



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DIDÁCTICO PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS SOBRE CONTROL DE MOVIMIENTO

*Alumnos: Carrillo Sánchez, Alejandra Estefanía  
Zurita Tapia, Susan Dayanara*

*Director: Ing. Edwin Pruna*

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Carrera de Ingeniería Electrónica e Instrumentación.



## Objetivo General:

Diseñar e implementar un sistema didáctico para el desarrollo de prácticas sobre control de movimiento

## Objetivo Específicos:

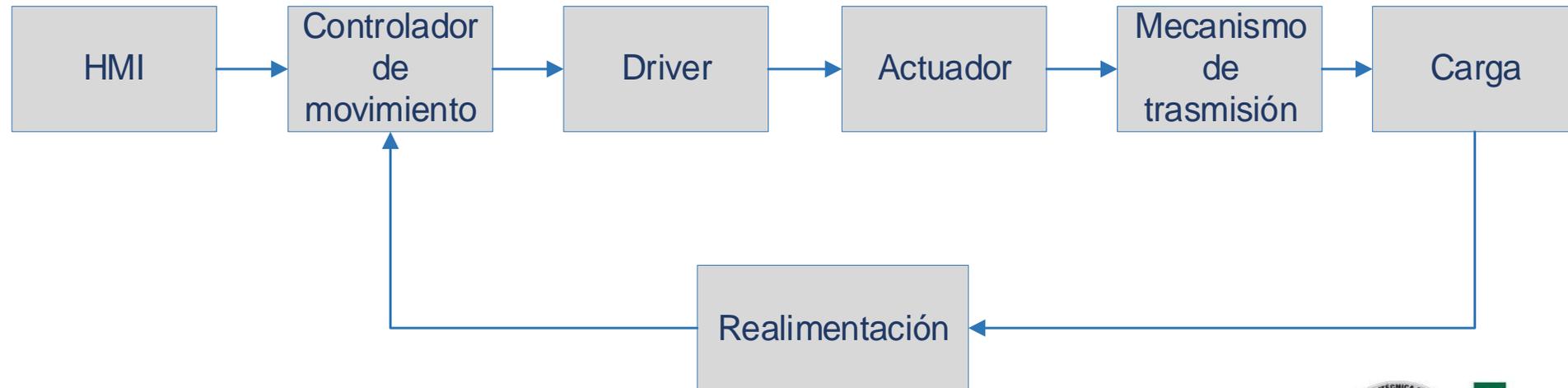
- Investigar acerca de los sistemas didácticos, control de movimiento y diversas aplicaciones industriales.
- Diseñar el sistema de control de movimiento, mediante diagramas P&ID y de lazo.
- Implementar el sistema de control de movimiento utilizando materiales del laboratorio.
- Validar el sistema de control de movimiento con diferentes aplicaciones prácticas.



# CONTROL DE MOVIMIENTO

El Control de Movimiento engloba el control de posición, velocidad y torque de ejes, así como la sincronización entre ellos.

Actualmente, el control de movimiento se emplea en diferentes industrias como son el área de la robótica, envasado, ensamblaje, textil, papel, procesamiento de alimentos, productos de madera, fabricación de semiconductores, pruebas de laboratorio, entre otras.

