access	
Card Reader/USB memory	A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR O
	The future meaning and the second sec
	Actual values
	Peramister text Value Unit
	Speed actual value 0.0 rpm
	DC link websige 312 1 V
()	A discriber man such a free second

Ilustración 52 Rotate & optimize

DOENLEDI		Código:		
	Automotización Inductrial	Versión	01	
	Automatización industrial			
		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" del dispositivo, además de contener la 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).

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).

1 K - tax - res

Control panel

Control panel One Button T	Co	the Back → Forward							
		Naster control			Drive enables	Recet			<u>^</u>
		Control							
		Speed:100.00 m	m	•	i Stop	Backward	Jog forward		
	-	 Drive status Ready for switching on 							7
		Perstion enabled			Operating disp Active fi	iley:	[0] Operation	Everything enabled	
		Missing enables				More info	mation A	knowledge faults	
		▼ Actual values							
		Parameter text	Value	U	it-				
		Speed actual value		100.0 rp	m				
		DC link voltage		353 3 V					

Ilustración 55 Control panel

llustración 54 Control panel -> Activate

Grine exables

DOENIED		Código:	
	Automotización 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 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



Ilustración 57 Almacenamiento en la memoria del servocontrolador

Master control

¡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.

mencionar que se debe colocar

INGENIERIA	Automatización Industrial	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

Uso del objeto tecnológico



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 se busca el objeto tecnológico creado con anterioridad. AI encontrar la carpeta del objeto, desplegarla y dar

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".



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".

Master control:	leactivate	Axis: 🕲 Eneble 🛛 🔞 🕻	Disable		erating mode: sitioning relative	•
Control						
Distance:	90.0 *	Acceleration:	10000.0	°/5°	Move:	
Velocity:	2000.0 "/s	Deceleration:	1000.0	°/s²) III
Adjust	- % +	Jerk:	7200000.0	°/sª		
velocity.	90.0 %					
Axis status				(Current values	
🔳 Drive ready		Enabled				
Error		Homed	More		Position:	323.43
					Velocity:	7.70330429077 *
Active errors:						
	S Confirm			_0		
Alarm display						

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 .

Activation (1502:000042)

Entregables de la práctica

1. Captura de pantalla del monitoreo en TIA Portal del cambio de posición del servomotor

2. Imágenes del desplazamiento del servomotor (fotografías del equipo físico)

INGENIERIA		Código:	
A1 IS	Automatización Industrial	Version	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

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 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.
1. 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.
3. 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:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial	Facultad de Ingeniería

I. Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente d	e energía	Riesgo asoc	iado	Medidas de control	Verificación
1 ^{ro}	Voltaje alterno	4 ∼ 220 ∨	Electrocución	A	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
2 ^{do}	Voltaje alterno	4 ∼ 127 V	Electrocución	<u></u>	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
3 ^{ro}	Voltaje continuo	24 V	Daño a equipo		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

NGENIERIA		Código: Versión	01
	Automatizacion Industrial	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

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

Ilustración 6 Simotics 1FK2104 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.

%	Laku Conectada, segura Propedadas		
		Deconectar	l
16	140452		
Re	.9C Puna R:		
R.	SERVOS_NETWORK 2		
R.	SERVICE_NETWORK_WA-FIS		
%	WA()		

V.

llustración 7 Red Servos_Network

Desarrollo de la actividad

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



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



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

							Contract Contract
-		tgan afters POPC in POPC in	nikisi <mark>Loui</mark> India <mark>Mine</mark> a	Andreas-FileNet, 15-	25 Zwiełka Słętwoch.	- •3	Filter Profile:Alts Figs Rock Figs Rock
	Compatible acc	essible nodes of the selec	ted interface:				
Pacelop			the mark spec	(TETTE			Carl A
						ant search	
						Autometically a network and dir in target subnet	earches for accessible devices in plays them in the "Compatible de " table.
					Detest	Displaying a	cressible devices rmation about online mode

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"

trabajo, por lo que con solo conocer el modelo general del equipo es suficiente, al menos en el caso de Siemens.

Al observar la ilustración 8, se puede notar que en el apartado de "Versión", es V3.1; sin embargo, en la práctica 1 se aclaró que es importante que la versión fuera la V2.9, por lo que la respuesta es que al hacer uso de la herramienta "detect", la interfaz de TIA Portal, por default, colocará la versión más actual que contiene en ese momento para ese dispositivo.



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

Ilustración 10 Hardware detection for PLC

INGENIERIA	Automatización 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 Industrial	Facultad de Ingeniería

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

		Type of the PCIEC inte	niere L inena		
		egand man	form and either t		uniess hittivation (*)
	Compatible acces	tible nodet of the selecte	d interface:		
	Device	Device type	Interface type	Address	MAC address
	pk_servos	CPU 15117-1 PN	PTOE	192.108.105.10	28-63-36-48-08-11
ilen 1					
T Flank LED					
					Start sea
					1 2100 1.040

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.

Deckes Rest capacit Image: Capacity View Image: Rest capacity View Im	Project tree II.	Práctica_2 + PLC_1 (CPU 1511T-1 PN)	_#=×
Image: State Stat	Devices Hant objects		🖉 Topology view 🔥 Network view 👔 Device view
 Protect 2 Protect 2	10	👉 n.c.) (mu 15117) mi 💽 🔐 😰 🖌 🛄 🖳 🔍 ±	Device overview
v Detablishiow u u u u u u u u u u u u u u u u u u u	Protects		
	Details view		

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.

UNGENIERIA	Automotizooión Industrial	Código: Versión	01
	Automatización muustriai	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)"

LC_Servos	[CPU 1511T 1	PNI					Properties
General	IO tags	System constants	Texts				
SIMATIC Me System dia PLC alarms	mory Card gnostics	Mare	nformation about 'f	tection of confidential PLC	configuration data" C configuration data		
Web server Display Multilingua	l support	=	ressword	Reset	Setup	Change	Ĩ
Time of day Protection	(& Security	Access contr	·				
OPC UA		1					

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

General			
 Port [X150 P1] Port [X150 P2] 	^	Hardware settings	
 Shared Denice Module parameters 			
Protection & Security		Supply voltage :	220
Time synchronization / Ti Hardware settings	=		
the second			

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

	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 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).

< II.					
General	IO tags	System c	onstants	Texts	
Motor-select	tion - 1FK2	8			
			Selection	Article number	Rated
			7.	1FK2104-4AK1	Filter
				1FK2104-4AK1x2	CXX +
				1FK2104-4AK1x-	Dxx
				1FK2104-4AK1x+ 1FK2104-4AK1x+	elvitok KS XX

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



PLC Servos Servo 1 CPU 1511T-1 PN \$210 PN

Ilustración 18 Nodo de comunicación IRT

Objeto tecnológico de velocidad

▲ 田田 × 田田 はな E . Addanovasi 13 int & nat LC_Senes (CPU 1511111 PN) Device configuration Celles & disconstru K -128 +1

Ilustración 19 PLC Servos -> Technology objects -> Motion control -> TO SpeedAxis -> Ok

la vista topológica se debe generar el nodo de conexión.

Dentro de la ventana de device & networks considerar:

Puerto de comunicación del PLC 1.

Advanced options: Sync master en Synchronization role

Nodo PLC_Servos.PROFINET

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

Puerto del servocontrolador 3.

