

Unidad 6. Motion Control II. Servomotores

1.- Introducción. ¿Qué es un servomotor?

Un servomotor es un actuador rotativo o motor que permite un control preciso de posición angular, aceleración y velocidad, capacidades que un motor normal no tiene, esto es gracias a un servomecanismo de bucle cerrado que utiliza la retroalimentación de posición para controlar su velocidad de rotación y posición.

Dispone de un encoder que proporciona realimentación de velocidad y posición, así como de algoritmos de control proporcional-integral-derivativo, lo que permite llevar el motor a su posición de forma rápida.

En la imagen se puede ver el servomotor y el servoDrive que controla el servomotor.



Este tipo de dispositivos están disponibles en una gran variedad de tipos, formas y tamaños. El término servo fue utilizado por primera vez en 1859 por Joseph Facort, que implementó un mecanismo de retroalimentación para ayudar a controlar los timones de un barco con vapor.

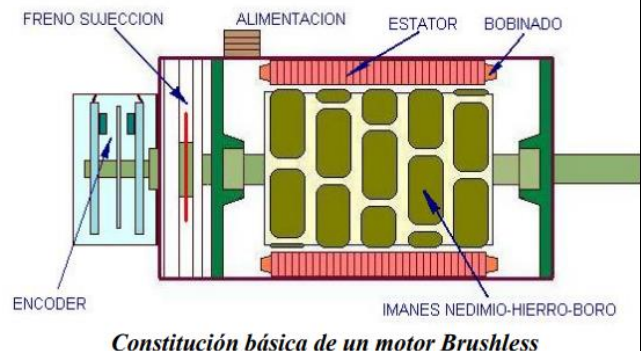
1.1. SERVOMOTORES:

Los servomotores más utilizados en la industria actualmente, son los motores de corriente alterna sin escobillas tipo Brushless, que permiten desarrollar una mayor potencia con un menor volumen.



El rotor incorpora una serie de imanes permanentes contruidos con Neodimio-Hierro-Boro que proporcionan mejor rendimiento y obtención de mejor par en menor tamaño.

El tiempo de posicionamiento se reduce gracias a la reducción de la inercia del rotor lo que permite alcanzar altas velocidades en tiempos reducidos y por otra parte, la posibilidad de hacer girar un motor con una velocidad nominal de 3000 rpm a una velocidad de rotación máxima de 4500 rpm.



Las características principales de este tipo de motores son:

- Prestaciones y par elevado, incluso a velocidad 0 rpm.
- Fiabilidad de funcionamiento y bajo mantenimiento
- Gran exactitud en el control de velocidad y posición incluso a altas velocidades.
- Pérdidas en el rotor muy bajas, rotor con poca inercia.
- Construcción cerrada, útil para trabajar en ambientes sucios
- Amplia gama de potencias (de 100 w a 300 Kw)

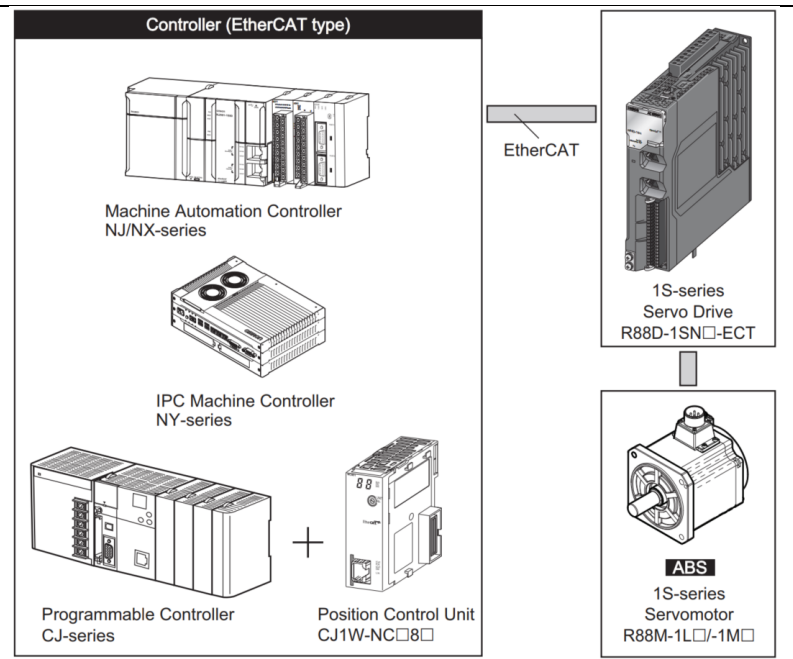
Las principales ventajas del motor Brushless vienen dadas por las posibilidades que ofrece de controlar su velocidad y posicionamiento, incluyendo unas respuestas muy rápidas a las señales de arranque, paro y variaciones sobre la marcha. La posibilidad de construcción de servomotores de distintas formas (compactos, planos, rotor hueco, etc.) permite la adaptación de los mismos a diversas aplicaciones industriales.

2.- Esquema de control de un servomotor

A diferencia de los motores de inducción, los servomotores precisan de un dispositivo de control llamado **servodrive**, dedicado en exclusiva a controlar que su funcionamiento sea el que se ha programado en la aplicación.

En ningún caso se puede conectar el motor directamente a tensión de red 230V o 400V.

El esquema de instalación es el siguiente:



El PLC NX1P2 envía las órdenes de control del servomotor al servodrive mediante su puerto EtherCAT, y este se encarga de controlar el servomotor para que las especificaciones de posición, velocidad y aceleración sean las que se han programado, el caso del NX1P2 se pueden controlar un máximo de 4 ejes de posicionamiento PTP o 2 ejes síncronos.

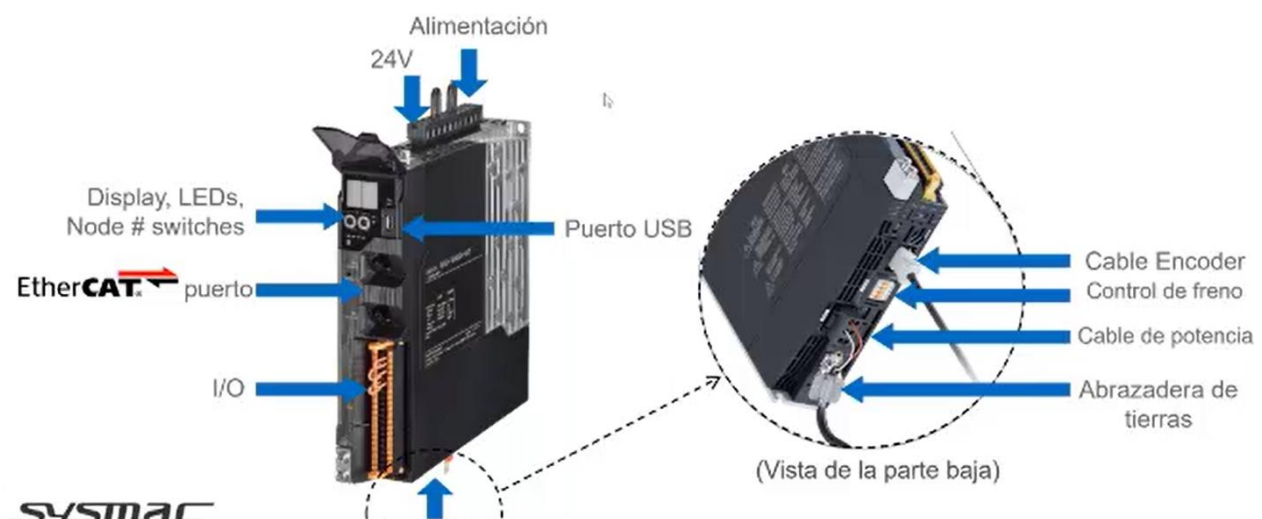
Type	Built-in I/O	Number of controlled axes		Virtual axis	Motion Functions
		Syn-chronous	PTP		
NX1P2-9024DT	24pts	-	4	-	PTP control (simple positioning)
NX1P2-1040DT	40pts	2	4	4	Interpolation Synchronous control ex. Electric CAM
NX1P2-1140DT	40pts	4	4	4	

Ejemplo: Type 1140:

- Max. 8 real axis
- Control síncrono de max. 4 ejes
- Ciclo de control: desde 2ms

Cableado del servomotor.

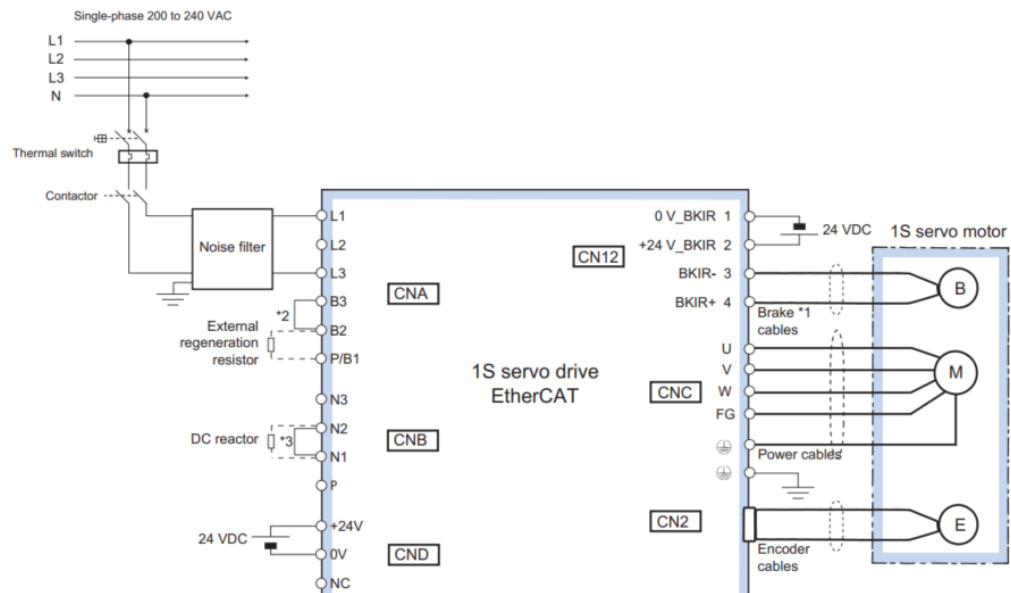
• Diseñado para un sencillo cableado



Vamos a ver el esquema eléctrico del servodrive desglosado por partes funcionales:

Parte de alimentación y potencia

Single-phase, 230 VAC (1.5 kW model)