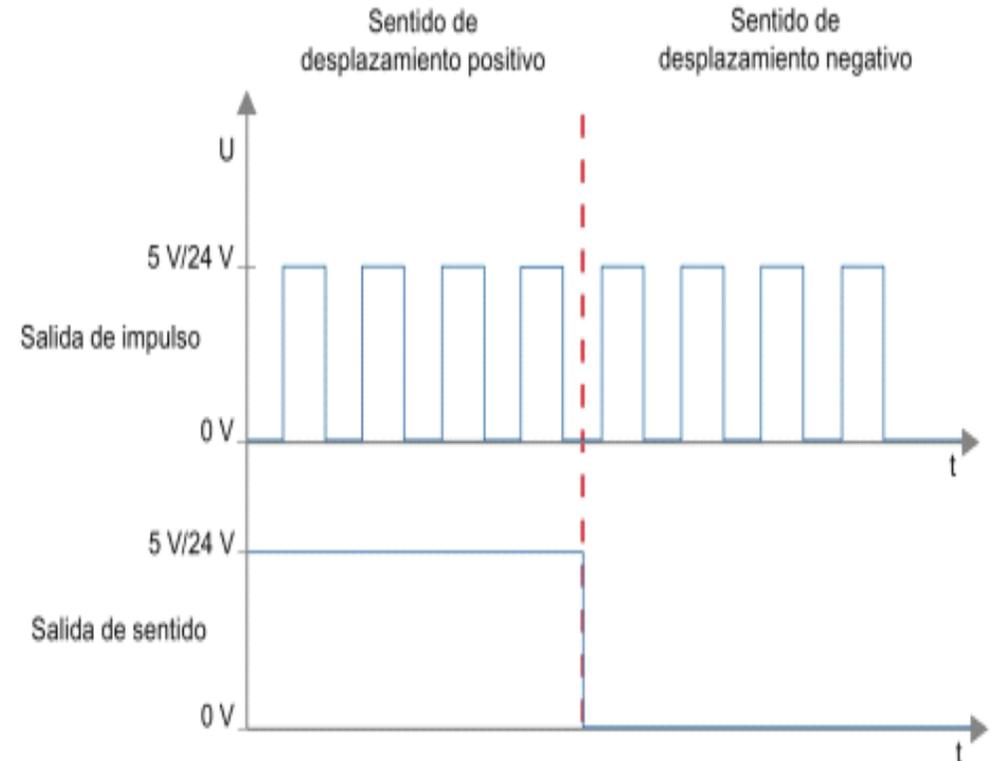


# SALIDA DE TREN DE PULSOS (PTO)

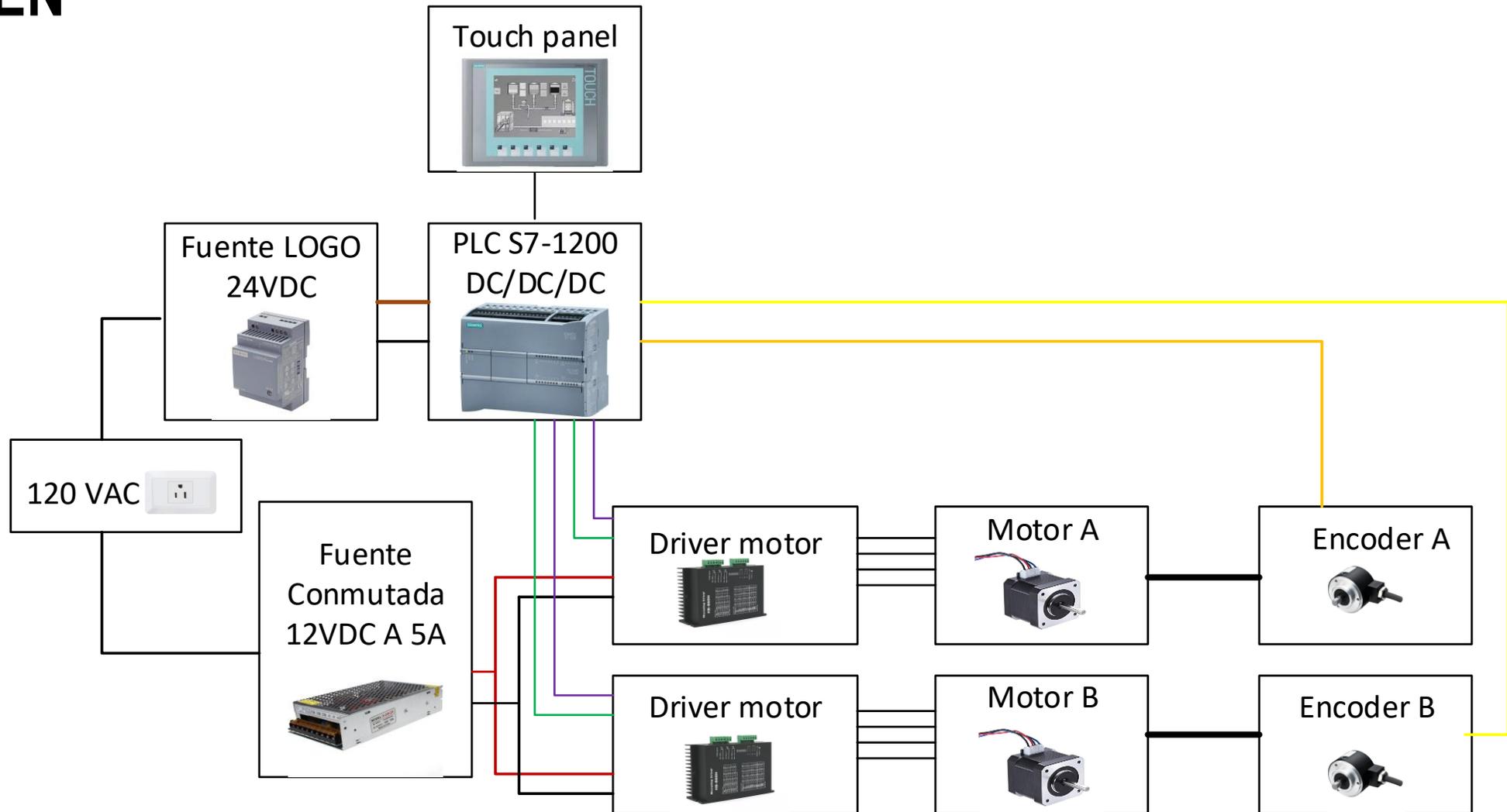
Es una forma de onda cuadrada, que se mantiene con un tiempo de alto y bajo iguales, es decir, tiene un factor de trabajo del 50%, dejando la opción de controlar la frecuencia de los pulsos.

PTO (impulso A y sentido B): para el control del motor paso a paso se emplean una salida de impulso y una de sentido.

(a)



# RESUMEN

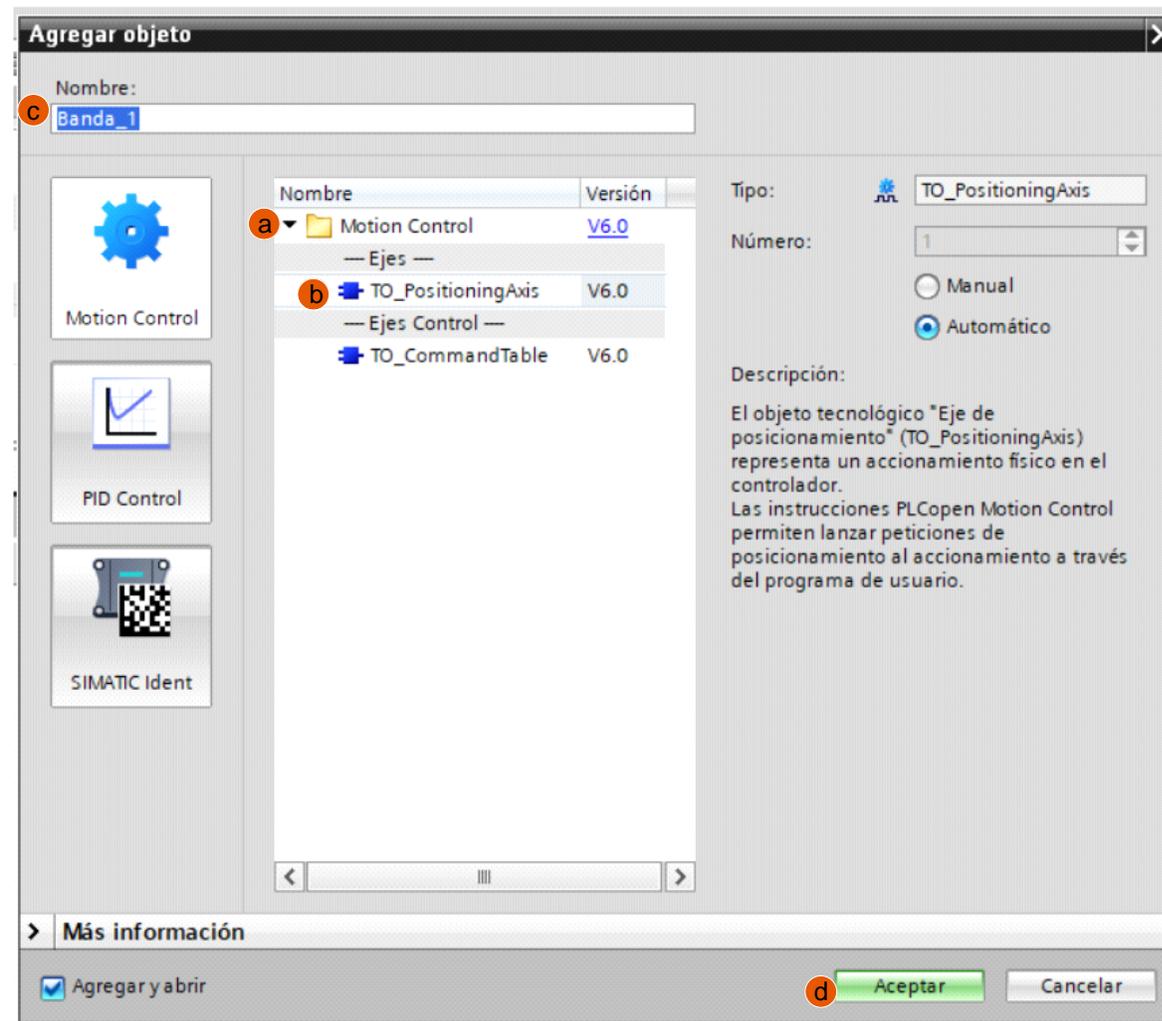


# DESARROLLO DEL SISTEMA

Para implementar un sistema de control de movimiento con la CPU S7-1200 hay que realizar la configuración de los objetos tecnológicos siguientes:

- ✓ Eje de posicionamiento
- ✓ Tabla de peticiones.