→ 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



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.

INGENIERIA	Automatización Industrial	Código: Versión	01
		Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
	Controlador de velocidad de un servomotor	Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial	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 21 SpeedAxis_1

Descarga de proyecto al controlador físico

- 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 conexión aparece, colocar, conectarse de todos modos
- 6. Colocar el CPU en RUN



Ilustración 24 Load preview



Ilustración 22 Compilar -> Descargar

15	0	• ALSecon	Menuge Describeding to occurs completed without article	Action Land W.C.See,
	0	 start voduce: 	trammodules after disensading to textue.	stat nodule Na ector statistication
el.				

Ilustración 23 Arranque de CPU

INGENIERIA	Automatización 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 Industrial	Facultad de Ingeniería

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
- 5. Si la ventana de certificado de confianza para conexión aparece, colocar, conectarse de todos modos
- 6. El inspector no debe marcar errores

			10 - 300 -	S Properties	🗓 Info 🚺 🗓 Diagnostics	
General Cross-references Compile						
Show all messages						
1 Message	Go to 2	Date	Time			
🕦 🔻 Start downloading to device.		2/18/2025	6:09:25 PM			
f) ▼ Servo_1		2/18/2025	6:09:37 PM			
Transfer of the parameters started.		2/18/2025	6:11:57 PM			
1 The drive unit has been successfully restarted.		2/18/2025	6:12:18 PM			
Parameterization successfully saved retentively.		2/18/2025	6:12:22 PM			
Loading completed (errors: 0; warnings: 0).		2/18/2025	6:12:23 PM			
bevices & ne						

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
- 2. 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).
- 6. En "Operating mode", utilizar Jog

INGENIERIA	Automatización 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 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

1. ¿Qué es un control PID?

2. Menciona las ventajas de la herramienta Detect



VI. Actividad de investigación

Investigue en que consiste los controles de velocidad por PWM y VFD

VII. Conclusiones y observaciones.

Referencias

- Levine, W. S. (2010). The control handbook: Control system applications. CRC Press. ٠
- Buja, G., & Indri, M. (2010). Control characteristics of servomotors: Review and ٠ 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. ٠
- Frías, J., & González, J. (2014). Automatización y control industrial. Alfaomega. ٠

01



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.
1. 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.
3. 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.



Codigo:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial	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	A	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
2 ^{<i>do</i>}	Voltaje alterno	4 ∼ 127 V	Electrocución	4	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
3 ^{ro}	Voltaje continuo	24 V	Daño a equipo		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 2 Controlador Siemens S7-1500T



Ilustración 3 Servocontrolador Sinamics S210



Ilustración 4 Servomotor Simotics S-1FK2

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

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.



Ilustración 6 Servocontrolador Sinamics S210

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

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.

Servocontroladores - Servomotores 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 bacer ajustes en tiempo real para que

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.

RGENIER/A		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 Industrial	Facultad de Ingeniería

- 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:
 - 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

dt	Servo_2 [S210 PN]		
	Drive control		
	(Forence)		
	C		
	SM		
< Serv	II ro_2 (\$210 PN)		_
-	Concerning and the second		

Ilustración 8 Servomotor 2 Configurado



	Código:	1	
Automatización Industrial	Versión	01	
Automatización muustnai			
	Fecha de emisión	03 de marzo de 2025	
Práctica 3: Coordinación de servomotores	Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial	Facultad de Ingeniería	

 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).

Configuración de comunicación

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

	Automatización Industrial	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

(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.

-					
Ethernet com	missioning i	nterface [IE2]			
General	IO tags	System constants	Texts		
General			Subr	net:	Not connected
Ethernet addr	resses				Add new subnet
		Internet proto	ocol version	4 (Pv4)
		-	IP addre	ess:	169.254.11.22
			Subnet ma	ask:	255 . 255 . 255 . 0
					Use router

Ilustración 11 IP puerto X127 del servocontrolador

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

Practica3_Coordinacion Devices & networks		
		🚆 Topology view
🕎 🖶 🔳 💷 🛄 🔍 ±		Topology over
		🛛 🔐 Device / por
PLC_Servos 📕 Servo_1	Servo_2	■ ▼ \$7-150
CPU 1511T-1 PN S210 PN	S210 PN	▼ PLC_
		▼ F
PLC_Servos	PLC_Servos PLC	
		▼ SINAMI
		▼ Sen

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: a 2.000 [ms]

0000000000	110-00 (106-11	L			3 Properties	S Into 1 S Deagnostics
General	IO tags	System constants	Texts			
Seneral		> ID comm	inication			
themet add Iperating m dhanced op	nesses ode tions		Send clock	2000		ms 💌 Domain settings
eb terver e	00011	. > Synchron	ization			
	1	Sync domein	Sync-Domain_1		Domain settings	
			Synchronization rule	Sync master		-
			Aleins	RT,IRT		
		 Real time 	options			
Devices & r	e AMast	erAx 💁 SlaveA	τ			

Ilustración 13 PLC -> Advanced options

• Synchronization: Sync master

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"

KOENIERIA KARA		Código:	
	Automotización Inductrial	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

PROFINET Interfac	FINET Interface [IE1]					S Properties	🗓 Info 🔒 🧎 Diagnostics	
General 10	tags	System constants T	fexts					
General			Telegram	SIEMENS telegram 105			1	•
Ethernet addresse	5		Slat	3				
 Telegram contigura Advanced options 	tion		Start address	PZD 1	(m)	1256		
Shared Device		Length	10	words	10	word	5	
			Extension	-		_		
								-
		Organ	nization block			MC_Servo		-
		Pi	ocess image			PIP OB Servo		-
		Hardw	vare identifier			269		



PROFINET interface [II	1]		S. Properties	🗓 Info 🔒 😧 Diagnostics	
General 10 tags	System constants Texts				
General	Isochronous mode				-
Ethernet addresses Telegram configuration Advanced options	Isochronous mode for local i	nodules 🖃 Isochranous mode			=
 Shared Device 	Send clock:	2.000		m:	
	Application cycle :	4.000		m	
	tilTo values:	Automatic minimum			
	Time Ti (read in process values):	0.125 ms 🗇			
	Intervals:	0.125			ms
	Time To (output process	le se 👘			¥

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

Verificar los mismos parámetros en el servocontrolador 2

					S. Properties	📜 Info 🔒 🖞 Diagnostics	1 = -
General 10 tags	System constants	Texts					
General		IP address	192 168 105 12		192 . 168 105 . 10		
Ethemet addresses		Telegram	SIEMENS telegram 105				
Telegram configuration		Slot	3				
Shared Device		Stort address	PZD 1	·*)	1276		
		Length	10	words	10	wards	
		Extension	-		-		1
	f						
	Orga	anization block			MC_Servo		
	1	Process image			PIP OB Servo		
Devices & ne 🔄 Ma	sterAx 💦 SloveAx						

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

PROFINET interface [IE1]			💁 Properties 🚺 Info 🚺 🖞 Diagnostics		
General IO tags	System constants Texts		-2	C.	
General	Isochronous mode				^
Ethernet addresses Telegram configuration Advanced options	Isochronous mode for local	nodules 🕝 Isochronous mode			=
Shared Device	Send clock:	2.000		ms	7
	Application cycle:	4.000		ms	7
	Til T o values:	Automatic minimum			•
	Time Ti (read in process values):	0.125 ms 🛱			
	Intervals :	0.125			ms
	Time To (output process	0.07			~