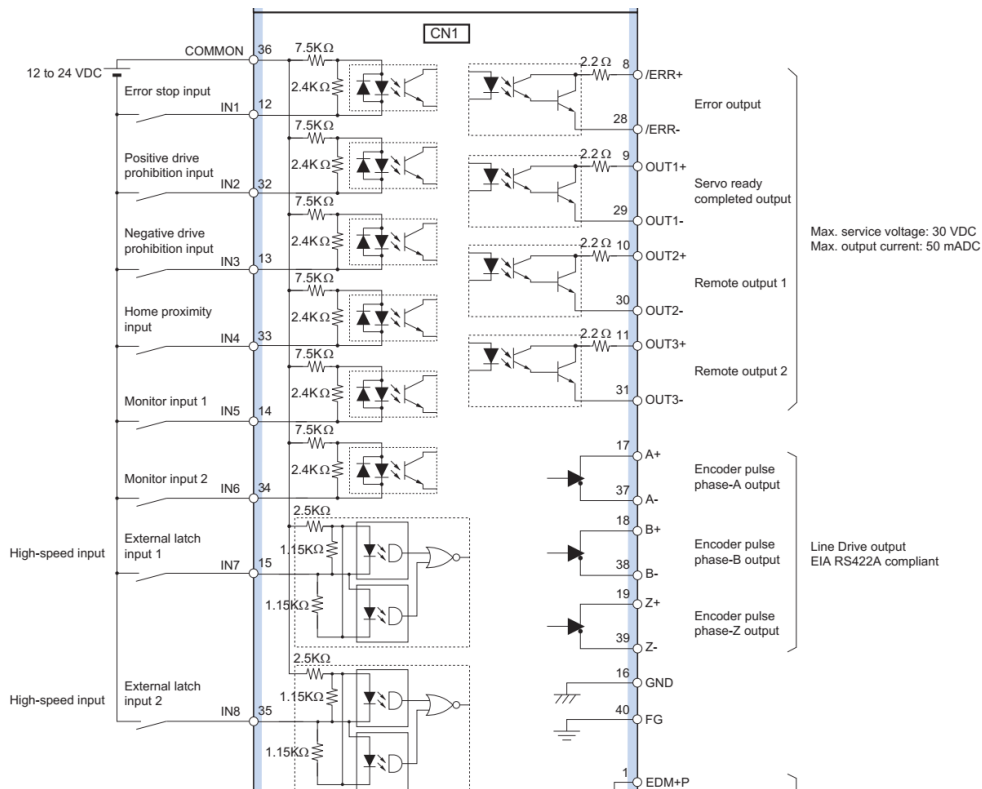


*1. There is no polarity on the brake.

*2. B2 and B3 are short-circuited. If the internal regenerative resistor is insufficient, remove the wire between B2 and B3 and connect an external regenerative resistor between B1 and B2.

*3. To use a DC reactor, remove the short-circuit wire and connect the DC reactor between N1 and N2.

Conector CN1: Los terminales más significativos del conector CN1 frontal son:



3.- Tipos de movimiento en los servomotores.

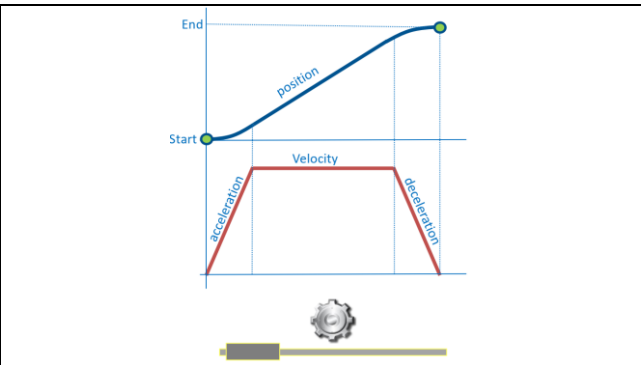
Se pueden definir 3 tipos de movimiento en los servomotores:

- **Movimiento lineal de un eje** o movimiento punto a punto (PTP, point to point), es un movimiento de un solo eje, no relacionado con ningún otro.
- **Movimiento sincronizado.** En este movimiento hay una relación entre 2 ejes, uno es el maestro y otro el esclavo, el esclavo sigue al maestro en según una relación predefinida.
- **Movimiento coordinado.** Cuando existe una relación entre 2 o más ejes según una geometría predefinida.

Posicionamiento PTP.

Es un tipo de movimiento que comienza y termina en posiciones definidas.

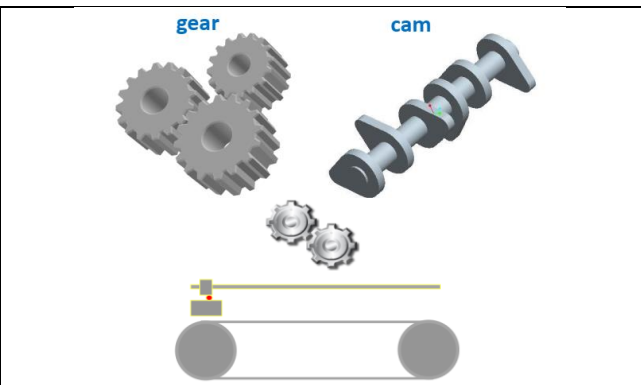
- El desplazamiento puede ser una distancia (relative position) o un objetivo de posición (absolute position)
- El movimiento se define con la configuración de Position/ distance, Velocity and Acceleration /Deceleration
- Es el movimiento utilizado por un posicionado de eje único /Single Positioning Axis



Movimiento sincronizado.

Cuando hay una relación entre dos ejes, a uno se le denomina maestro/master y al otro esclavo/slave

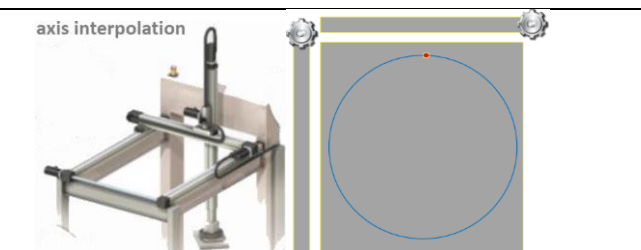
- El esclavo sigue al maestro según una relación de engranaje (gear) o un perfil de levas (cam)
- El movimiento simula un sistema mecánico.



Movimiento coordinado.

Cuando existe una relación entre dos o mas ejes, según una geometría de eje

- Todos los ejes siguen una función geométrica para describir, p.e. una línea o un círculo, por lo que hace una interpolación del eje.



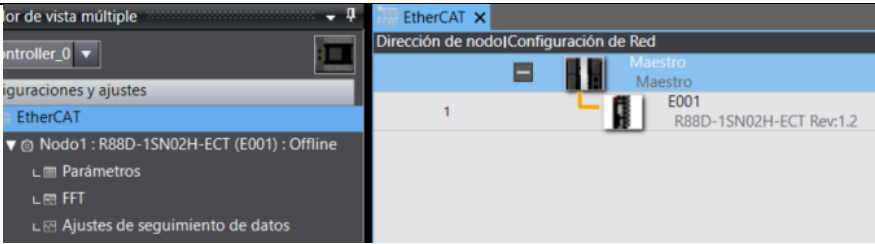
4.- Ajuste del servo con Sysmac Studio.

La programación del servomotor se realiza **definiendo ejes**, es decir, no se va a controlar un motor como tal (rpm, velocidad del eje, etc..) sino que se va a programar los parámetros de funcionamiento de un eje mecánico incluyendo todos sus elementos, como husillos, reductores, poleas o lo que se disponga desde el eje del motor hasta el elemento que realiza el movimiento, teniendo en cuenta los movimientos del punto 3 anterior. Al trabajar como eje ya no se trabaja con las variables del mapa de entradas-salidas sino como un eje y las funciones de Motion Control asociadas.

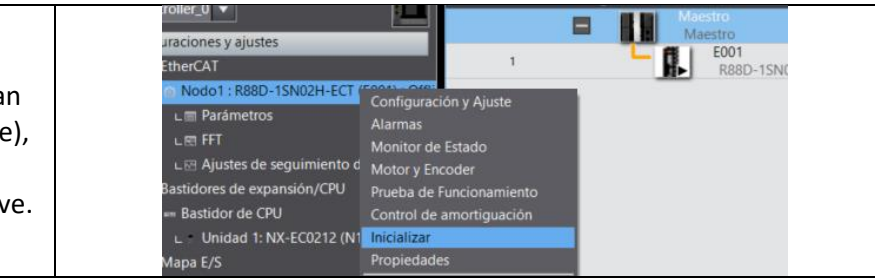
4.1.- Inicializar el servomotor.

Para conseguir el funcionamiento correcto del sistema mecánico se debe ajustar el servomotor a nuestro sistema mecánico, siguiendo los siguientes pasos:

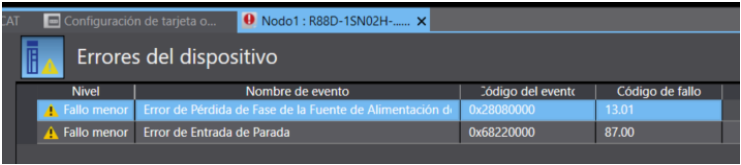
1.- Añadir el servomotor y el servodrive a la red EtherCAT, de forma idéntica a la realizada en los variadores MX2. Botón derecho sobre la red EtherCAT, comparar y fusionar. Seguidamente realizar una sincronización con el botón “sincronizar” y transferir al PLC la configuración.



2.- En el caso que sea una instalación nueva (no se copian parámetros de otro servodrive), se selecciona “inicializar” del menú contextual del servodrive.



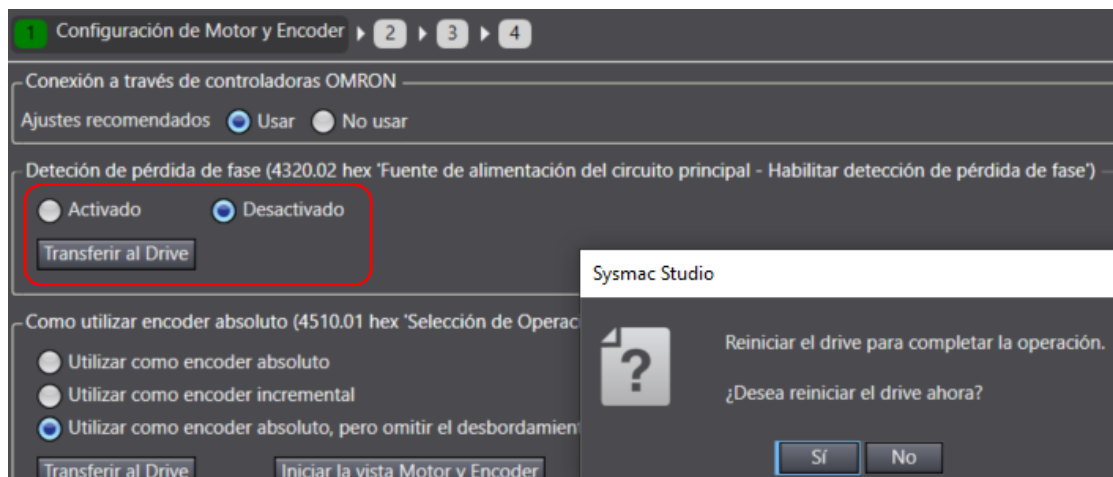
3.- En este punto, al seleccionar “Alarmas” del menú contextual, nos surge el error Er87.00 y el error Er13.01, debidos a la entrada lógica 1 y a la tensión de alimentación **monofásica** del servodrive.