El accionamiento se configura en base a señales PTO.



# EJE DE POSICIONAMIENTO

Representa al accionamiento físico en el controlador

1. Configuración: para la lectura y escritura de los datos de configuración del objeto tecnológico.
2. Puesta en servicio: permite realizar una prueba de funcionamiento del eje sin tener la necesidad de crear un programa de usuario
3. Diagnóstico: mediante este se puede realizar una lectura de las informaciones actuales de errores y del estado del objeto tecnológico.



# TABLA DE PETICIONES

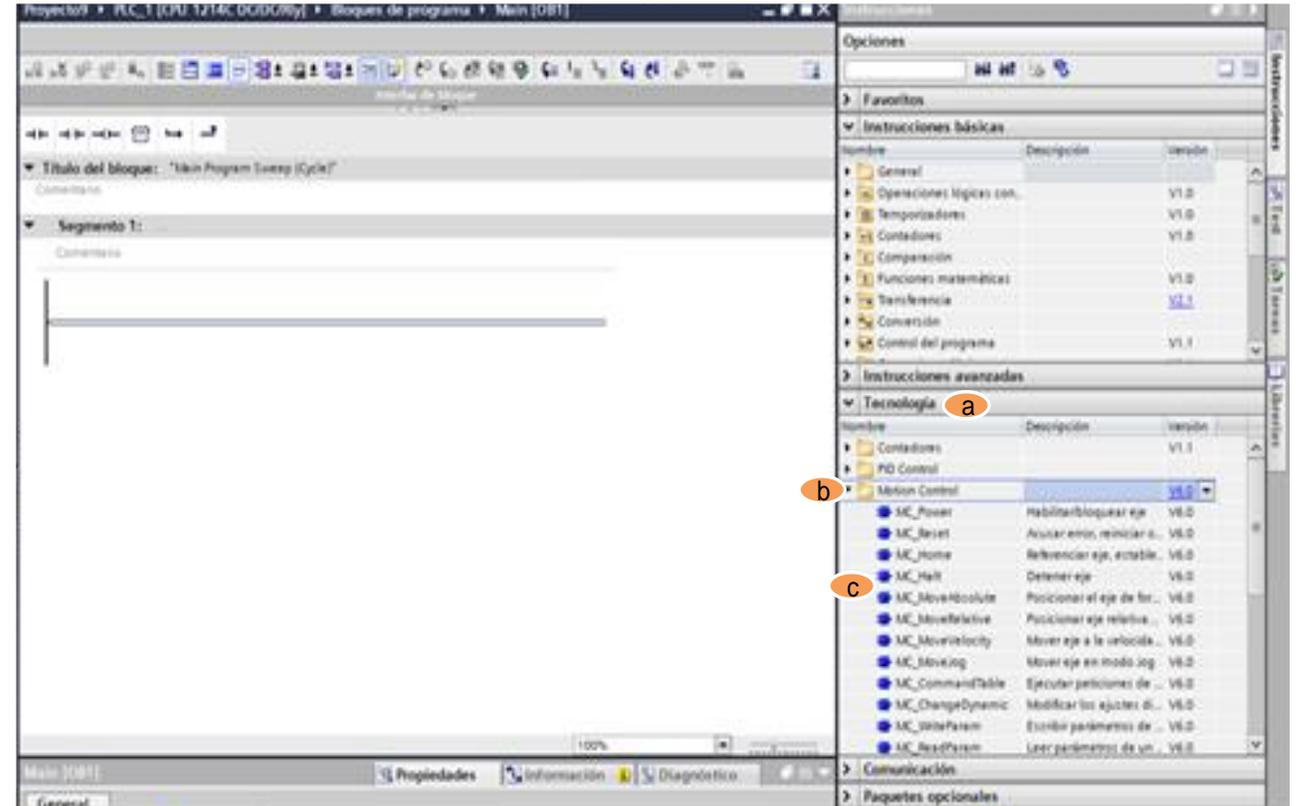
Permite la creación de perfiles de movimiento mediante una tabla en un cuadro de dialogo para su configuración

1. Configuración: permite establecer las propiedades del objeto tecnológico como crear una o varias secuencias de movimiento configurando instrucciones individuales.



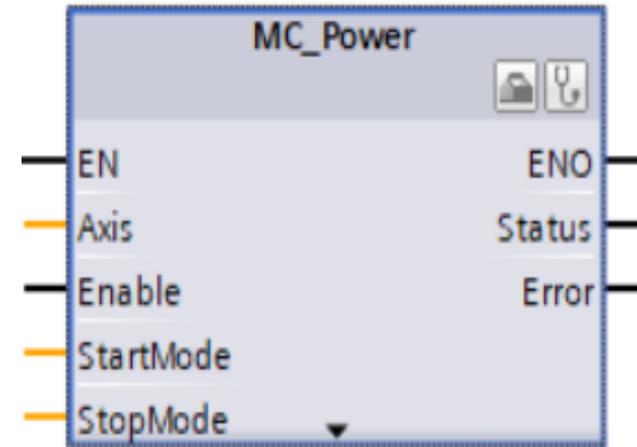
# INSTRUCCIONES DE CONTROL DE MOVIMIENTO

- ✓ “MC\_Power”
- ✓ “MC\_Reset”
- ✓ “MC\_Home”
- ✓ “MC\_Halt”
- ✓ “MC\_MoveAbsolute”
- ✓ “MC\_MoveRelative”
- ✓ “MC\_MoveJog”
- ✓ “MC\_CommandTable”



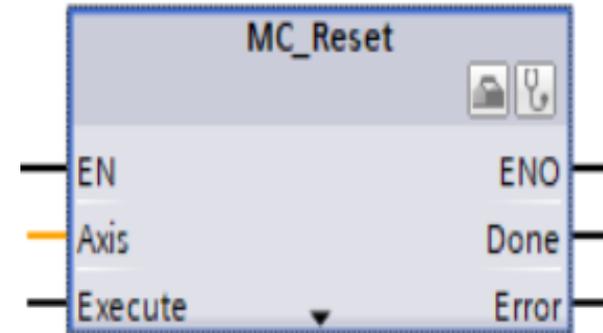
## MC\_Power

Habilita o deshabilita un eje, cuando se encuentra deshabilitado el eje cancela todas las instrucciones.