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



Práctica 3:

Coordinación de servomotores

Código:	
Versión	01
Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
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 20 Add new object -> Motion Control -> TO_Syn -> SlaveAx



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

INGENIERIA	Automatización Industrial	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	

Practica3_Coordinacion PLC_	_Servos [CPL	J 1511T-1 PN] → Te	chnology objects 🕨 SlaveAx	[DB2]				
Basic parameters		ding value intercome	actions					
✓ Hardware interface	Lead	ang value Interconne	ecuons					_
Drive	S							
Encoder	S 11	nterconnection overview	,					
Data exchange with the drive	S	Describle leading upby			t and the standard sectors	Transformation		-
Data exchange with encoder		Possible leading value	25	-	Leading value source	Type of connection	B O	
Leading value interconnections	Image:					Setpoint		
Leading value settings	\bigcirc	🚉 MasterAx	TO_PositioningAxis		^			
 Extended parameters 	\bigcirc							
 Mechanics 	\bigcirc							
Drive	\bigcirc							

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

Descarga de proyecto a cada equipo

- 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
- Si la ventana de certificado de confianza para conexión aparece, colocar, conectarse de todos modos
- 6. Colocar el CPU en RUN



Ilustración 24 Vista previa de carga

Ilustración 23 Ventana de comunicación

Dericetage Mit: Ofulfillities 1.81 marte maiz

Stotus	1.	Target	Message	Action
1	0	FLC_Serves	Downloading to device completed without error.	Load 'PLC_Servos'
	0	 Start modules 	Start modulet after downloading to device.	Start modula 🖉
<1			0	

Ilustración 25 Arranque del módulo en modo ejecución

Ahora a cada servomotor

MOENIERA	Automatización Industrial	Código: Versión	01
	Automatización mutistriai	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 28 Configuración de comunicación Servo_1

Ilustración 29 Carga de archivos Servo_1

joct tree 🛛 🕹 🖬 🖬 🖬	lot common to l	levier				×	0		loogo e se su loogo			
lovices Mantatijects	Cardqueed access nodes of "Genera"						Check before loading					
<u>비</u> 감 (Device Safet2	Delice type URMACS 5 210 P	Sloc letertace CU 3150 Phote	rype	ave .	Status	1	Target	Message	Action	
Practical_Coordination	1		SHUMACS \$210.44	(CU312) PUE	169/264(1)/22		40	9	▼ Servo_2	Ready for loading.	Load 'Servo_2'	
RC_Serves [CRU151171 MI]									 Security configure 	Note the following information:		
Serve 2 (5210 MM) Curposed devices ES Security settings Cross-device functions		Core	Nas order follow Kork w naction to interface	uffett: Rifer h	inden visite 1925 Nivelen Der CJ XI Alf	Network				You did not activate UMAC 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 TIP Bortal in the chapter on science of creative notee of the		
Common data								4		Readme chapters.		
Versien control etchost		Device	Device type	leterlace type	Address	Target denice		0	· Orive seremeteria	Note the following information:		
o Caller access a Card Brederikt Til memory	IJ	18970_3 	12:0 %	nve nve	THE FAR TOS TO Enter address here	1416.2		0	one prometere.	Save the parameterization retentively after the download	Save parameterization retentively	
	Flesh LED											
Criter	e status informeration				Choice and store	-Sanseanth-	<			n		
0 1 2 3	can completed -) co straining device after can and information	mpatible devices of Ca wation rethesal completed	accettižie denicet P	uand.	1.0001004-0000						Refre	
1					-	*				Firmh	Loed Cen	

Ilustración 27 Comunicación Servo_2

Ilustración 26 Carga de archivos Servo_2



Ilustración 30 One Button Tuning Servo_1

Dis Scent,	Una listica Lucing
	Alle Antonio (Constanting non Constanting non
	Configuration Configuration Determinations and the Configuration Configuration
	Statistical Section and an approximation of the section o
(. B)	Optimizationent Incoment
Selve aunited that is a	S. Propeter N. Iriw 7 Depender

Ilustración 31 One Button Tunin Servo_2

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

INGENIERIA	Automatización Industrial	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 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.

is control pariel ning	1			
		Nester control Asis	Operating mode: Positioning relative	
		Control		
		Distance: 90.0 * Acceleration: 1000.0	107 Move	
		Adjust - % + jed: 7200000.0	192	
		Axis status	Current values	
	1	Drive ready Enabled	Forder 57.706	
			velocity: 3.49760055541115	
		Active enors		
		S Continn Alerm thisplay		
	1			

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.

CENIERIA

Práctica 3:

Coordinación de servomotores

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.

—		Archived ve	rsions
STEP 7 Professional V17 (TA Portal), Control de mo- Manual "LivisCirl DBAngBased" (07/2021) (1.8 M Sto" Biblioteca "LAVISCIIL DBAngBased" (V1.2.1) (2, Ilustració	vimiento V6.0 B) D MB) : un bloque de tunción de eje para todos k D 37 Archived version .	is tipos de ejes que utilizan DB_4 1.2.1	NY
Nombre	Fecha de modificación	Тіро	Tamaño
🙀 LAxisCtrl_DBAnyBased_V1_2_1	25/02/2025 06:06 p. m.	Archivo WinRAR Z	2,036 KB

Ilustración 36 Archivo de descarga

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.a117 -> Abrir -> Upgrade

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

SIMATIC S7-1500 / S7-1500T: Standard application axis control – Library "LAxisCtrl" Entry Associated products

1500T. The central w application.	inpre and central control of the class; motion control sunctions of axes (lecrinology digets) of a aw of each axis via this standard application enables easy programming, fast commissioning a	nd direct testing of your
13		Overview
The standard application control functions of the commissioning of axes yourself with the code PLCoper. Special tool in the module A separe external encoder), who thocks therefore contain configuration of the diff	In with the blocks of the "LAxSECFF IBrary enables you to easily control extensive motion and type technology elegads. By evening the arise via a central block, programming and can be made considered you air's are an application developer, you do not creat to the familiation of the anis movule. You unity use the mitrature of the block that behaves according to lockparatilization, and an end with the state of the state of the anis to the familiation of the implication of the state of the state of the anis to the familiation of the implication of the state of the anis type. The aris in the lock of the implication of the implication of the anis type. The aris in the state of the implication of the implication of the state of the anis in the law of the implication of the implication of the implication of the program in the lock of the implication of the law of the implication of the law of the implication of the implication of the implication of the implication of the law of the implication of the implication of the implication of the law of the implication of the implication of the implication of the law of the implication of the implication of the implication of the law of the implication of the implication of the law of the law of the implication of the implication of the law of the the law of the implication of the implication of the law of the the law of the implication of the implication of the law of the the law of the implication of the law of the law of the the law of the implication of the law of the the law of the law of the law of the law of the law of the the law of the law of the law of the law of the law of the the law of the law of the law of the law of the the law of the law of the the law of the law	
Application ID:	LAunsCet	
App Name:	Axis Control	
Latest version:	1.3.0	
TIA Portal version:	V18 or higher	
	}	