4.- Eliminación de errores, para eliminarlos vamos a “configuración y ajustes” del menú contextual. Se abre la ventana de configuración y accedemos a “configuración rápida de parámetros”:



5.- Cuando se accede a la configuración rápida de parámetros, podemos ver cómo está activada la detección de pérdida de fase (**en caso de servos monofásicos**), se debe desactivar y “Transferir al drive”, se pulsa “sí” en al reinicialización del mismo, con esta acción **eliminamos el error Er13.01**:



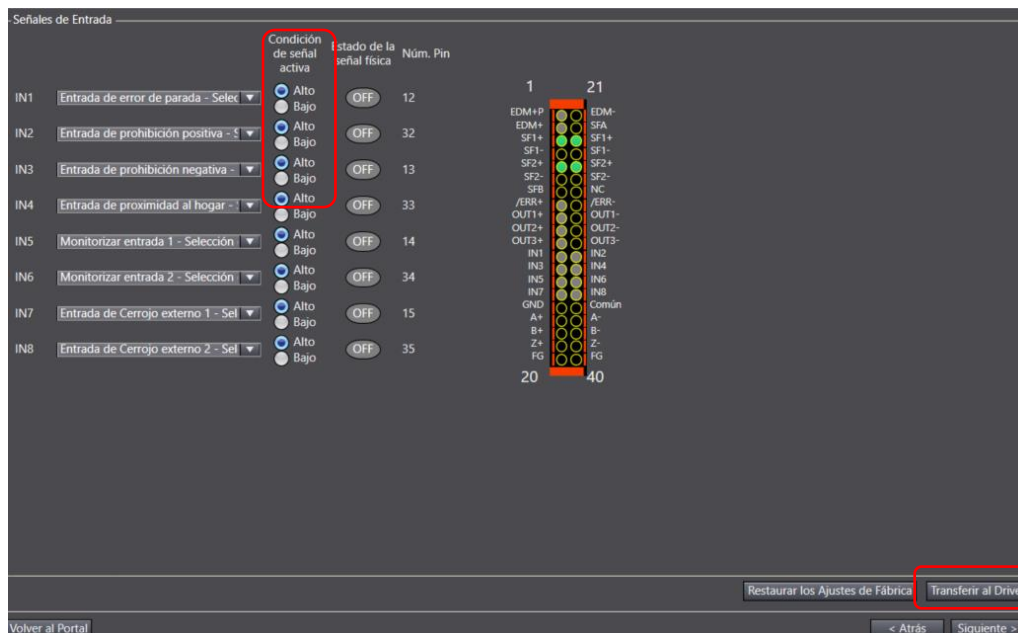
Pulsamos “siguiente” para pasar a la pantalla de configuración de las entradas digitales.

6.- Entradas digitales

En esta pantalla vemos como como están configuradas las entradas, como están las 3 primeras por defecto activas nivel bajo, debemos situarlas a nivel alto para **eliminar el error 87.00**. Seguidamente transferimos al drive y seguimos con la configuración.

Estas entradas más destacadas son:

- In1: Entrada de parada.
- In2: Límite de avance positivo.
- In3: Límite de avance negativo.
- In4: Entrada de proximidad al punto de origen.



Podemos ver como en el visor del servodrive aparece el mensaje “ - - ”, indicando que ya no hay errores. En la siguiente pestaña configuramos las salidas lógicas del servodrive, no lo tocamos y pulsar en siguiente, en la última pantalla se observan los parámetros modificados (en color diferente) en la configuración.

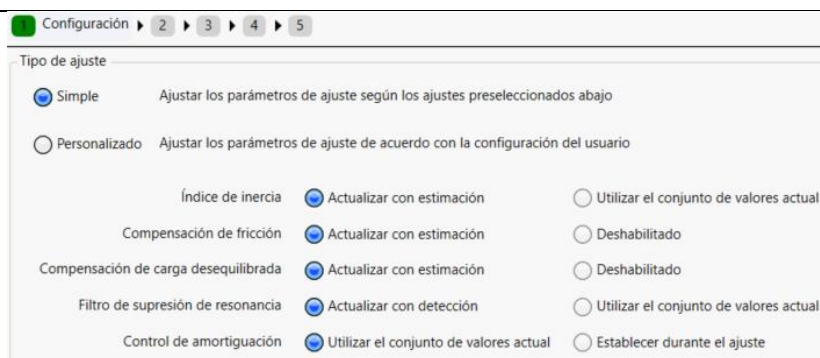
4.2.- Ajuste del servomotor.

Para ajustar el servo al sistema mecánico que lleva asociado se debe realizar un ajuste, diferenciamos entre ejes aislados (posicionamiento PTP) o ejes múltiples (movimientos coordinados). Volvemos a la pantalla de ajustes y configuración:



Desde aquí y entrando en “Ajuste Fácil” se accede a la primera pantalla de configuración, “Tipo de ajuste”.

En esta pantalla dejamos la opción “simple” activada y pulsamos siguiente.



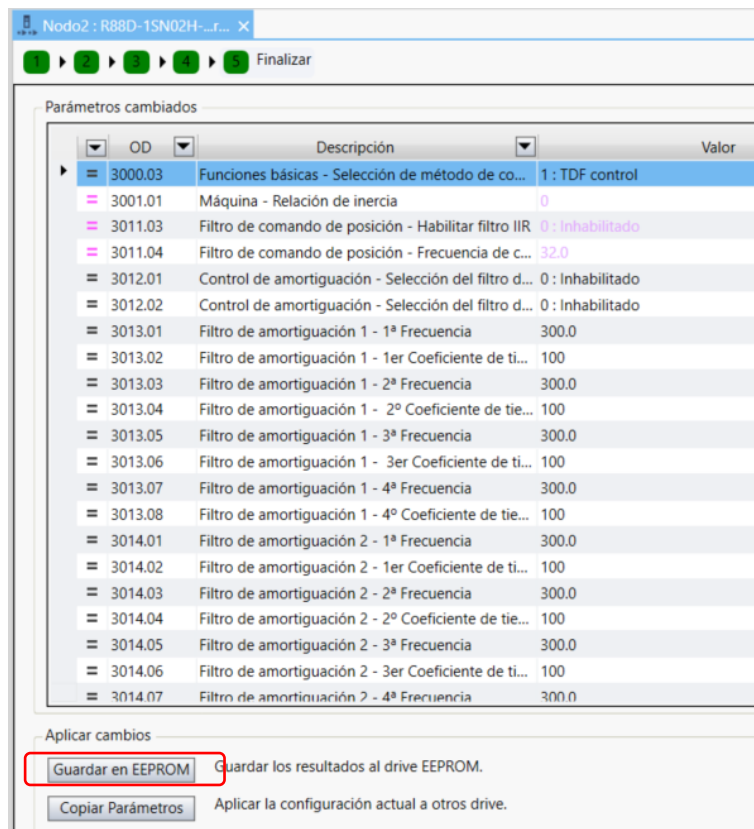
Seguimos a la siguiente pantalla “generador de perfiles de movimiento”, donde se definirán los movimientos a realizar por el servomotor para determinar el perfil de la carga a mover.

Dejaremos la opción que sea Sysmac el que realice el movimiento definiendo:
-3 revoluciones adelante-atrás de eje a 500 rpm.
Los criterios de finalización del ajuste se deja igual.

Pasamos a la pantalla de “monitor de ajuste automático”, al pulsar iniciar se realiza el ajuste del servo a la mecánica asociada.

Número de prueba [vez/veces]	1	2
Tiempo de estabilización [ms]	942	39
Sobrepaso [%]	1.6	0.8
Ganancia de velocidad proporcional 1 [Hz]	16.0	32.0
Ganancia de posición proporcional 1 [Hz]	3.1	6.6
Índice de inercia, valor estimado [%]	0	0
Carga desequilibrada, valor estimado [%]	0.0	0.0
Fricción dinámica, valor estimado [%]	1.2	1.2
Fricción viscosa, valor estimado [%]	20.6	20.6
Tiempo de comando [ms]	410	410
Tiempo de contacto [ms]		
Velocidad de comando [rpm]		
Velocidad de motor [rpm]		
Amortiguación 1 Frecuencia [Hz]		
Amortiguación 2 Frecuencia [Hz]		
Frecuencia de Resonancia 1 [Hz]		
Frecuencia de Resonancia 2 [Hz]		

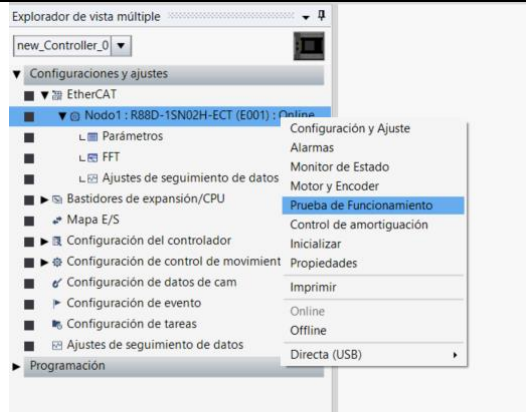
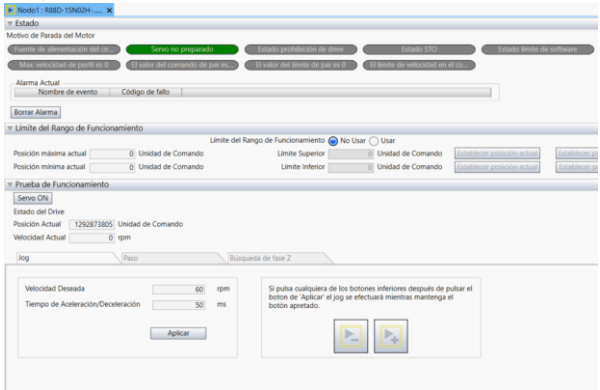
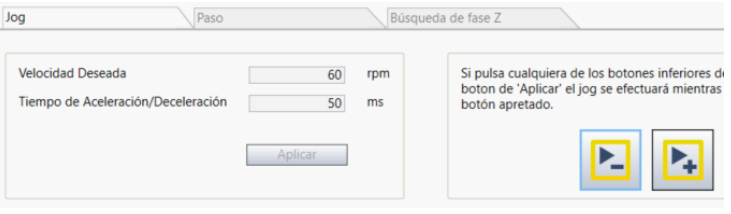

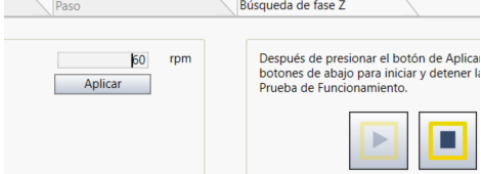
Se puede provocar un problema por el límite de par, ya que al inicializar el servo se ajusta el límite de par a 0. Para subsanarlo se debe acceder a los parámetros, el parámetro 3330.01 y se ajusta al valor 1. Se transfiere el parámetro al servo y se vuelve a realizar el ajuste. Pulsamos “siguiente” dos veces y vamos a la pantalla final de ajuste simple:



Pulsamos guardar en EEPROM y finalizar.