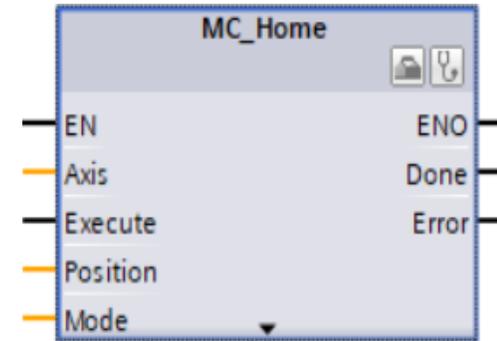
## MC\_Reset

Reporta diferentes errores de funcionamiento con paradas del eje



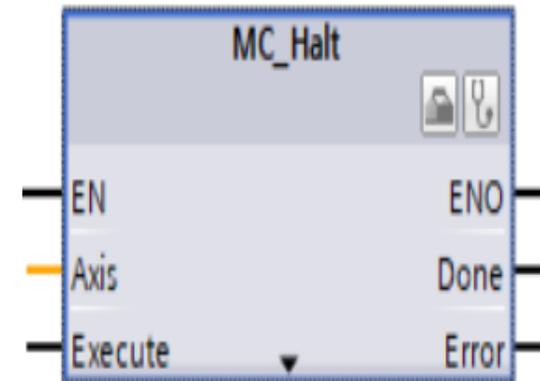
## MC\_Home

Permite configurar el punto de referencia del eje



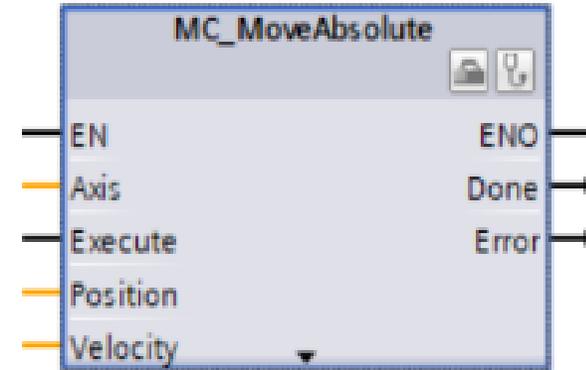
## MC\_Halt

Cancela las operaciones de movimiento y frena el eje



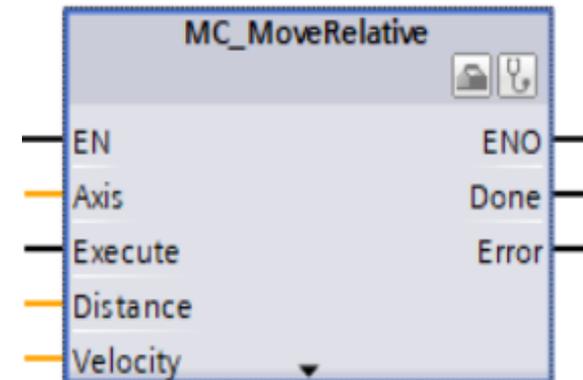
## MC\_MoveAbsolute

Inicia el movimiento del eje con respecto a una posición absoluta.



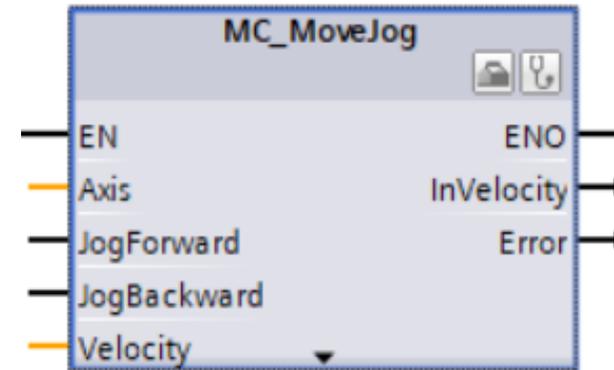
## MC\_MoveRelative

Inicia el movimiento para el posicionamiento relativo del eje con respecto a una posición inicial.



## MC\_MoveJog

Mueve el eje de forma constante a una velocidad establecida por el usuario hacia delante o hacia atrás

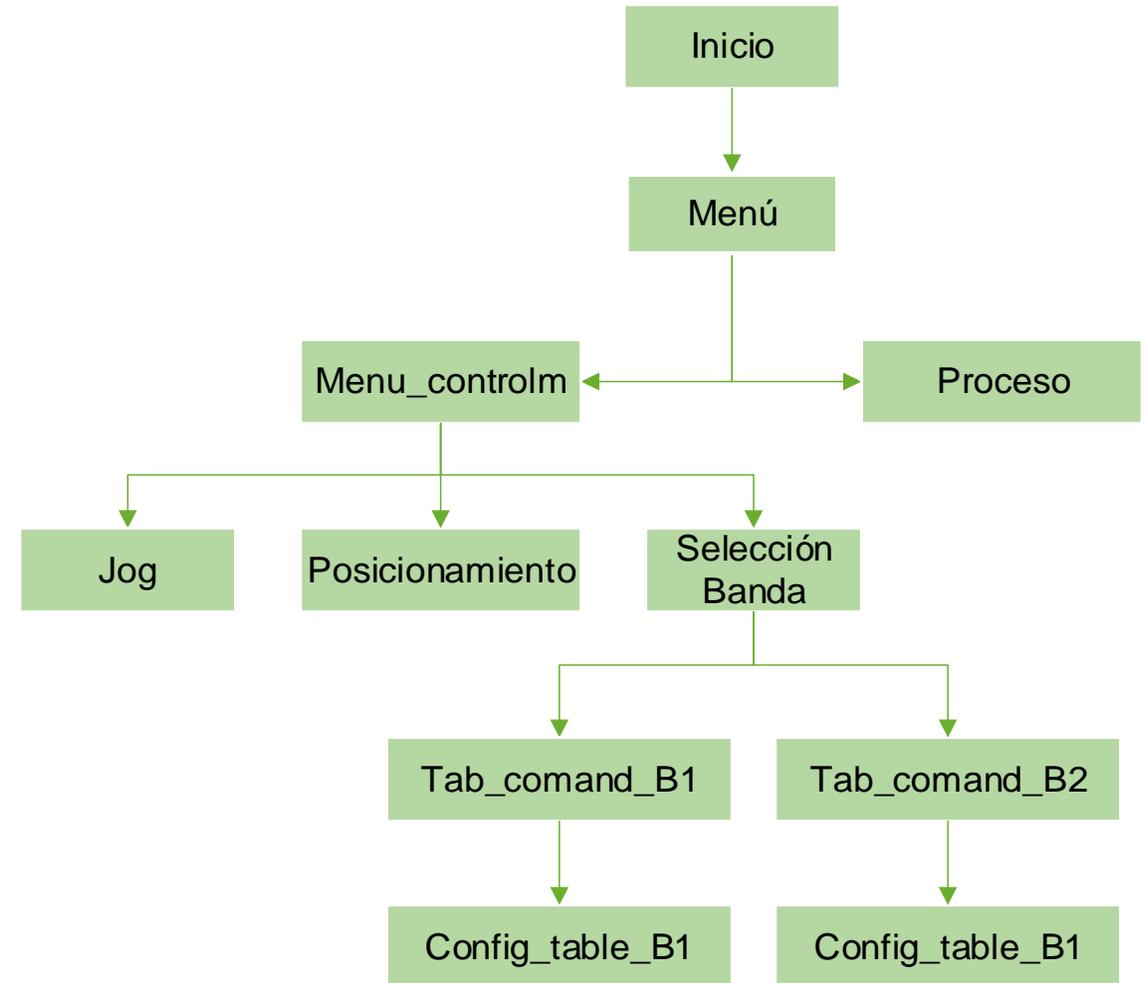


## MC\_CommandTable

Agrupar algunas peticiones para el control del eje en una secuencia de movimientos.