Ilustración 34 Library LAxisCtrl de Siemens

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

Compartir Vista			
> Este equipo > Descargas > LAxistV17 >	LAxisCtrl_DBAnyBased >		
Nombre	Fecha de modificación	Тіро	Tamaño
System	01/10/2021 05:27 p. m.	Carpeta de archivos	
LAxisCtrl_DBAnyBased.al17	01/10/2021 05:25 p. m.	Archivo AL17	21 KB

Ilustración 35 Carpeta descomprimida



Ilustración 39 Libraries -> Global libraries -> Open global library

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

	Frie E=
	0.00 ; 200
Name	Status V.
Buttons-and-Switches	
 U Long Functions 	
Monitoring-and-control-objects	
Documentation templates	
LAwsCtrl_DBAnyBased_V19	40 C
• Types	
 Master copies 	
S7-1500_LAnyAvis_Bloc	
\$7-15007_LAnyAxis_810	
Et LAxisCtrl_Blocks	
LAvisCtrl_Types	
🕨 📓 Common data	
Languages & resources	

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).

llustración 40 LAxisCtrl en TIA Portal

	and the second se		
Practice3_Coordinacion	^		
Mad new device			
Devices & networks			
PLC_SENDS [CPU 1511F1 PN]		MA Devices a networks	Device configuration
Coline & diagnostics		PLC Servos [CPU 1511T-1 PN]	Q. Online & diagnostics
Software units		Device configuration	Software units
🕶 🙀 Program blocks	=		
💣 Add new block		😧 Online & diagnostics	rogram blocks
🚭 Main (OB1)		Software units	🗳 Add new block
🚰 MC_Interpolator [0892]		▼ Reprogram blocks	Amain [OB1]
AK_Servo [0891]		Add new block	MC Internelator [OR02]
 System blocks 		Add Hew block	ar wc_interpolator [0892]
Technology objects		📲 Main [OB1]	MC_Servo [OB91]
External source files		MC_Interpolator [OB92]	LAnvAxis Blocks
PLC tags		MC Serve (OB91)	N 1 Avis Ctel Plasks
• Le PLC data types		Serve [opar]	P E LANSCH_DIOCKS
er Add new data type	a company a	LAxisCtrl_Blocks	System blocks
• E Louseth_opes	lana kita	System blocks	Technology objects
• Liji system deta types		llustración 41 Proaram blocks ->	Ilustración 42 Programa blocks -> S7-
istración 43 PLC data	types	LAxisCtrl Blocks	1500T_LAnyAxis_Blocks (Se convierte en LAnyAxis_Blo
-> LAxisCtrl Types			

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.

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



-> 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.

	Ne		Datature	Ctart value	Petain	Accessible	Write
-011	-	Static	Dotte ope	State voide	Nexon:	riceciasibie in	THICO.
-0		Static_1	LA				
3		<add new=""></add>	*LAvisCtrLtyper *LAvisCtrLtyper *LAvisCtrLtyper *LAvisCtrLtyper *LAvisCtrLtyper *LAvisCtrLtyper *LAvisCtrLtyper *LAvisCtrLtyper	AbisConfig* A Camin* = PastStop* GearinAbs GearinAela GearinVel			

Ilustración 48 AxesConfig_DB -> Master_Config -> LAxisCtrl_typeAxisConfig

		2010	A Long of the state	the state trace of the state		1000			_
20	-		🍐 🎼 🔚 🤭 Keep	actual values 📓 Snapshot	nd and cot	ysnapshots to	o start values	R- 8- 1	Load
	Ax	es(Config_DB						
		Na	me	Data type	Start value	Retain	Accessible f	Writa	Vis
		+	Static						
ii.			MasterAx_Config	*LAxis Ctrl_typeAxisConfig*					
1			SlaveAx_Config	*LAxis Ctrl_typeAxisConfig*					
1			Add news					1.1	

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

NGENIER		Código:	
	Automatización Industrial	Versión	01
	Automatización muustnai		
		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:

Devices Plant objects	at at la a a for any		201				
3	and and the state to the took account			14211			
	THE THE PARTY AND A REPARTY AND A RECOVER	ictual values 🔜 Snapshot 🧠 🖳 C	🐨 👘 🧤 🛃 🦉 Keep actual value	s 📷 Snapshot 🛚	🖏 🗠 Copys	napshots to s	tart values 📓 🚳
	AvesConfig DB		AxesConfig_DB				
9. Online & diagnostics	Name	Data type Start value B	Name	Data type	Stort value	Retain	Accessible f. Write
Software units	1 m · Static	and the second second	1 - Static				
- Rrogram blocks	2 MasterAx Config	*LAxis Ctrl type	2 📶 🕷 🔻 MasterAx Config	"I AxisCtrl typeAxis			
Add new block	3 - a + generalSettings	"LAxisCtrl typeGen	3 - The honoral Setting	*LevisCtd_typeGen			
- Main [OB1]	4 + power	*LAxis Ctrl type Pow	1 Cl	"L AviaCtel trans Room			
MC_Interpolator [0892]	5 -00 · jog	"LAxis Ctrl typeJog"		"LAvisCtd_typerow		-	
- MC Servo (0891)	6 -60 • moveVelocity	*LAxis Ctrl_type Mov	9 1 • • 100	LAxisCtn_typeJog			
AxesConfig_DB [DB5]	7 -00 • • stop	"LAxisCtrl_typeStop"	6 📶 🔹 velocity	LReal	100.0		e
MasterAxis_DB [DB3]	a 📲 🕨 fastStop	*LAxisCtd_typeFast	7 📶 🔹 acceleration	LRea!	-1.0		<u> </u>
Slave_Avis_DB [DB4]	= 9 - I + torqueLimiting	"LAxisCtrl_typeTorg	8 📶 🍨 deceleration	LReal	-1.0		¥ ¥
E LAvis CtrLBlocks	10 -00 • homing	*LAxisCtrl_typeHo	9 📲 🧵 jerk	LReal	-1.0		v
Technology objects	11 - posRelative	*LAxis Ctrl_type Pos R	10 - positionControlled	Bool	TRUE		¥ ¥
External source files	12 - posAbsolute	* LAxis Ctrl_type Pos	11 - increment	LReal	0.0	000	¥ ¥
🕨 🌄 PLC tags	13 - posSuperimposed	* LAxis Ctrl_type Pos 5	12	Dint	0		2
PLC data types	14 - 14 + haltSuperimposed	*LAxis Ctrl_type Halt	13 - moveVelocity	"LAxisCtrl typeMov			9
 Watch and force tables 	15 - gearinRelative	"LAxisCtrl_typeGear	14 - m velocity	LReal	200.0		V V
Online backups	16 🕘 🍯 🕨 gearlnAbsolute	"LAxisCtrl_typeGear	15 - T B arreletation	Eesi	-1.0		
Traces	17 - gearlaVelocity	*LAxis Ctrl_type Gear		(Deal)	1.0		
DPC UA communication	18 - = • camin	*LAxis Ctrl_type Carn		Lineal	-1.0		
🕨 🛅 Web applications	19 - gearOutCamOut	*LAxisCtri_typeGear	I/ - enc	LHeal	-8.50		
Device proxy data	20 - I Phasing	"LAxis Ctrl_type Phas	18 📶 🔹 direction	int	0		A
Program info	21 -00 · • offset	"LAxisCtrl_typeOffs	19 📶 🍨 positionControlled	Bool	TRUE		¥ ¥
🖙 PLC supervisions & alarms	22 - Confg	"LAxisCtrl_typeAxis	20 🕘 🔹 velocityChangeOnTheFly	Bool	TRUE		v v
PLC alarm text lists			21 - 🛄 🔹 🕨 stop	"LAxisCtrl_typeStop"			~ ~