Con las otras opciones de ajuste ya sea avanzado o manual, se puede ajustar mejor el funcionamiento a nuestra aplicación, aunque en este curso nos vamos a quedar con el ajuste fácil.

4.3.- Prueba de funcionamiento.

<p>En el menú contextual del Servomotor, seleccionamos Prueba de funcionamiento.</p>	
<p>Se abre una ventana de estado, en este momento el indicador del servo debe estar a “- - “:</p>	
<p>Seguidamente activamos “Servo ON” y comprobamos que la ventana “Servo no preparado” se desactiva y en el indicador del servo aparece “oE”, si se intenta mover el servo no se puede ya que el servo está manteniendo la posición.</p>	
<p>Ajustar la velocidad a 60 rpm con 50 ms de aceleración, se pulsan los botones y se observa cómo se desplaza el eje, si el servo está conectado a una máquina hay que tener especial cuidado con los límites.</p>	
<p>Se puede comprobar cómo avanza una sola vuelta si se selecciona la siguiente pestaña “paso”. Realizando 3 ciclos adelante-atrás de 1 revolución.</p> <p>Observa las cuentas del encoder cuando se realiza una vuelta,(2^{23}).</p>	
<p>También se puede realizar una búsqueda de la fase Z del encoder.</p>	

5.- Movimiento con ejes.

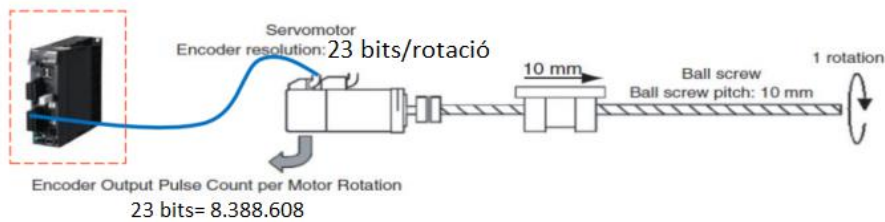
El funcionamiento del sistema mecánico se realiza a través de ejes, en el que especificaremos la velocidad, posicionamiento y aceleración, para ello se debe configurar un eje, asociarlo a un servo y con las funciones de Motion Control se programa.

5.1.- Configuración del eje:

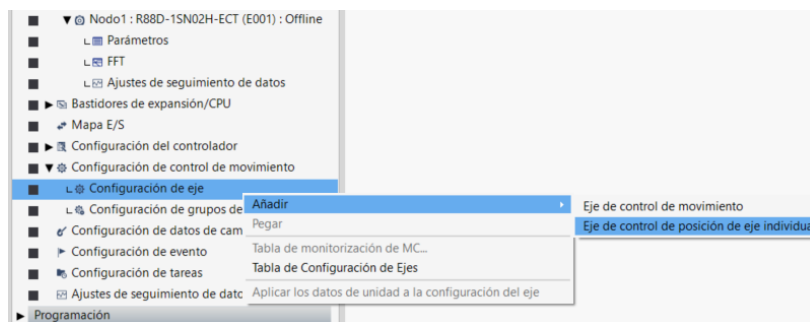
Se pueden diferenciar 2 tipos de ejes:

- ➔ Eje individual, cuando solo tenemos un eje simple son un solo servo.
- ➔ Eje de control de movimiento, cuando tengo varios servos para controlar.

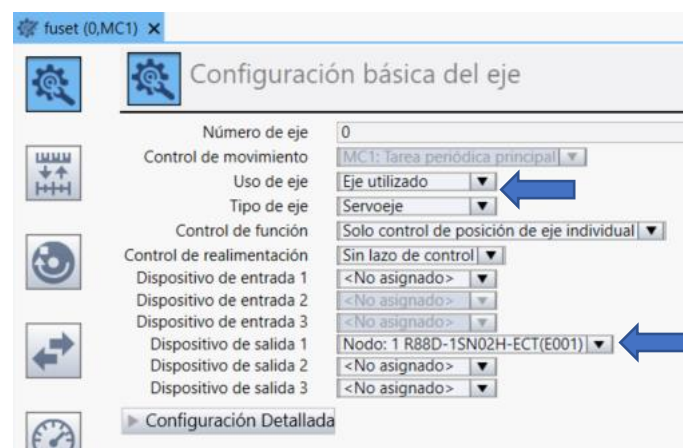
Veremos el caso de un eje individual, se asemeja a este esquema:



Teniendo el PLC en modo offline, añadimos un eje de control de posición individual:

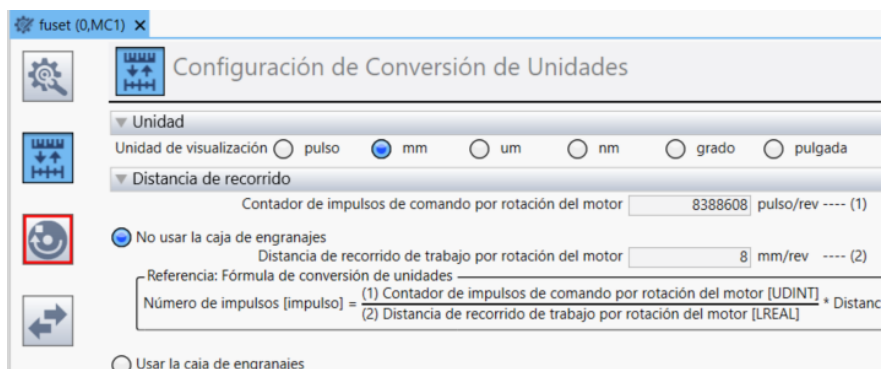


Accedemos a la configuración básica del eje y especificamos que es un **“eje utilizado”**, tipo de eje **“Servoeje”** y el servo como **dispositivo de salida 1**.



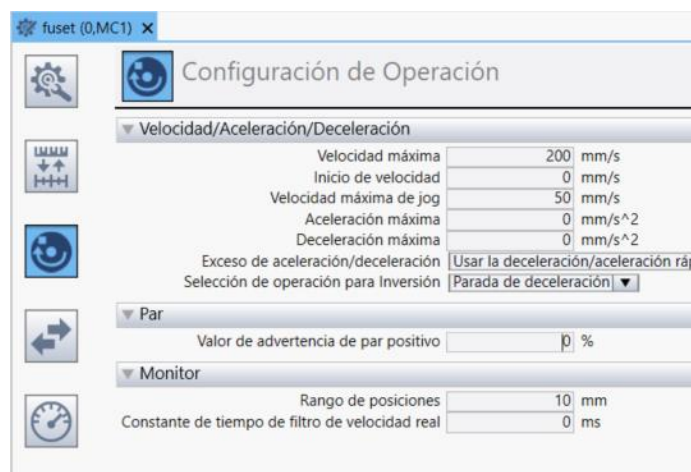
Conversión de unidades en la maqueta del husillo:

En nuestro caso el husillo avanza 8 mm/revolución del servomotor, si se quiere trabajar con décimas de mm se puede especificar 80mm/revolución, sabiendo que la cifra correspondiente a las unidades es en realidad un decimal.



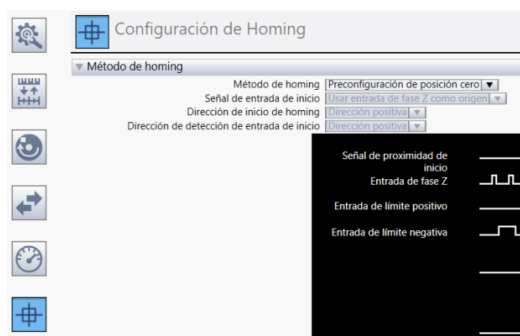
Configuración de la operación:

Seleccionamos esta opción y limitamos tanto la velocidad máxima del husillo a 200 mm/s como la velocidad de jog a 50mm/segundo.



Configuración del Homing o posición cero.

Se accede a través de la pestaña de homing y debemos dejarla en la opción que trae por defecto de forma que cuando se ejecute la instrucción de Homing la posición en la que esté será tomada como la 0.



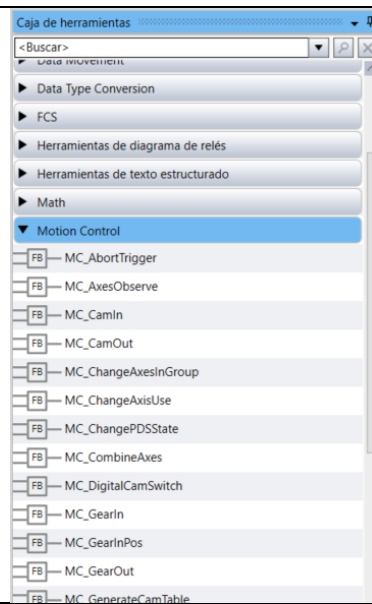
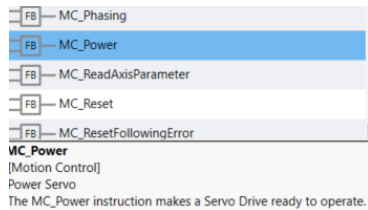
Como el servomotor lleva incorporado un encoder absoluto, esta posición "0" queda almacenada de forma permanente desde la puesta en marcha de la máquina.

6.- PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN CON SYSMAC STUDIO.

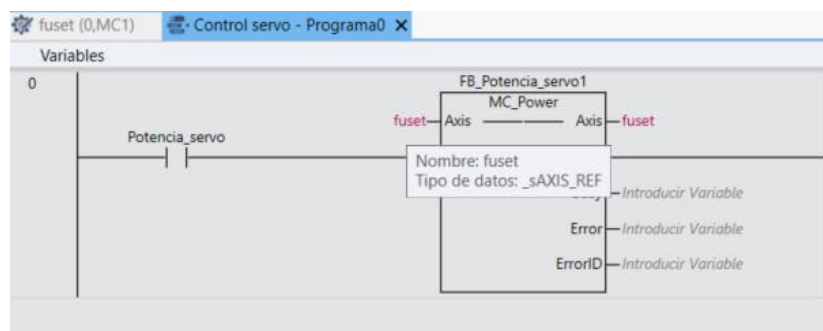
6.1.- Activación y ajuste de la posición cero.

Vamos a la sección de creación de programas con Sysmac y creamos una sección llamada “Control de servo”, las funciones asociadas al control de ejes se agrupan en una pestaña de la caja de Herramientas llamada “Motion Control” y todas empiezan con “MC_”.

Lo primero será dar potencia al servo, para ello utilizaremos la función **MC_Power**.

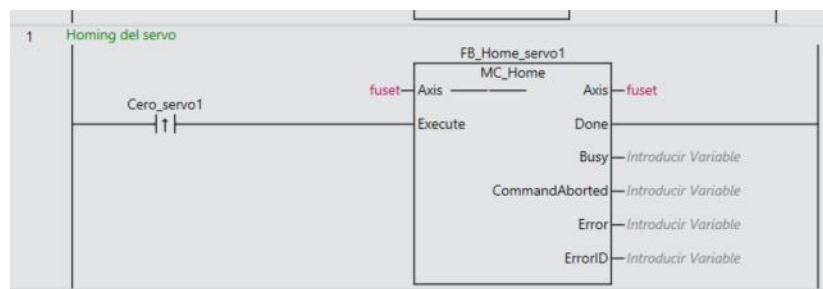


Se incluye una sección para activar el servo, como se puede observar el eje “fuset” es un tipo de datos “_sAXIS_REF”.