# FLUJO DE ACTIVACIÓN DEL HMI



## Menú de selección de tareas



## Menú de selección de tareas manuales



## Desplazamiento en modo Jog

**Desplazamiento en modo Jog** Regresar

**STATUS B1**

- HABILITADO
- REFEREN..
- ERROR
- DONE
- EJECUTANDO

**BANDA 1** POS. ACTUAL: +000000000,C

-1000 -500 0 500 1000



**Velocidad**

0000 ATRAS ADELANTE

**BANDA 2** POS. ACTUAL: +000000000,

-1000 -500 0 500 1000



**Velocidad**

0000 ATRAS ADELANTE

## Posicionamiento absoluto y relativo

**Posicionamiento Absoluto y Relativo** Regresar

**STATUS B1**

- HABILITADO
- REFEREN..
- ERROR
- DONE
- EJECUTANDO

**BANDA 1** POS. ACTUAL +000000000,I

-1000 -500 0 500 1000



**Velocidad Posición**

0000 +0000 Absoluto Relativo

**STATUS B2**

- HABILITADO
- REFEREN..
- ERROR
- DONE
- EJECUTANDO

**BANDA 2** POS. ACTUAL +000000000,

-1000 -500 0 500 1000

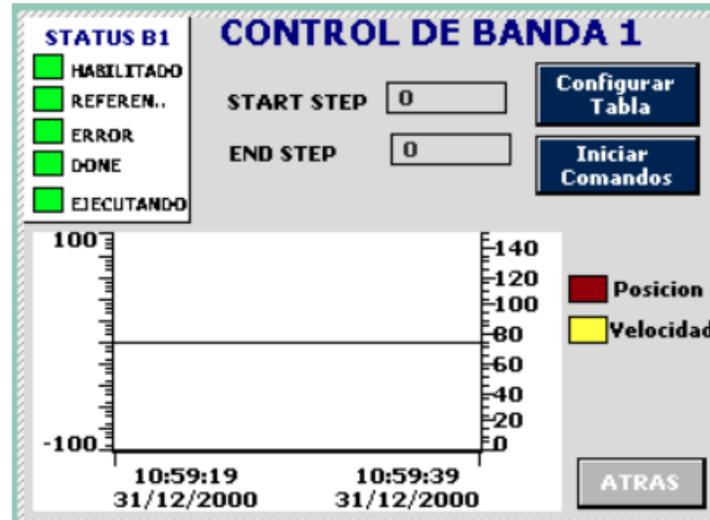


**Velocidad Posición**

0000 +0000 Absoluto Relativo



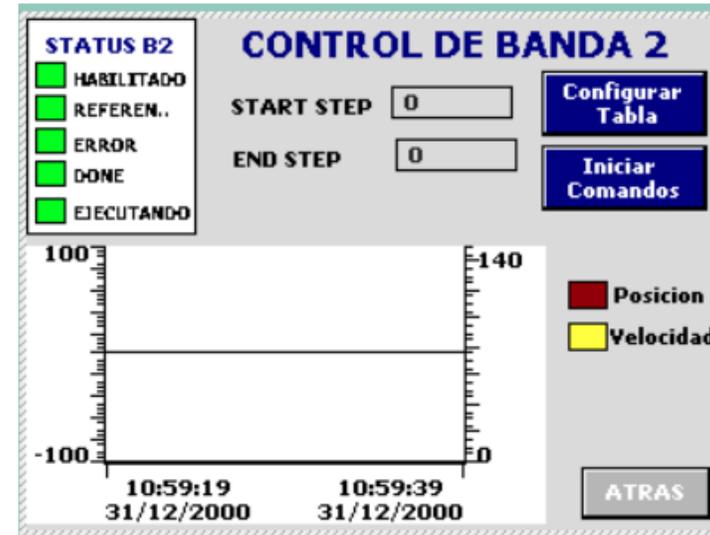
# TABLA DE COMANDOS



### CONFIGURACIÓN DE COMANDOS BANDA 1

	Comandos	Distancia [mm]	Velocidad [mm/s]	Tiempo [s]
1	Vacia	+0000	000	00
2	Vacia	+0000	000	00
3	Vacia	+0000	000	00
4	Vacia	+0000	000	00
5	Vacia	+0000	000	00
6	Vacia	+0000	000	00
7	Vacia	+0000	000	00
8	Vacia	+0000	000	00