Ilustración 52 Program blocks -> AxesConfig_DB

Jog

moveVelocity

Ilustración 51 MasterAx Config

Velocity: 100.0

J.		-	-	崖 🤗 Keep actual value	es 📓 Snepshot	崎 _ト 編入 Copy	snapshots to :	start values 🔞	8
	Axes	Cor	nt i c	1 08	Domining	Startuchuc	Dotaio	Accercible	Madei
10			4.47		out type	Stort verbe	Actain	Neccessiene I	TITLE
100	-		M	esterio Confin	*Lavir Cirl Ince Avir			9	
		4	<	augay Confin	"LavisCtrl poedvis		ä	ä	R
-	-	-		general settings	"LavisCtrl bypeGen				
5	-60	-	÷	generative congr	*LaxisCtrl_typeBeau		10		i.
6	-57		÷	ion	"LaxisCtrl type ton"			2	E.
1	-50			velocity	IBrai	100.0	100	9	6
2.	-571			acceleration	IReal	-1.0		8	6
0	-			deceleration	1 Real	-1.0		Ø	G
10	-		1	iedk .	18cal	-1.0		(V)	5
11	-00			positionControlled	Bool	TRUE		1	6
12	-60			increment	LReal	0.0	0	2	6
13	-00			mode	Dint	0	1	()	1
148	-00			moveVelocity	*LAxisCtrl typeMov		10	v	6
15	-00			velocity	LReal	200.0		9	1
í6	-00			acceleration	LReal	-1.0		(v)	6
17	-00			deceleration	LReal	-1.0		9	6
18	-			jerk	LReal	-1.0	1	1	
19	-			direction	Int	0	2	9	
20	-00			positionControlled	Bool	TRUE			
H	-00			velocityChangeOnTheFly	Bool	TRUE		1	F

Ilustración 53 SlaveAx Config

Velocity: 200.0 velocityChanceOnTheFly: TRUE

No olvidar colocar los valores de velocidad en formato de flotantes, ya que, de no ser así, marcará un error TIA Portal.

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

INGENIERIA			Código:	04
21 25	Automatizació	ón Industrial	version	01
			Fecha de emisión	03 de marzo de 2025
	Práctica 3: Coordinación de	e servomotores	Manual de prácticas del Laboratorio de Automatización Industrial	Facultad de Ingeniería
PLC_: PLC_: O O SO SO P Te	Servos [CPU 1511T-1 PN] evice configuration inline & diagnostics oftware units rogram blocks echnology objects	 MasterAxis_ MasterAxis_ MasterAxis_ MasterAxis_D SlaveAxis_D SlaveAxis_D 	DB. enableAxis DB.jogForward DB.moveVelocity B.enableAxis B.jogForward	
External source files Slave_DB.m		moveVelocity		

- AxesConfig_DB.MasterAx_Config.moveVelocity.velocity
- AxesConfig_DB.MasterAx_Config.jog.velocity
- AxesConfig_DB.SlaveAx_Config.moveVelocity.velocity
- AxesConfig_DB.SlaveAx_Config.jog.velocity

llustración 54 PLC_Servos -> Watch and force tables -> Add new watch table (doble click) -> Watch table_1

🍄 Add new watch table

PLC data types

Watch and force tables

Force table

🔛 Watch table_1

Practic	ca3_Coordinacion → PLC_Servos [CPU 1511T-1 F	N] ► Watch a	and force tables +	Watch table_	1			
	1 10 10 9. 9. 9. 99 00 00							
		7	1					
1	Name	Address	Display format	Monitor value	Force value		Comment	Tag comment
1.	*MasterAxis_DB*.enableAxis		Bool					TRUE: Set axis enable; FALSE: Re
2	*MasterAxis_DB*.jogForWard		Bool					Rising edge: Move an axis in jog
3	*MasterAsis_DB* moveVelocity		Bool					Rising edge: Move an axis at con.
4	"SlaveAxis_DB".enableAxis		Bool					TRUE: Set axis enable; FALSE: Re
5	*SlaveAxis_DB*.jogForward		Bool					Rising edge: Move an axis in jog
60	"SlaveAxis_D8".moveVelocity		Bool					Rising edge: Move an axis at con
7	"AxesConfig_DB". MasterAx_Config.moveVelocityvelocity		Floating-point nu					Velocity/Speed for motion proce
8	"AxesConfig_DB".MasterAx_Config.jog.velocity		Floating-point nu					Velocity for jogging (Value > 0.0
3	"AxesConfig_DB".SlaveAx_Config.moveVelocity.velocity		Floating-point nu					Velocity/Speed for motion proce
10	"AxesConfig_DB".SlaveAx_Config.jog.velocity		Floating-point nu					Velocity for jogging (Value > 0.0
11		and news				1.1		

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, a continuación en la pestaña "Configuration", en la opción de "Signals" agregar "MasterAx".ActualPosition y "SlaveAx".ActualPosition.

	Practica3_Coordinacion + PLC	Servos [CPU 1511T-1 PN] + Traces + Tra	ie.							=×
Devices Plant objects						Configuration	Time diagram	🔓 FFT diagram	Bode diagra	m
11 II I	42344903	d d 7								3
Practice3_Coordinacion Add new device Bovices & networks	Configuration Signals Recording conditions	Signals								-
PLC_Servec [CPU 1511T1 PN] Device configuration	Sampling Trigger Measurements on devic	Nome	Dete type LReal	Address	Comment					i
Critine & diagnostics Software units Software units Program blocks Software to software units		3		<add></add>	1				- 1	
External source files External source files External source files External source files External source files										
 Wetch and force tables Online backups Traces 										
Add new trace Trace Trace Kessurements										
Combined measureme Combined measureme Congiterm traces OPC UA communication										

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"

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

Practica3_Coordinacion > PLC	Servos [CPU 1511T-1 PN] > Traces	▶ Trace			-11	_ # #×
			Configuration	Time diagram	FFT diagram	Bode diagram
4 2 3 4 4 4 4 9 9	₫ ₫ 🦞			(*****		3
 Configuration Signals Recording conditions Sampling 	Recording conditions					
Trigger						
Measurements on devic	Sample with:	"Mein"	%081			
	Record every	1	Cycle	 ▼ [
	Max, recording duration:	21844 samples				
		Use max recording duration				
	Recording duration (a):	21834	Samples			
	> Tringer					
	Trigger mode: Velue	Second immediately				
	 Measurements on device (memory 	y card)				
< III >>	Number of measurements Required memory:	Since measurements on device (memory cerd)		~		

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.



dispositivo

- Con el sistema online, ir a la pestaña de Watch table_1; forzar los valores para activar a los servomotores en el siguiente orden:
 - 1. MasterAxis DB. enableAxis
 - 2. 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)