Definición del cero del servo

Mediante la activación de la función **MC_Home**, se indicará al servo que está en la posición 0, como se ha definido anteriormente corresponderá a la posición actual en la que se encuentre.



Como se puede observar la entrada a la función Home es por flanco (entrada Execute), en este caso no es necesario activar la monitorización diferencia de “Cero_servo1”, pero aporta claridad al programa. Se puede utilizar la señal Z del encoder para determinar la posición 0, junto con un detector para determinar la “proximidad a cero”.

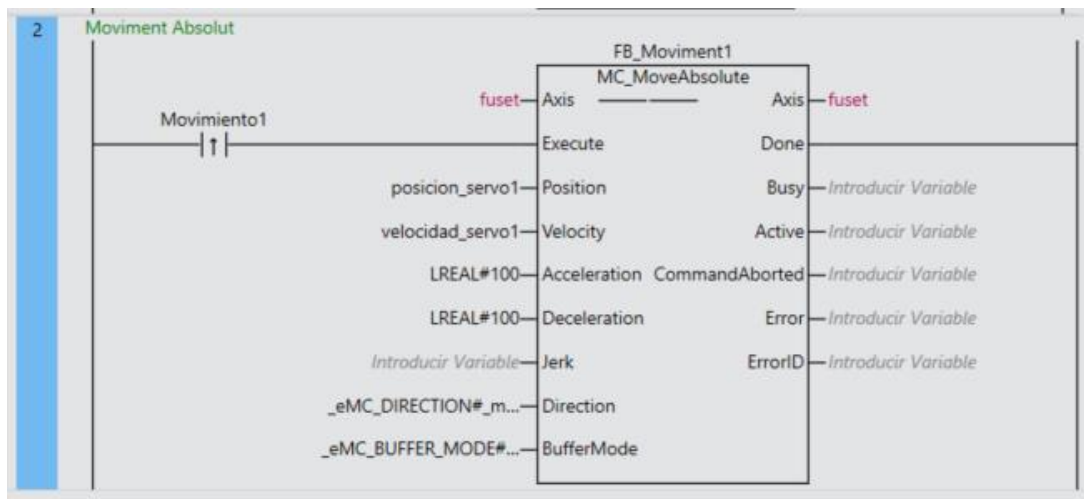
6.2.- Control del servo por posición.

Movimientos Absolutos.

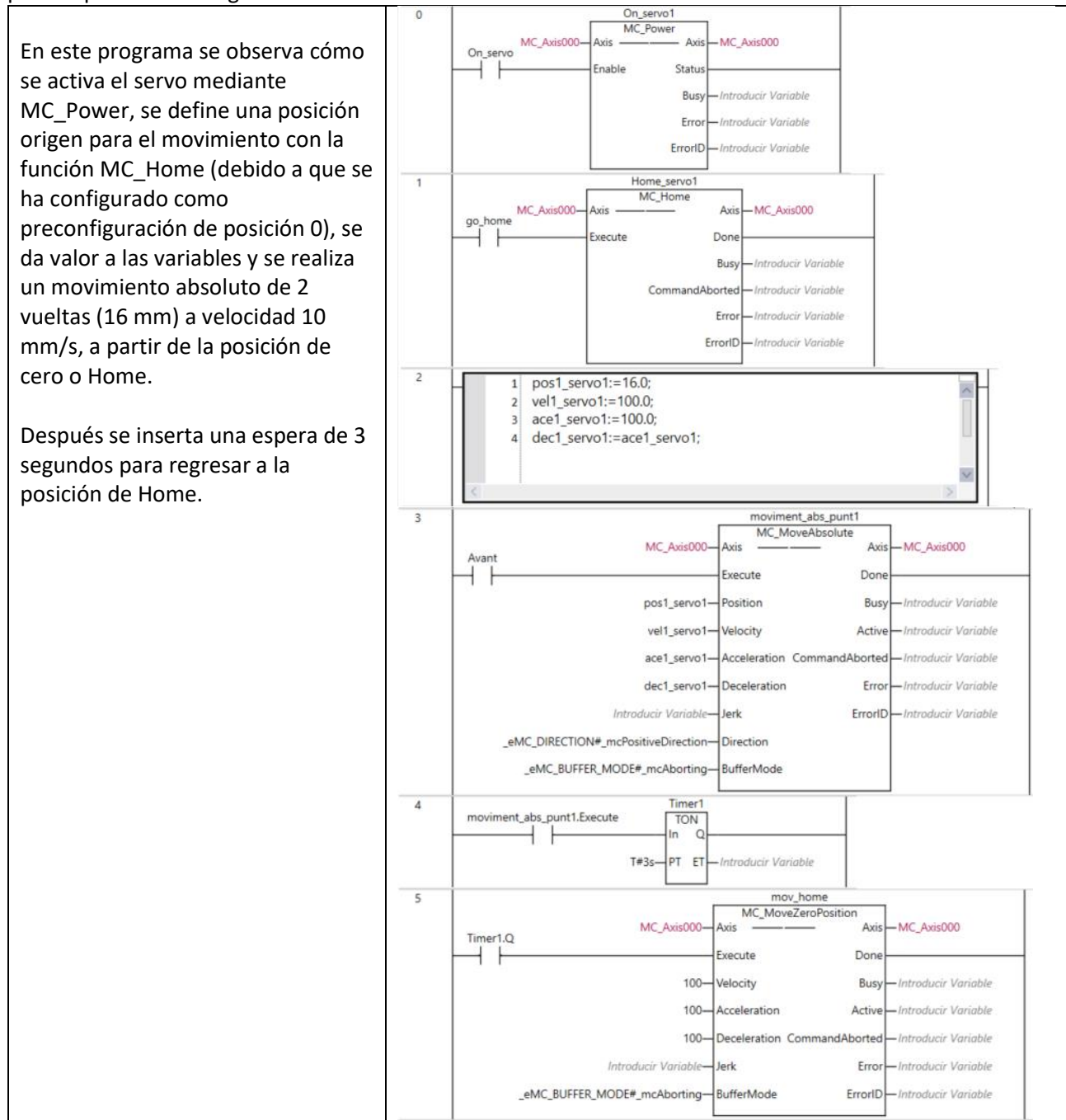
Los movimientos absolutos son los que se realizan a partir de la posición 0 predefinida hacia cualquier posición, para poder realizarlos se utiliza la función MC_MoveAbsolute.

Para ello creamos una nueva sección activada por un contacto, que se ejecutará por flanco de subida. Los parámetros de la función se deben poner ya que por defecto:

- **Posición:** es la posición 0 o Home.
- **Velocidad y aceleración:** es la máxima predefinida, puedes acceder a la ayuda para visualizar el significado de los parámetros.
- **Direction:** Especifica hacia donde se desplazará para llegar al objetivo, lo dejamos en “..positiveDirection”.
- **BufferMode:** especifica cómo se tratará una instrucción de movimiento cuando se está realizando otra instrucción de movimiento, es decir, si enlazará los movimientos y como, o tan solo parará la ejecución anterior.
- si se envía una orden de movimiento cuando otra se está ejecutando. En principio lo pararemos el servo ajustando esta entrada a “...Aborting”.



Tan solo nos queda incluir una sección para dar valores a la posición del servo y la velocidad, el programa podría quedar como sigue:



Cuestión 1:

Realiza este programa y verifica el funcionamiento.

Nota: Es importante saber hacia dónde gira el servomotor cuando decimos dirección positiva o negativa, también si definimos la dirección "Shortest Way".

Cambia la velocidad a 1000 mm/s, sin modificar la aceleración y comprueba si cambia el comportamiento del eje.

Modifica la aceleración a 1000 mm/s², y comprueba si se modifica el comportamiento del eje.

Visualización del estado del eje.

Accediendo a la ventana de vigilancia del Sysmac Studio y monitorizando la variable “MC_Axis000” podemos observar el estado del eje, en posición, velocidad y par (Trq). (el PLC debe estar en RUN).

Vigilancia (Proyecto)1							
Nombre del dispositivo	Nombre	Valor Online	Modificar	Comentario	Tipo de datos	AT	Formato de visuali
new_Controller_0	▼ fusetAct				_sAXIS_REF_ACT_DATA		
	Pos	16,00000858306885			LREAL		Real
	Vel	0,00286102294921875			LREAL		Real
	Trq	1			LREAL		Real
	TimeStamp	0			ULINT		Decimal ▼

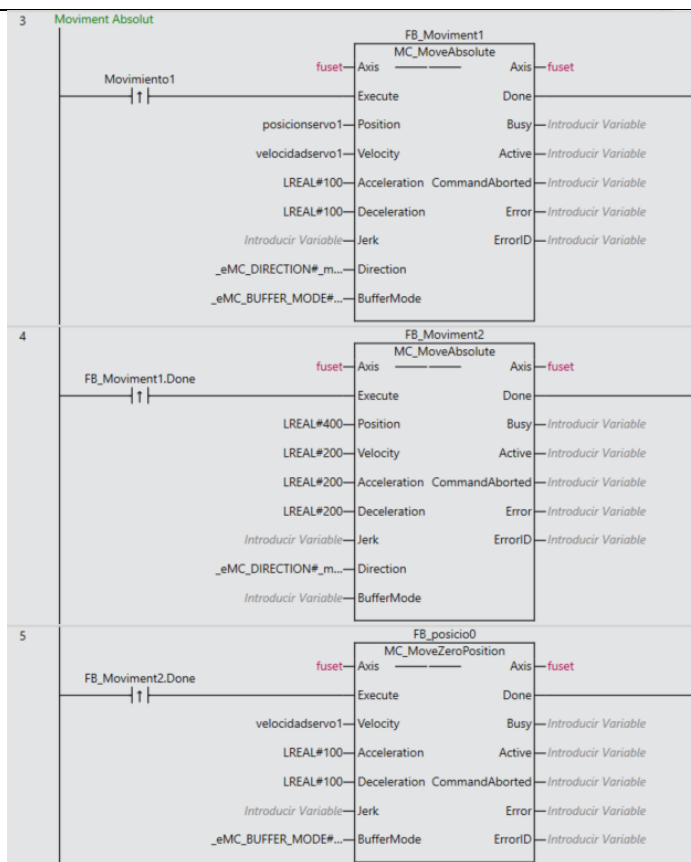
Estando en esta ventana, prueba a mover el eje con la mano y verás cómo se modifican los valores anteriores.

Realización de movimientos combinados – secuencias.