**Aceptar**



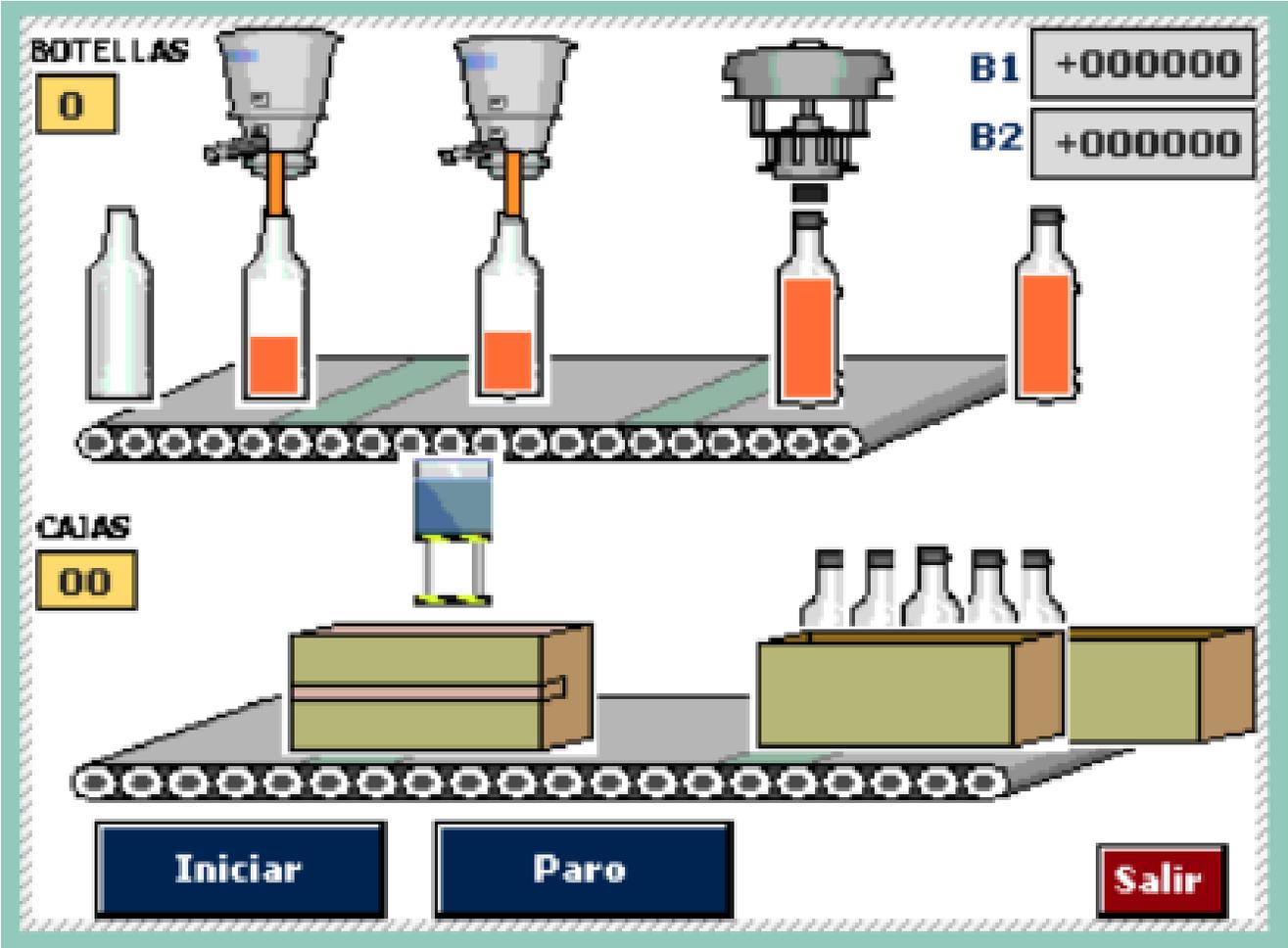
### CONFIGURACIÓN DE COMANDOS BANDA 2

	Comandos	Distancia [mm]	Velocidad [mm/s]	Tiempo [s]
1	Vacio	+0000	000	00
2	Vacio	+0000	000	00
3	Vacio	+0000	000	00
4	Vacio	+0000	000	00
5	Vacio	+0000	000	00
6	Vacio	+0000	000	00
7	Vacio	+0000	000	00
8	Vacio	+0000	000	00

**Aceptar**

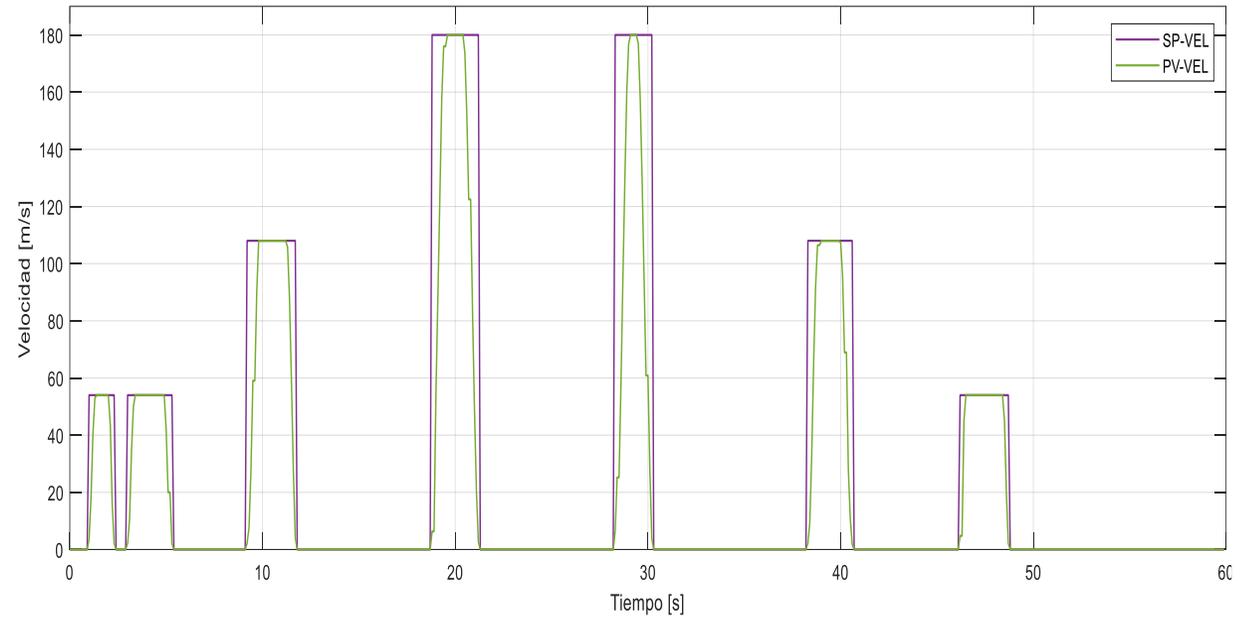
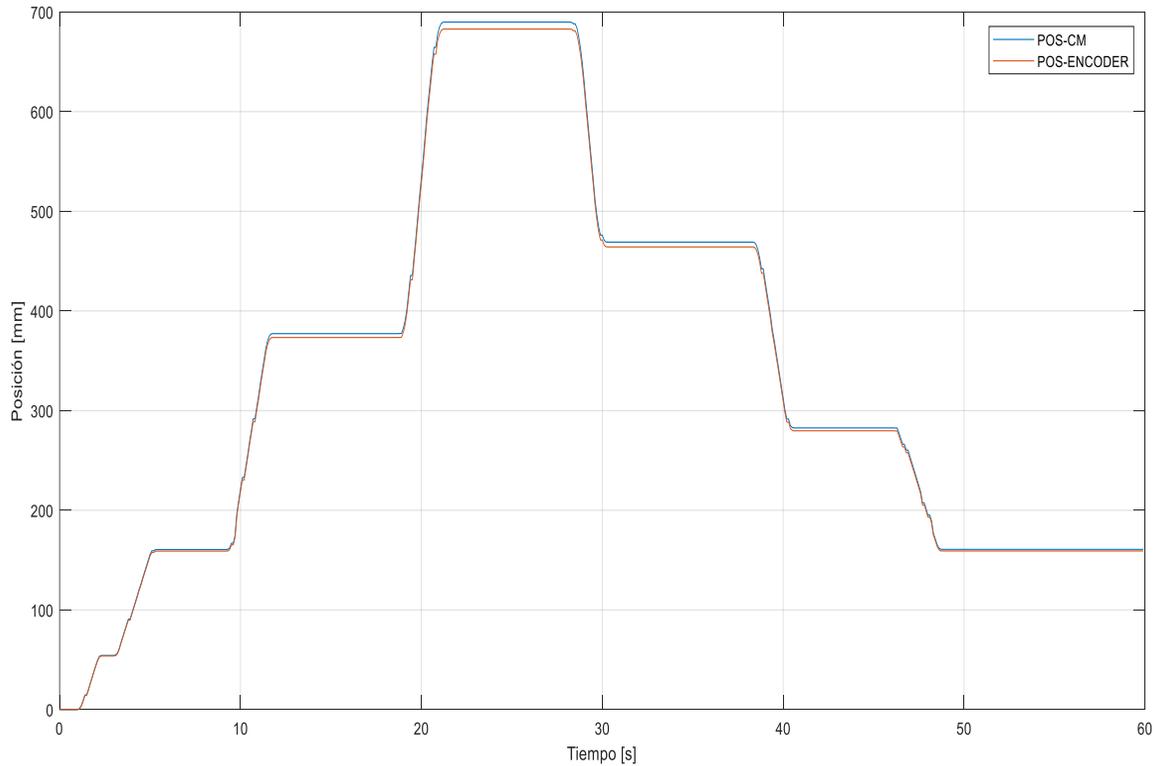