Pra	ctica3	_Coordinacion PLC_Servos [CPU 1511T-1 PN]	Watch and for	ce tables 🕨 Wat	ch table_1				_ @ =×
ý	学 u	ž 🕼 🍠 % 🕫 📭 📭							
	i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value	4	Comment	Tag comment
1		"MasterAxis_DB".enable		Bool	TRUE	TRUE	M 🛃		TRUE: Enable functionality of FB
2		"MasterAxis_DB".jogForward		Bool	TRUE	TRUE	🗹 🔺		Rising edge: Move an axis in jog mode (fo
3		"MasterAxis_DB".moveVelocity		Bool	FALSE	FALSE	🗹 🚹		Rising edge: Move an axis at constant vel
4		"Slave_Axis_DB".enable		Bool	TRUE	TRUE	M 🛃		TRUE: Enable functionality of FB
5		"Slave_Axis_DB".jogForward		Bool 💌	TRUE	TRUE	🛛 🖌		Rising edge: Move an axis in jog mode (fo
6		"Slave_Axis_DB".moveVelocity		Bool	FALSE	FALSE	🗹 🔺		Rising edge: Move an axis at constant vel
7		"AxesConfig_DB".MasterAx_Config.moveVelocity.velocity		Floating-point nu	200.0				Velocity/Speed for motion process (Value
8		"AxesConfig_DB".SlaveAx_Config.moveVelocity.velocity		Floating-point nu	200.0	300.0			Velocity/Speed for motion process (Value
9		"AxesConfig_DB".MasterAx_Config.jog.velocity		Floating-point nu	100.0				Velocity for jogging (Value > 0.0: The spe
10		"AxesConfig_DB".SlaveAx_Config.jog.velocity		Floating-point nu	100.0				Velocity for jogging (Value > 0.0: The spe
11			<add new=""></add>						

Ilustración 59 Watch table_1 -> Activar monitoreo -> Forzar valores

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



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.

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. ¿Los servocontroladores S210 requiere de un PLC para poder funcionar? (Argumente su respuesta)



2. ¿Cuál es la ventaja de utilizar una librería como la "LAxisCtrl"?

VII. Actividad de investigación

Investigue la funcionalidad de los Data Blocks en TIA Portal

VIII. Conclusiones y observaciones.

Referencias

- Angulo, S., & Ding, B. (2015). Multi-axis synchronization control of servo systems. *Control Engineering Practice, 34*, 110-117. <u>https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2014.09.013</u>
- 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 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 recuerimientos.	NO ACEPTABLE (0 PUNTOS) No demuestra entendimiento del Problema o de la actividad.
1. 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.



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

I. Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente d	e de energía Riesgo asociado		iado	Medidas de control	Verificación
1 ^{ro}	Voltaje alterno	4 ∼ 220 V	Electrocución	A	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
2 ^{do}	Voltaje alterno	4 ∼ 127 V	Electrocución	<u></u>	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	
3 ^{ro}	Voltaje continuo	24 V	Daño a equipo		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 2 Controlador Siemens S7-1500T



Ilustración 3 Servocontrolador Sinamics S210



Ilustración 4 Servomotor Simotics S-1FK2

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

IV. Introducción

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.



Práctica 4:

Desarrollo de la actividad V

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"

IP:

- d. Seleccionar la casilla "Full Access (no protection)"
- 3. Agregar dos servocontroladores al proyecto, en cada uno:
 - a. Nombre: Servo_1
 - 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

un



Ilustración 7 Visualización desde Network view

1FK2104-4AK1 terminación x-xMxx (Utilizar el filtro de búsqueda para añadir el motor)

f. Nombre: Servo 2

e. Añadir

- 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

servomotor

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]



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

- b. Synchronization: Sync master
- 5. 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"

	Normal conduct
	9-10 system PLC Server PUCTINE (IC-System CIC)
RELEVANT	* * * * * * * * * * * * * * * * * * *
1 er feldet ander bei	> (uns (e) (c) (u) S. Popertier. Su into (x Disponite)
a	P P C C C S Pageter S Pageter S Sequences #
A A) Intern S. Properties Luints Comparates () Compa
A Conservation of a set of a	> rom > rom > rom > rom > Paperfeit > infa > Daponites >

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

< III		>	00%	4 III
PROFINET Interface [IE1]			😟 Properties 🛛 🗓 Info 🚯 🚡 I	Diagnostics
General IO tags System constants	Texts			
General	Drive		Partner	
Ethernet addresses	Name Drive control-Telegrams		PLC_Servos	
Telegram configuration	Role Device	1	Controller	
Advanced options Shared Device	IP address 192 . 168 . 105 . 11		192 . 168 . 105 . 10	
	Telegram SIEMENS telegram 105			
	Slot 3			
	Start address PZD 1	-	1 256	
	Length 10	words	10	words
	Extension -		-	
	rganization block		MC_Servo	
	Process image		PIP OB Servo	
Devices & ne				

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"

< 11			> 100%			< 11		>
Servo_2 [S210 PN]				S Properties	💃 Info 💶 💈	Diagnostics		
General					- 769			
General		Domein settings						•
 PROFINET interface [X Module perameters 	Isochronous mode							
Protection & Security Hardware identifier	Isochronous mode for local r	nodules						
Ethernet commission Time synchronization		🖃 Isochronous mode						
Hardware settings	* Send clock:	2.000					ms 🎮	=
Web server	, Application cycle:	2.000					ms 🎮	
	Tirllo values:	Automatic minimum					-	
	Time Ti (read in process values):	0.125 ms 📮						
	Intervals:	0.125					ms	
< n >	Time To (output process values):	0.25 ms 🗳						¥
Devices & ne								~

Ilustración 10 Servo_2 -> General -> PROFINET interface [XP1] ->Isochronous mode -> Ti/To values: -> Automatic minimum

NIERIA		Código:	01
	Automatización Industrial	Version	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.

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

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

							Function view
99 🖶 🖻 🖻							
Basic parameters	⊘∏						
✓ Hardware interface	Leadi	ng value interconnections					
Drive	0						
Encoder		erconnection overview					
Data exchange with the drive	0			T- 2			
Data exchange with encoder	o	Possible leading values	Leading value source	Type of connection	-		
Leading value interconnections	o .¤	, "MasterAx"	-	Setpoint		- 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10	
Leading value settings				Setpoint			
 Extended parameters 	0						
▼ Mechanics	0						
Drive							
Encoder	0						
Dynamic default values		- Select leading value sour	re				

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
- 6. Colocar el CPU en RUN
- 7. Cargar los archivos de configuración a cada servocontrolador

d new object			_	_		
Name:						
MasterAx						
	~	Name	Version	Type:	TO_PositioningAxs	
100			V6.0	1.200.2000		
2400		- TO_SpeedAxis	V6.0	Number:	-	
		- TO_PositioningAxis	V6.0		○ Manual	
Motion Control		- TO_SynchronousAvis	V6.0		Automatic	
		TO_ExternalEncoder	V5.0		To_PositioningAus To_NositioningAus To_NositioningAus Autometic Autometic axis" (TO_PositioningAus) timps a physical drive in ationing commands to the drive program with control instructions. rechnology objects rail behavior of other why. including the	
1.2		- TO_OutputCam	V6.0	Description:		
M		■ TD_OutputCam V6.0 ■ TD_CamTrack V6.0 The "Positioning axs" (TD_Positioning technology object maps a physical dr = ■ TD_MessuringInput V6.0 the controller	axis" (TO_PositioningAxis)			
	=	TO_MeasuringInput	V6.0	technology obje	ect maps a physical drive in	
-		-	TO_Cam V6.0 You can is	You can issue p	e positioning commands to the	
enp		TO_Cam V6.0 You can issue positioning comman TO_Cam_10k V6.0 drive by means of the user program	of the user program with			
		TO_Kinematics	V6.0	PLCopen motio	n control instructions.	
10110		TO_LeadingAvisProxy	V6.0	Note: The use of	of technology objects	
458				affects the term	poral behavior of other	
				Eprogram.	evens including the	
SIMATIC Ident				10.12		
-						
+1						
Counting.						
measuremen	V	< 11	>			
Additional inf	ormat	ion				