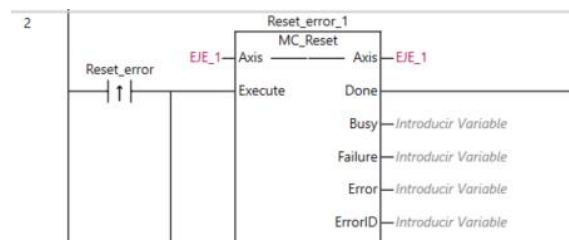
Movimientos combinados o secuencias son aquellos que después de acabar un movimiento lineal empieza otro instantáneamente. Vamos a ampliar el ejemplo anterior especificando que cuando termine de realizar un desplazamiento de 16 mm (2 vueltas de eje) a 10 mm/s se realice otro desplazamiento de 40mm a 200 mm/s. Para ello podemos añadir otro FB de movimiento absoluto que se inicie después de terminado el anterior.

Quedaría de la siguiente forma, evidentemente se puede también realizar mediante GRAFCET.

Como se puede ver en la imagen, se ha añadido el FB MC_MoveZeroPosition.



Es conveniente añadir un Reset de Errores, por si tenemos algún error en el servodrive:



Cuestión 2.

Implementa el programa anterior y explica para qué sirve el FB MC_MoveZeroPosition

Movimientos relativos.

Los movimientos relativos son aquellos que se realizan desde la posición actual del servomotor y se incrementa o decrementa hacia otra posición.

Cuestión 3.

Realiza el mismo programa pero en este caso usando movimientos relativos, investiga la función necesaria e implementa el programa.

6.3.- CONTROL DE PAR DEL SERVOMOTOR.

En aplicaciones donde se requiera limitar el par generado por el motor existe una función que nos permite limitar el par generado. En el caso que se rebase el límite de par definido en la función, el servo bajará la velocidad para poder llegar a la posición definida sin sobrepasar el par.

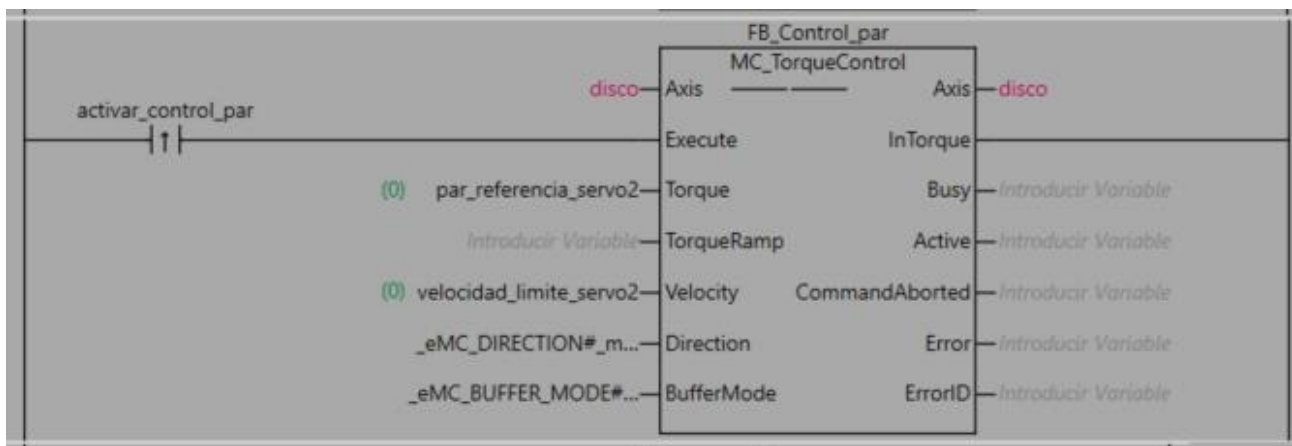
El control de par se suele utilizar en aplicaciones en las que es necesario controlar la fuerza o tensión que se aplica en el rotor del motor, es decir que permite el control del par en lugar de la velocidad.

Este tipo de control solo es posible hacerlo cuando tenemos CPU's con ejes sincronizados, es decir, cuando añadimos el eje especificamos **"Eje de control de movimiento"** en lugar de **"eje individual o PTP"**.

Aplicaciones de control de par:
Bobinadoras, laminadores, etc...

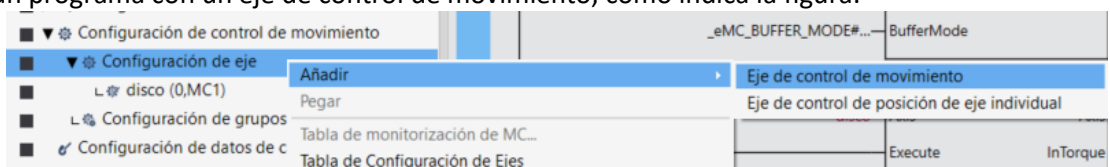
MC_TorqueControl

Con esta función se ajusta una velocidad para el servo pero teniendo en cuenta que no debe superar el par especificado, el par en este caso se especifica como % del par máximo del motor en unidades de 0'1% es decir si se especifica 10 en Torque el par queda limitado al 1% del par del motor.



Cuestión 4.

Crea un programa con un eje de control de movimiento, como indica la figura.



Configúralo como un disco que girará como máximo a 3600

Configuración básica del eje

Número de eje: 0

Control de movimiento: [MC1: Tarea periódica principal]

Uso de eje: Eje utilizado

Tipo de eje: Servoeje

Control de función: Todo

Control de realimentación: Sin lazo de control

Dispositivo de entrada 1: <No asignado>

Dispositivo de entrada 2: <No asignado>

Dispositivo de entrada 3: <No asignado>

Dispositivo de salida 1: Nodo: 1 R88D-1SN02H-ECT(E001)

Dispositivo de salida 2: <No asignado>

Dispositivo de salida 3: <No asignado>

Configuración Detallada

Configuración de Conversión de Unidades

Unidad: ☐ pulso ☐ mm ☐ um ☐ nm ☒ grado ☐ pulgada

Unidad de visualización: ☐ pulso ☐ mm ☐ um ☐ nm ☒ grado ☐ pulgada

Distancia de recorrido

Contador de impulsos de comando por rotación del motor: 8388607 pulso/rev ---- (1)

☒ No usar la caja de engranajes

Distancia de recorrido de trabajo por rotación del motor: 360 grado/rev ---- (2)

Referencia: Fórmula de conversión de unidades

Número de impulsos [impulso] = (1) Contador de impulsos de comando por rotación del motor [UDINT] * Distancia

(2) Distancia de recorrido de trabajo por rotación del motor [LREAL]

Configuración de Operación

Velocidad/Aceleración/Deceleración

Velocidad máxima	3600	grado/s
Inicio de velocidad	0	grado/s
Velocidad máxima de jog	180	grado/s
Aceleración máxima	0	grado/s^2
Deceleración máxima	0	grado/s^2
Exceso de aceleración/deceleración	Usar la deceleración/aceleración	
Selección de operación para Inversión	Parada de deceleración	

Par

Valor de advertencia de par positivo: 0 %

Monitor

Crea un programa que active el servo, y realice un movimiento a 360 grados/s con una limitación de par al 10%, monitoriza las variables implicadas con la ventana de vigilancia.
Sube la velocidad a 3600 grados/s y limita el par al 3%, explica que sucede.

Cuestión 5

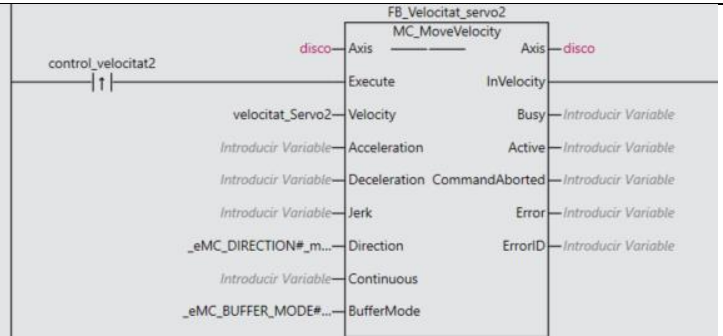
Explica porque es interesante control de par en una aplicación de roscado de botellas de agua PET.
<https://www.youtube.com/watch?v=S2ik7sZPffY>

6.4.- Control de velocidad

Este tipo de control es el más simple y más parecido al control de un variador de frecuencia, tan solo le debo parametrizar:

Velocity: indicar la velocidad ya sea en mm/seg o en grados/seg.

Direction: indicar la dirección de rotación positiva, negativa, actual, ...



BufferMode: sirve para indicar si al ejecutarse esta instrucción se aborta la que se está ejecutando o esta pasa a buffer para ser ejecutada cuando termine la actual.

Cuestión 6

Implementa un programa que al pulsar Marcha:

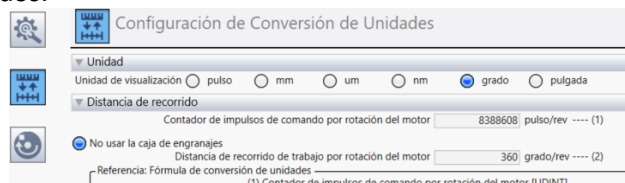
- 1.- Proporcione potencia al servo y guarde la configuración de cero en la posición presente.
- 2.- Gire el eje avanzando a 360 grados/ segundo durante 5 segundos, retroceda a 720 grados/segundo durante 3 segundos y vuelva a avanzar a 180 grados/segundo durante 10 segundos.
- 3.- Realice un Stop al servo sin quitar potencia cuando termine la secuencia.

En caso de pulsación de Paro externo se parará el servo y regresará a la posición inicial (0 grados) después de 3 segundos. Pudiéndose volver a iniciar la marcha.

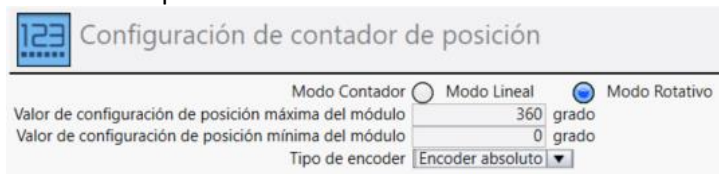
La secuencia se monitorizará y controlará desde HMI o botonera externa.

Notas a tener en cuenta:

- Eje configurado como Eje de control de movimiento.
- Usar de unidades grados:



- Utilizar funciones de control de velocidad para el eje (MC_MoveVelocity).
- Configuración del contador de posición como modo rotativo:



6.5.- Control de los límites de movimiento de la maqueta.

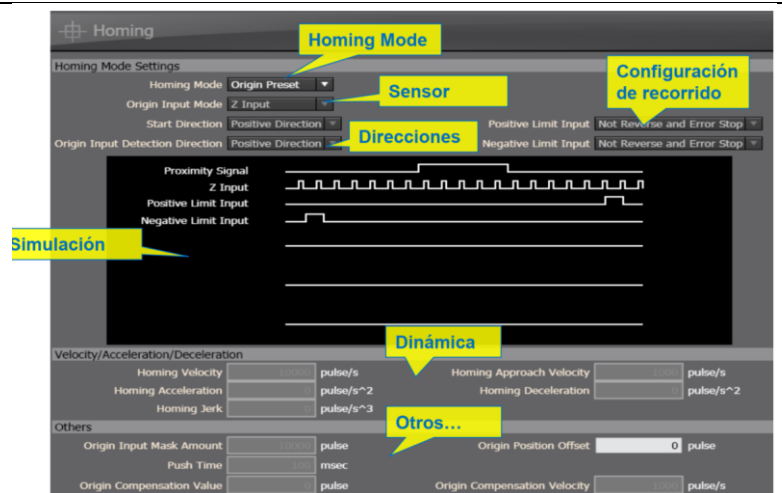
El control de una posible salida del recorrido y llegada a los detectores de límite, se puede gestionar de 2 formas:

- Acotando el recorrido por software.
- Asociando 2 variables (FC1 y FC2) a los detectores y actuando igual que en el variador de frecuencia.