# SIMULACIÓN DE UN PROCESO



# RESULTADOS

## Desplazamiento en Modo Jog

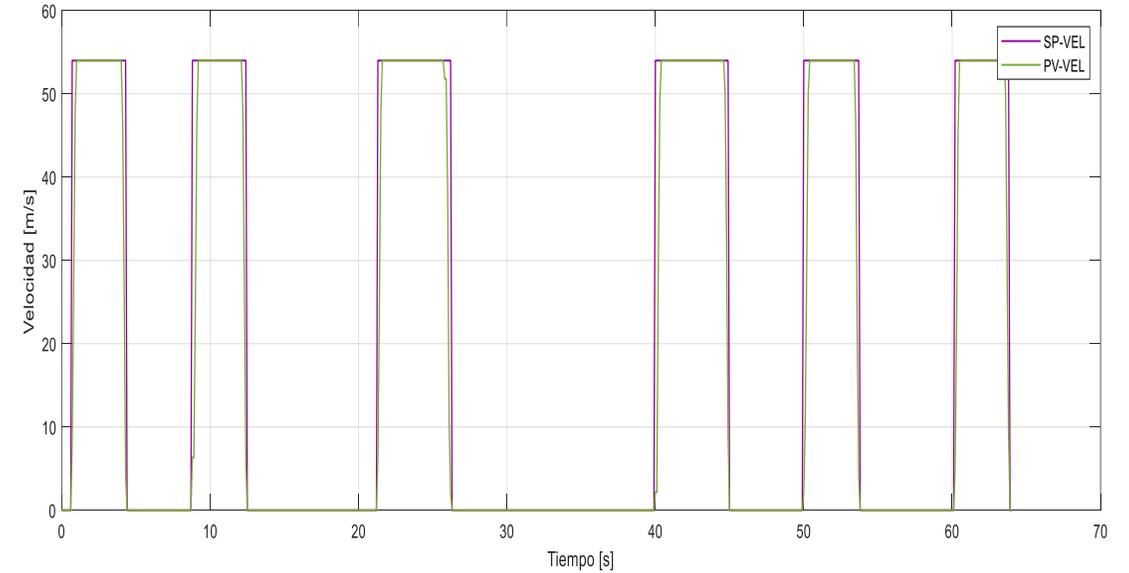
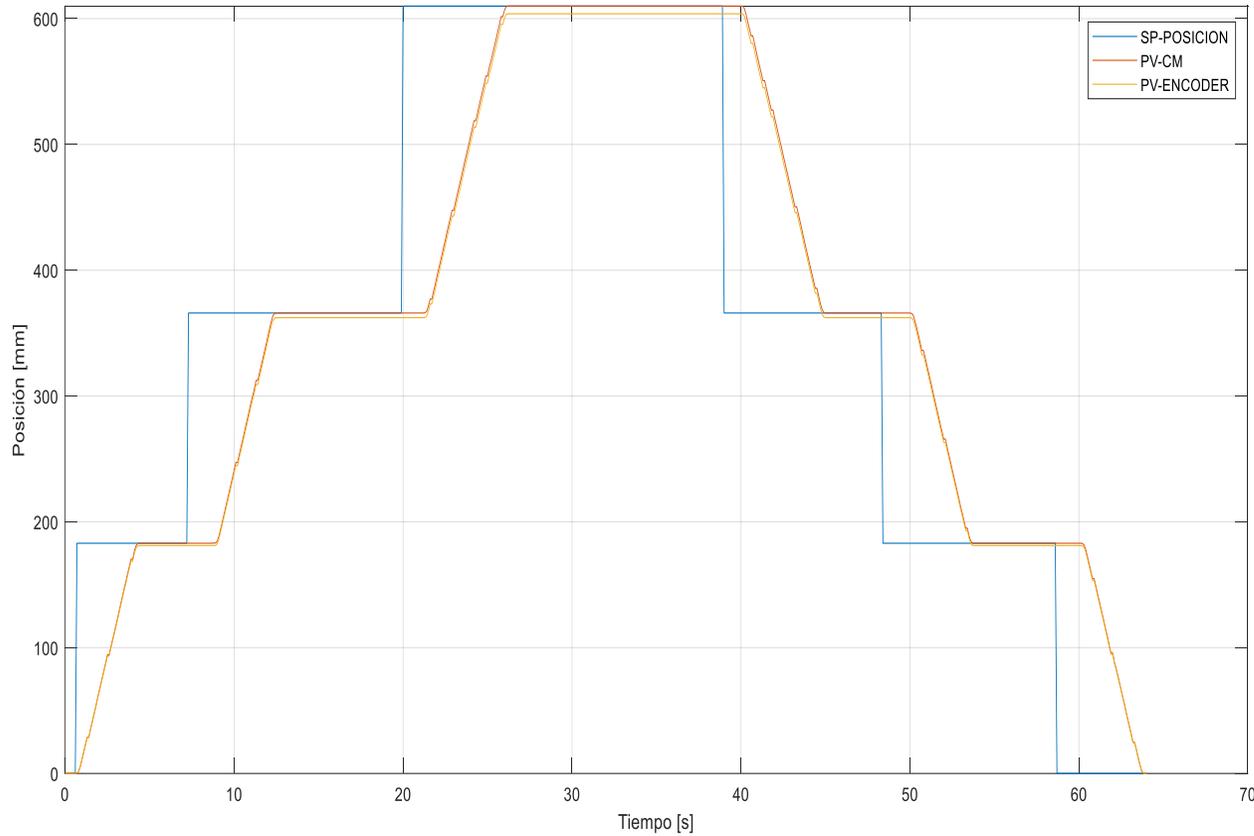


El error absoluto promedio que presenta el sistema en la banda 1 en desplazamientos en modo Jog es de **0.05546**.