Ilustración 11 Add new object -> Motion Control -> TO_PositioningAxis -> MAsterAx -> Ok

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





 Openance
 Instruction

 Overance
 Instruction

 Overance
 Instruction

 Instruction
 I

Ilustración 13 Extended download to device de Servo_1

No olvidar hacer el one button Tuning para cada servomotor, con ello se verifica la correcta comunicación de los servomotores con los servocontroladores, además de optimizar los motores para su uso en TIA Portal.

 Interdependent
 Inter-state
 Inter-state
 Inter-state

 Inter-state
 Inter-state
 Inter-

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.

INGENIERIA		Código: Versión	01
	Automatización Industrial	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 19 MasterAx -> 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



Bucer en: L-bock2: DBkg/Based_V15 Name: Status Version Bucer en: L-bock2: DBkg/Based_V15 Intel® Status Version Access Right Additional Files: 2502/2025 06179 p.m. Carp Bucer en: Logs 2502/2025 06179 p.m. Carp Sourd en: Logs 2502/2025 06179 p.m. Carp Balance and davitice: Sourd en: Carp Sourd en: Sourd en: Logs 2502/2025 06179 p.m. Carp Balance and davitice: Logs functione Human Under functione Sourd en: Logs functione Logs functione Logs functione Sourd en: Logs functione Logs functione Logs functione <	-			 35-15 	ONE ITOONALS"	CORE AND CALL OF A CAL	18
Bacter of Figlio LikeOLD/DBArg/Issed_1/13 Image: Constraint of the second closed of the seco	🔛 Open global	Ibrary.			×	Name Statut Verti	- Alto
Access rigids Nervice Febra de modificación Upp Access rigids 2502/2015 06/19 p.m. Carpa M 2502/2015 06/19 p.m. Carpa Logo 2502/2015 06/19 p.m. Carpa Statistica 2502/2015 06/19 p.m. Carpa M 2502/2015 06/19 p.m. Carpa Statistica 2502/2015 06/19 p.m. Carpa Marce 2502/2015 06/19 p.m. Carpa Battoria 2502/2015 06/19 p.m. Carpa Marce 2502/2015 06/19 p.m. Carpa Battoria 2502/2015 06/19 p	Buscar en:	LAviel	ChL_DBAnyBased_V19 ~	0 # = =-		x · · ·	- Co
Ked Tps: Luis2nLCBVySaued_V19	Acceso rápido Escritorio Escritorio Eticliotecas Este equipe	Nombre Adda IM Logs Syste top User XRef	n m ives Chrl. ()BAng Bacad, VI 9	Fecha de modifica 25/02/2025 06:19 p 25/02/2025 06:19 p	ción Tipo a.m. Carpa a.m. Carpa a.m. Carpa a.m. Carpa a.m. Carpa a.m. Carpa a.m. Carpa a.m. Siam	C III Image Image Image Image Image	31 Online tools wy Tasks
Tipo: Cabdail Bawy Cancelor Cancelor	ed Red	< Nombre:	LAuxOr_DBAryBased_V19	~	Abit		Librarie
		Tipo:	Global library Abri: como archivo de solo lectura	v	Cancelar		4

Ilustración 20 Libraries -> Open global library -> LAxisCtrl_DBAnyBased_V19



llustración 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".

1	Data block	100 C	1	Data block	
Single instance	Neme: Number If you call the tu block saves its	Mercel Mercel Mercel Automatic Inciden block as a single instance, the function data in for own instance data block.	Single	Name Number Number Hyeu call the R block savec its	StareAnic_OB StareAnic_OB Attematic Antematic Antematic Antematic Antematic Antematic Attem
	more			more	

Ilustración 22 DB -> MasterAxis_DB

Ilustración 21 DB -> SlaveAxis_DB

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





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.

	Ax	es(Config_DB		
	Nome		me	Dete type	Stort value
11	-	•	Static		
20	-0		MasterAx_Config	"LAxisCtrl_typeAxis	
1	-0		SlaveAx_Config	"LAxisCtrl_typeAxis	
4:			<add new=""></add>		

llustración 25 MasterAx_Config / SlaveAx_Config

	%DB3 "MasterAx_DB"			%DB4 "SlaveAxis_DB"	
	%FB30616 "LAxisCtrl_Axis"			%FB30616 "LAxisCtrl_Axis"	
	EN	ENO -		EN	ENO
True —	enable	valid -	FALSE True -	enable	valid — FALSE
FALSE -	enableAxis	busy -	FALSE FALSE	enableAxis	busy FALSE





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

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

Regresar al DB AxesConfig_DB y colocar los siguientes valores:

	Master:									Sla	Slave:			
moveVelocity:		ocity:	Velocity: 250.0 VelocityChanceOnTheFly: TRUE			/: moveVe	moveVelocity:			Velocity	Velocity: 250.0 VelocityChanceOnTheFly:			
-	Avos	onfi		; ·	, , , .	• •		Axe	sCon	nfig	_DB			
	Nor	, on ng	9_00	Data tuno	Start value	Potnin	i 📃	1	Name	•		Data type	Start value	
1		Stati	-	Data type	Start value	Retail	1	1	▼ St	tatic				
2		- M	hostorAv Config	"L Avis Ctrl. tumo Avis			2	- 1	• •	Ma	sterAx_Config	"LAxis Ctrl_type Axis		
2	-		asterio_comig	"LAvis Ctrl_type Axis			3		• •	Sla	aveAx_Config	"LAxisCtrl_typeAxis		
2			generalsettings	LAxis Ctrl_typeGen			4			•	generalSettings	"LAxisCtrl_typeGen		
4	-		power	LAxisCtri_typePow			5			•	power	"LAxisCtrl_typePow		
5		• •	Jog	"LAxisCtrl_typeJog"			6			•	jog	"LAxisCtrl_typeJog"		
6		• •	moveVelocity	"LAxisCtrl_typeMov			. 7			•	moveVelocity	"LAxisCtrl_typeMov		
7			velocity	LReal	250.0		8			•	velocity	LReal	250.0	
8			acceleration	LReal	-1.0		9	-		•	acceleration	LReal	-1.0	
9			deceleration	LReal	-1.0		10			•	deceleration	LReal	-1.0	
10			jerk	LReal	-1.0		11	-		•	Jerk .	LReal	-1.0	
11			direction	Int	0		12	-		•	direction	Int	0	
12	-00		positionControlle	ed Bool	TRUE		13	-		•	positionControlled	Bool	TRUE	
12			velocit/ChangeO	nThe Rool	TRUE		14				velocityChangeOnThe	. Bool	TRUE	