Si se actúa de mediante los detectores, se debe tener la precaución de resetear el error generado por el servodrive cuando se llega a los límites, usando la función MC_Reset.

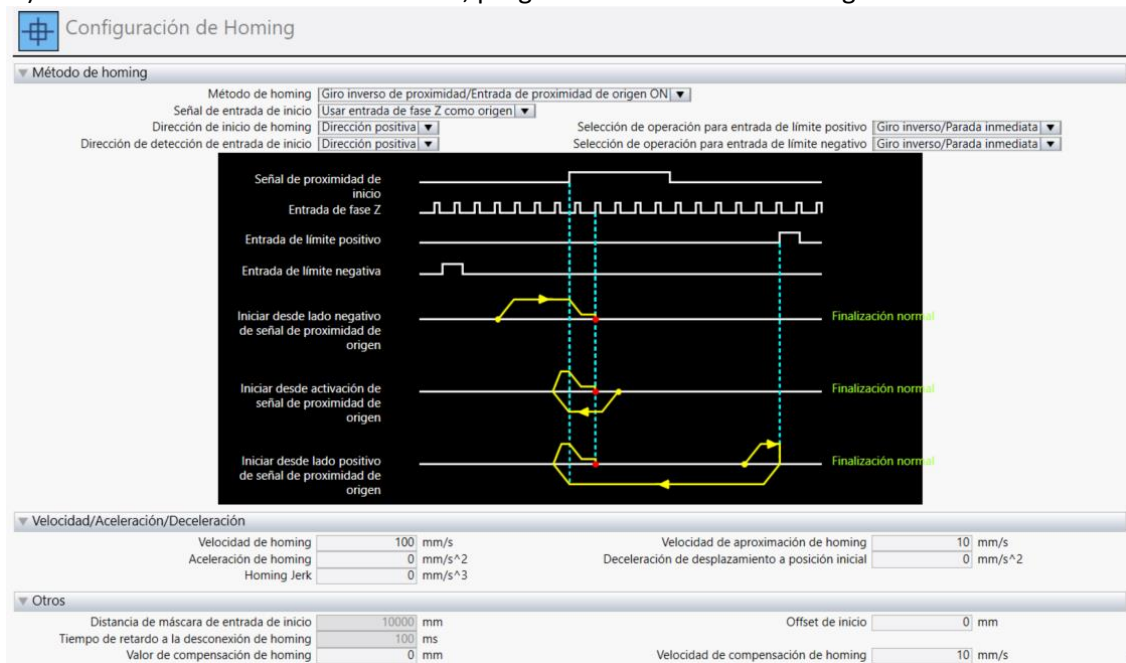
6.6.- Diferentes métodos de homing.

Se pueden utilizar diferentes métodos de homing, accediendo a la configuración del eje creado para la aplicación → en la ventana de configuración de homing, podemos ver las siguientes opciones:



Cuestión 7

Cablea un sensor para determinar el origen de posición de movimientos, lo has de cablear a la entrada IN4 (pin 33) del servodrive con un detector PNP, programa el método de homing:

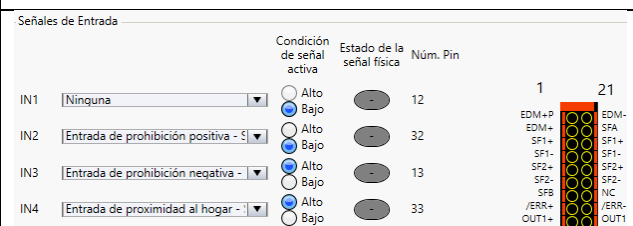
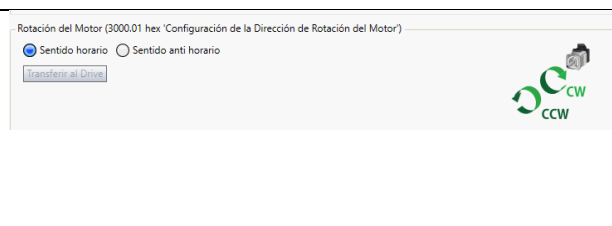


Con el servo desconectado, mueve la posición del eje al centro del husillo y realiza un homing, ejecutando el FB MC_Home, para ello puedes usar un programa simple que realice el homing y un desplazamiento absoluto a un punto cercano. Explica el funcionamiento del Homing realizado.

Precauciones:

Configurar el sentido de rotación en avance del motor como "Sentido horario" y transferir al Drive.

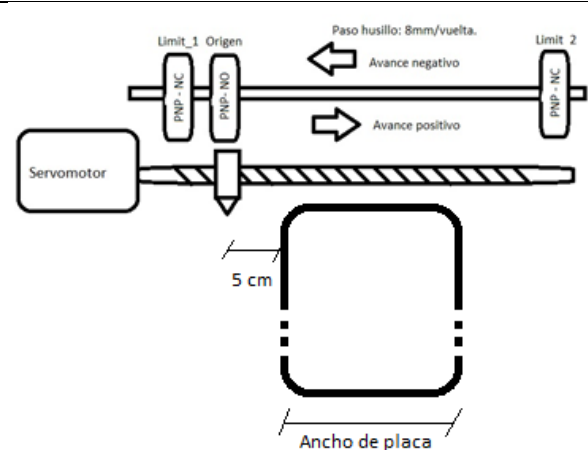
Verificar que el detector de límite cercano al motor es el negativo y el más lejano el positivo.



Cuestión 8 – Evaluable.

Se tiene una máquina cortadora laser de placas de polietileno de alta densidad (PE-HD) representada por la siguiente figura:

El punto Origen y los límites de recorrido del husillo están determinados por detectores inductivos según se muestra en el esquema anterior y el sentido del avance es el mostrado en la figura, se parte de una placa de PE-HD de 3 metros que se debe partir en piezas iguales para ser procesadas en otro punto de la planta.



Se debe implementar un automatismo que nos permita realizar 2 pasadas por corte (ida y vuelta) de placa a obtener, dependiendo del ancho de las placas a cortar, se tendrán placas de 10 cm y de 20 cm de ancho. Todas las placas vienen ajustadas a 5 cm del origen de posicionamiento de la máquina. Se tendrán en cuenta estas velocidades:

Tipo de movimiento	Velocidad
Posicionamiento al inicio de corte, homing	200 mm/s
Corte	100 mm/s
Retroceso después de fallo o paro (pulsar PR)	50 mm/s

Las placas de ancho 10 cm se deben cortar en 6 partes iguales y las de ancho 20 cm en 4 partes iguales. Las placas se depositan sobre una cinta transportadora controlada por un servo virtual que avanza a 50 mm/seg, realizando paradas cuando es necesario realizar el corte de la placa. Una vez realizado el corte, la cinta se volverá a poner en marcha hasta que se posicione en el nuevo corte. (La posición de la cinta se visualizará en la ventana de vigilancia).

Se tendrá un pulsador de Marcha (PM), uno de paro (PP), rearme (PR) y un detector capacitivo (DT) de placa sobre cinta transportadora, el operario tendrá que escoger si la placa es de 10 o de 20cm, para realizar el corte se activará un piloto.

Fase I – Placas de 10 cm

El automatismo se iniciará con PM y se procederá a cortar 6 piezas idénticas, esperando que el operario cargue de nuevo una pieza en la máquina. El ancho será fijo de 10 cm.

La carga de la pieza se detecta por un detector capacitivo insertado en la máquina.

Fase II – Sobrepasamiento y paros.

En caso que se detecte un sobrepasamiento del cabezal a los límites, se detendrá la máquina y con un pulsador de Rearme (PR) volverá al origen a velocidad baja. Si se pulsa el pulsador de paro (PP), se detendrá la máquina y se actuará igual que en el caso de sobrepasamiento.

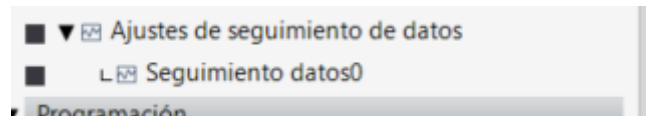
Se debe poder activar y desactivar todo el sistema desde la pantalla HMI y desde la botonera, llevando un conteo de piezas realizadas.

Fase III – Selección de tamaño de placas.

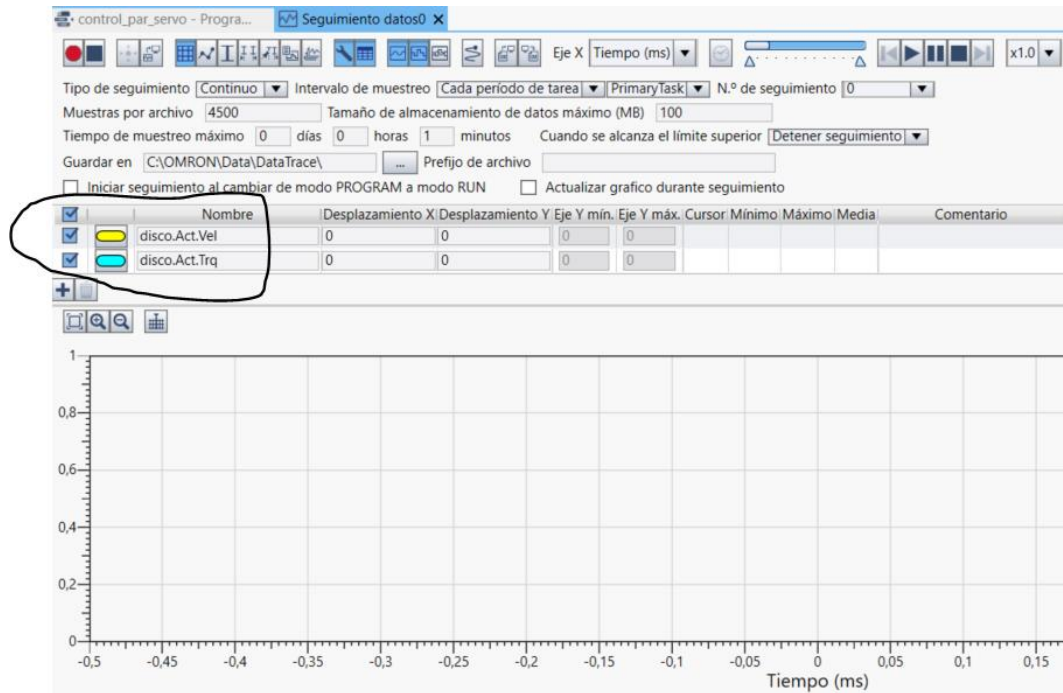
Se incluirá un selector de tipo de placa de PE-HD en el HMI, de forma que, si el operario introduce una plancha de 10 o 20 cm se realizará el corte para dicha anchura de placa, de forma automática. Si las placas a cortar son de ancho 20 cm se cortarán 4 piezas idénticas.