# RESULTADOS

## Posicionamiento Absoluto

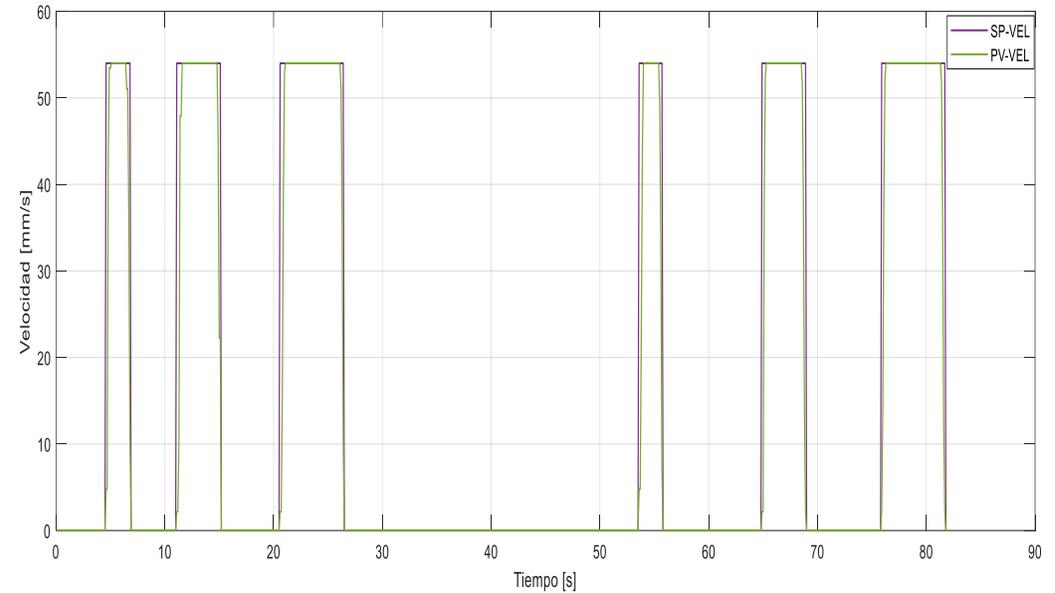
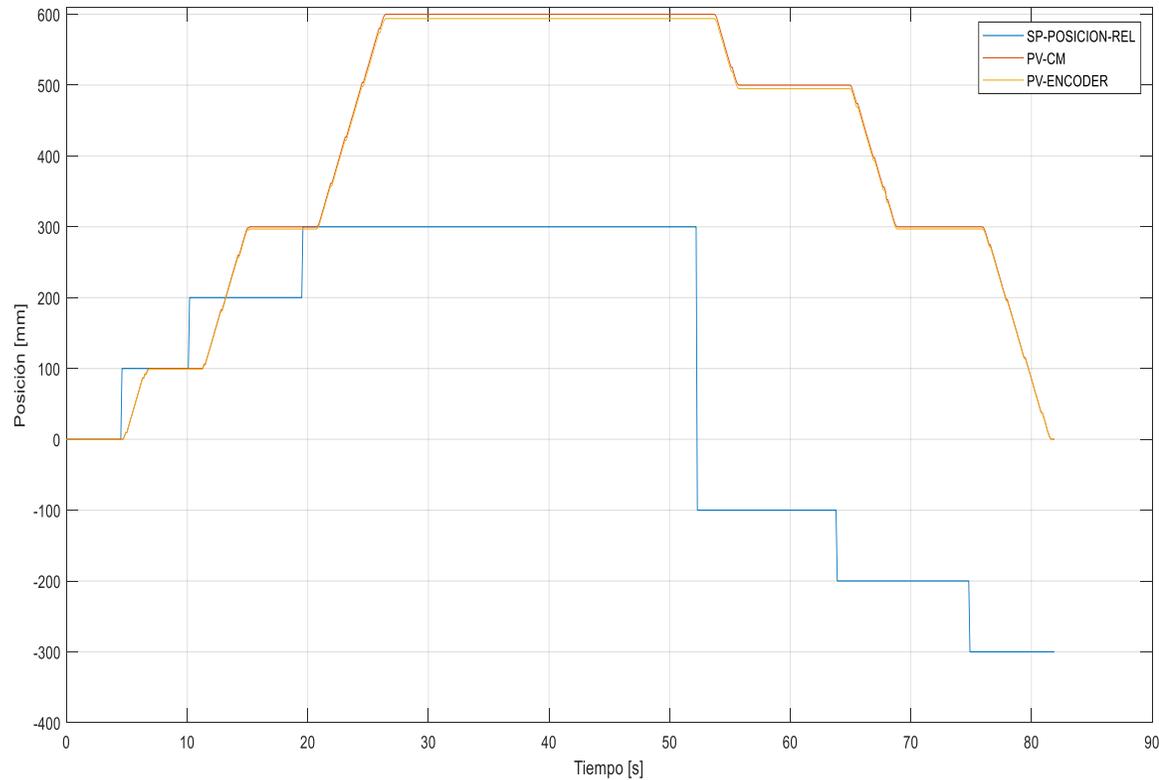


El error absoluto promedio que presenta el sistema en la banda 1 en desplazamientos Posicionamiento absoluto es de **0.04301**



# RESULTADOS

## Posicionamiento Relativo



El error absoluto promedio que presenta el sistema en la banda 1 en desplazamientos Posicionamiento absoluto es de **0.07925**



# CONCLUSIONES

- La investigación realizada ayudó en el diseño e implementación del sistema didáctico, en base a información y esquemas eléctricos de control de movimiento, lo que permitió desarrollar la metodología para el funcionamiento del módulo didáctico.
- El sistema didáctico implementado, permite realizar tareas de movimiento de alta precisión con dos grados de libertad, con indicación local y visualización en un HMI.
- El sistema didáctico es intuitivo y de fácil utilización, esto se verificó en base al resultado de las encuestas cualitativas realizadas a los usuarios del sistema (estudiantes del noveno nivel de la carrera de Ingeniería en electrónica e instrumentación) de donde se obtiene un 98% de respuestas satisfactorias y aceptables.



# CONCLUSIONES

- El sistema didáctico implementado, fue desarrollado en base a las normativas ISA 5.1 e ISA 5.4; en el controlador se desarrollaron los algoritmos para el control en: modo manual, posicionamientos y la simulación de un proceso industrial de envasado y empaquetado de botellas, proporcionando la información necesaria para que los usuarios obtengan conocimientos prácticos sobre este tipo control.
- Realizadas las pruebas de funcionamiento del sistema de control en lazo cerrado, se obtiene los siguientes errores: modo manual error absoluto de 0.06558, control de posicionamiento error absoluto 0.16112, y en la simulación del proceso error de 0.19385, lo que indica el correcto funcionamiento del sistema didáctico en lazo cerrado.



# RECOMENDACIONES

- ✓ Es necesario verificar la corriente que se suministra al motor, debido a que el trabajo que este realiza no necesita de un torque alto, por lo tanto, una corriente elevada causa vibraciones en el sistema.
- ✓ La incorrecta nivelación de las poleas puede afectar al funcionamiento de las bandas y encoders causando un desgaste mecánico y mal funcionamiento del sistema.
- ✓ Para la obtención de datos a través de un OPC es necesaria la activación de la casilla “Permitir acceso vía comunicación PUT/GET del interlocutor remoto”.