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

	Ax	esCor	nfig	LDB		
		Name			Data type	Start value
4			•	generalSettings	*LAxisCtrl_typeGen	
5			•	power	"LAxisCtrl_typePow	
6			•	jog	"LAxisCtrl_typeJog"	
7			•	moveVelocity	"LAxisCtrl_typeMov	
8			•	velocity	LReal	250.0
9			•	acceleration	LReal	-1.0
10			•	deceleration	LReal	-1.0
11			•	jerk	LReal	-1.0
12			•	direction	Int	0
13			•	positionControlled	Bool	TRUE
14			•	velocityChangeOnThe	Bool	TRUE
15			•	stop	"LAxisCtrl_typeStop"	
16			•	fastStop	"LAxisCtrl_typeFast	
17			•	torqueLimiting	"LAxis Ctrl_type Torq	
18			•	homing	"LAxisCtrl_typeHo	
19			•	posRelative	"LAxisCtrl_typePosR	
20			•	posAbsolute	"LAxisCtrl_typePos	
21			•	posSuperimposed	"LAxisCtrl_typePosS	
22			•	gearInRelative	"LAxisCtrl_typeGear	
23			•	ratioNumerator	Dint	1
24			•	ratioDenominator	Dint	1
25			•	acceleration	LReal	-1.0
26			•	deceleration	LReal	-1.0
27	-00		•	jerk	LReal	-1.0
28			•	ratioChangeOnTheFly	Bool	TRUE
	-		•			

Ilustración 30 SlaveAx_Config -> GearInRelative

En el Watch table agregar (ilustración 32):

Sin salir de la variable SlaveAx_	_Config,	modificar	los	siguientes
parámetros:				

VelocityChangeOnTheFly: True

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

22	-	• •	gearInRelative	*LAxisCtrl_typeGear	
23	-01		ratioNumerator	Dint	1
24	-		ratioDenominator	DInt	1
25	-11		acceleration	LReal	-1.0
26	-		deceleration	LReal	-1.0
27	-11		jerk	LReal	-1.0
28	-		ratioChangeOnTheFly	Bool	TRUE
29	-	• •	gearInAbsolute	"LAxisCtrl_typeGear	
30	-		ratioNumerator	Dint	1
31	-		ratioDenominator	Dint	1
32	-		masterSyncPosition	LReal	0.0
33	-		slaveSyncPosition	LReal	0.0
34	-		syncProfileReference	Dint	1
35	-		masterStartDistance	LReal	10.0
36	-		velocity	LReal	-1.0
37	-		acceleration	LReal	-1.0
38	-		deceleration	LReal	-1.0
39	-		jerk	LReal	-1.0
40	-		syncDirection	Dint	1
41	-		ratioChangeOnTheFly	Bool	TRUE

Ilustración 31 SlaveAx_Config -> GearInAbsolute

1	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value	9	Comment	
1	"MasterAxis_D8".enableAxis		Bool		FALSE	I	L	
2	"MasterAxis_D8".moveVelocity		Bool		FALSE	M /	L.	
3	*SlaveAxis_DB*.enableAxis]	Bool		FALSE		L.	
4	*SlaveAxis_DB*.moveVelocity		Bool		FALSE		L.	
5	*AxesConfig_DB*.MasterAx_Config.moveVelocity.velocity		Floating-point nu					
6	"SlaveAxis_DB".gearInRelative		Bool		FALSE		L.	
7	*AxesConfig_DB* SlaveAx_Config.gearInRelative.ratioNumerator		DEC+I-					
8	*AxesConfig_DB*.SlaveAx_Config.gearInRelative.ratioDenominator		DEC+-					
9		<add new=""></add>						

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

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

					1	Configuration	🔚 Time diagram	FF
획 화 😹 적 적 적 🕂 🕂 권	₫ ₫	Y						
- Confouration	7							
Signals	Confi	gura	ation					
✓ Recording conditions	Ciano	le.						
Sampling	Signa	15						
Trigger								
Measurements on devic			Name	Data type	Address	Comment		
	1	-	*MasterAxis*.ActualPosition	LReal				
	2		"SlaveAxis".ActualPosition	LReal				
	З				<add></add>			

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

			Y Configuration
ୟ 🔬 😤 🕾 🕾 🕂 🔁	3 3 7		
	7		
 Configuration Signals 	Recording conditions		
 Recording conditions Sampling 	> Sampling		
Trigger			
Measurements on devic	Sample with:	"Main"	%OB1
	Record every:	1	Cycle
	Max. recording duration:	21844 samples]
		🛃 Use max recording duration	
	Recording duration (a):	21844	Samples
	. Térara		
	> Ingger		
	Trigger mode	Pecord immediately	-
	inggermode.	Record inimediately	
-			
	value:	-	
			-
		l	t

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

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

Ý											
	i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value	4	C			
1		"MasterAxis_DB".enableAxis		Bool	TRUE	TRUE	🖂 🔺				
2		"MasterAxis_DB".moveVelocity		Bool	TRUE	TRUE	🛛 🔼				
3		"SlaveAxis_DB".enableAxis		Bool	TRUE	TRUE	🛛 🖌				
4		"SlaveAxis_DB".moveVelocity]	Bool 💌	TRUE	TRUE	🛛 🔼				
5		"AxesConfig_DB".MasterAx_Config.moveVelocity.velocity		Floating-point nu	250.0						
6		"SlaveAxis_DB".gearInRelative		Bool	FALSE	FALSE	🛛 🔁 📥				
7		"AxesConfig_DB".SlaveAx_Config.gearInRelative.ratioNumerator		DEC+/-	1						
8		"AxesConfig_DB".SlaveAx_Config.gearInRelative.ratioDenominator		DEC+/-	1						
9			<add new=""></add>								

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.

	Automatización Industrial	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

2	-	_	ratiochangeonneny	5001	INCE
9	-00	 •	gearInAbsolute	"LAxisCtrl_typeGear	
D	-00	•	ratioNumerator	DInt	1
	-00	•	ratioDenominator	DInt	2
2	-00	•	masterSyncPosition	LReal	0.0
3	-	•	slaveSyncPosition	LReal	0.0
1	-00	•	syncProfileReference	DInt	1
5		•	masterStartDistance	LReal	10.0
5	-	•	velocity	LReal	-1.0
7	-00	•	acceleration	LReal	-1.0
3		•	deceleration	LReal	-1.0
9	-	•	jerk	LReal	-1.0
D	-00	•	syncDirection	DInt	1
	-	•	ratioChangeOnTheFly	Bool	TRUE
2	-		camle	"I Avis Ctrl. type Com	

Actividad 2: Operación 2 a 1

IN

Ilustración 38 SlaveAx_Config -> GearInAbsolute -> 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 GearInAbsolute, 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".

INGENIERIA	Automatización Industrial	Código: Versión	01
		Version	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

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.

NGENIER		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

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. <u>https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2014.09.013</u>
- Qu, Z., & Wang, H. (2014). Robust coordinated motion control for multi-axis servo systems. IEEE *Transactions on Control Systems Technology*, 22 (5), 1728-1735. <u>https://doi.org/10.1109/TCST.2013.2296165</u>
- García, F. J. (2017). Sistemas de control automático (3.a ed.). Marcombo.