Seguimiento de datos o DataTrace.

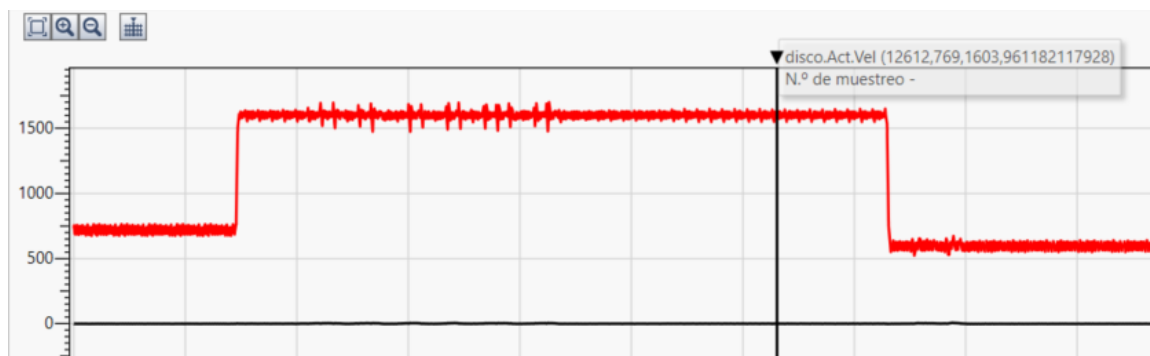
Para realizar un seguimiento gráfico de las variables que tenemos en la máquina podemos utilizar la funcionalidad de seguimiento de datos.



Pulsando el botón “+”, se añaden 2 variables a monitorizar, la velocidad y el par:



Podemos observar la velocidad y el par de la máquina.



Cuestión 9

Añade un seguimiento de datos a la aplicación de la cuestión 7.

7.- Utilización de 2 servos coordinados.

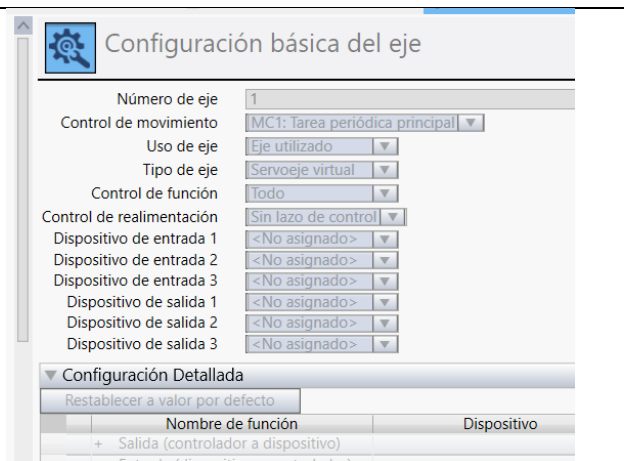
7.1.- Sincronización de movimientos maestro-esclavo.

En ocasiones se necesita que un servo responda sincronizado con otro ya sea en posición, velocidad o par. Por ejemplo, cuando tenemos una cinta transportadora y deseamos acoplar un servo sincronizado con el movimiento de la cinta.

Para dicho acoplamiento se precisan 2 servomotores (2 reales o uno real y otro de eje virtual). Cuando se deben coordinar varios servomotores, se suele utilizar un MASTER que sea virtual ya que al ser un algoritmo no va a tener problemas mecánicos, de vibraciones, etc.. que podría tener un eje real que hiciese las veces de MASTER.

Configuración de un eje como eje virtual:

Se procede igual que con un eje real, pero cuando se configura se especifica que es un eje virtual, el resto de la configuración es igual:



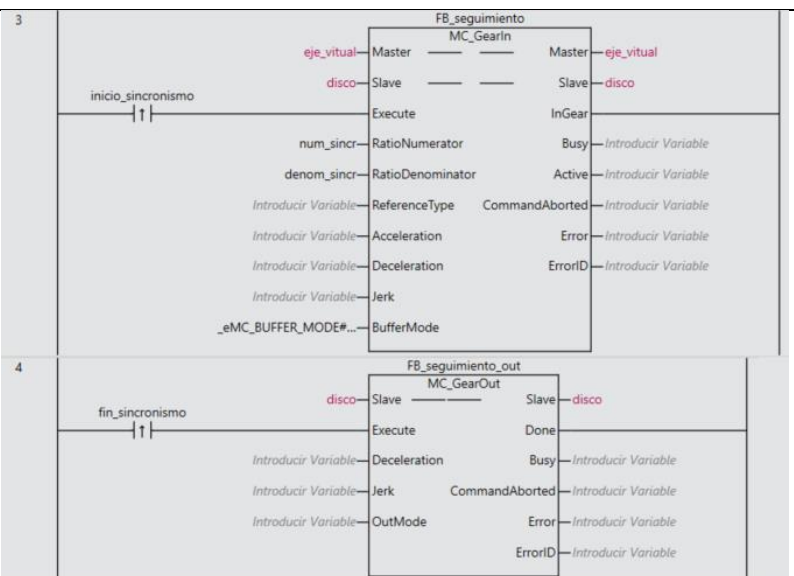
Las funciones a utilizar son MC_GearIn y MC_GearOut, que tienen el siguiente significado y parámetros:

- **MC_GearIn**, acopla el funcionamiento del eje maestro (MASTER) al eje esclavo (SLAVE), mediante una relación de transmisión definida por un numerador y un denominador.
El acoplamiento es independiente del método de control del maestro, pudiendo ser de posición, velocidad y par. Siempre que esté activa la función, el esclavo seguirá al maestro.
- **MC_GearOut**, desacopla ambos servomotores.

Ejemplo de utilización de las funciones:

En este ejemplo se ha utilizado un eje real (disco) y un eje virtual que se ha parametrizado exactamente igual que el disco.

Mediante la relación de transmisión (numerador/denominador) se relaciona el movimiento del esclavo respecto del maestro.



Cuestión 10

Realiza un programa para que un eje virtual configurado como en la cuestión 4, sea el maestro y el esclavo sea el servomotor real. Realiza un control de velocidad y modifica la relación de transformación de la siguiente forma:

- El numerador sea 5 veces el denominador.
- El denominador sea 5 veces el numerador.
- El numerador sea -5 veces el denominador.

Funciones de modificación de parámetros.

Las funciones que empiezan con “MC_Set..” modifican parámetros del servo que actualmente están funcionando, por ejemplo:

MC_SetTorqueLimit: Modifica el límite de par del servo en %

MC_SetOverride: Modifica la velocidad del servo mientras la función esté activada, al desactivarse se regresa a la velocidad anterior a su activación.

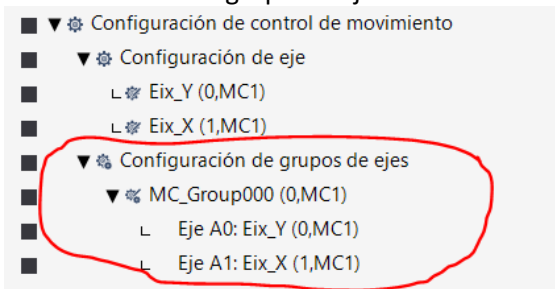
MC_SetPosition: Modifica la posición.

7.2.- Movimientos coordinados.

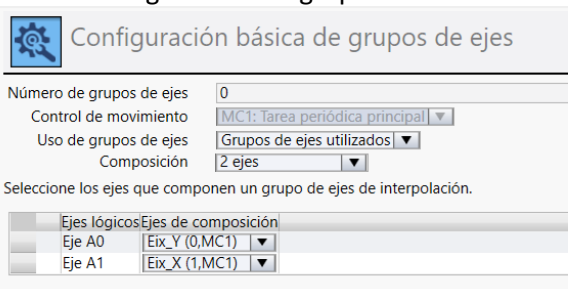
Una de las aplicaciones más interesantes de los servos es la coordinación de ejes para realizar movimientos interpolados, es decir, que se muevan 2 o más ejes a la vez para realizar una función determinada, como puede ser por ejemplo el necesario para una mesa XY.

Para poder relacionar 2 ejes y que funcionen de forma síncrona, se debe crear un grupo de ejes ya predefinidos anteriormente.

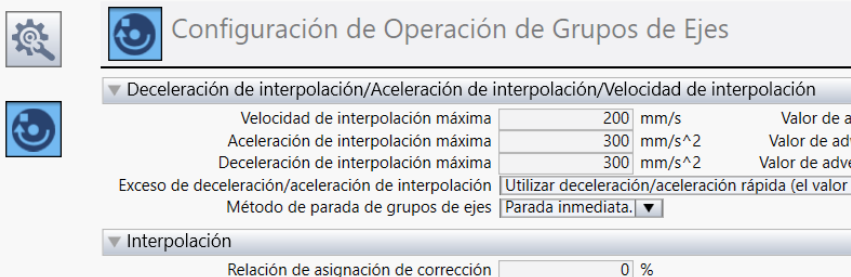
1. Creación del grupo de ejes:



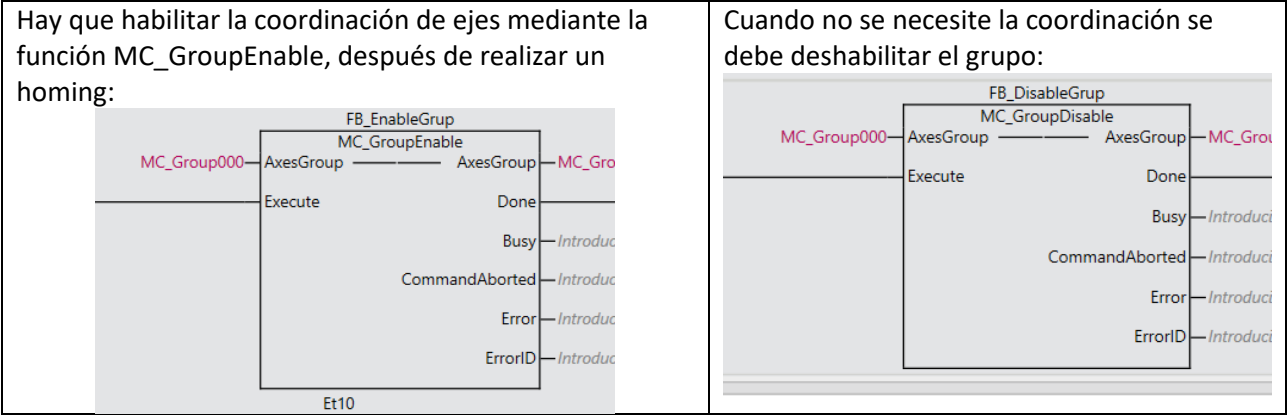
2. Configuración del grupo:



3.- Configuración de la operación:



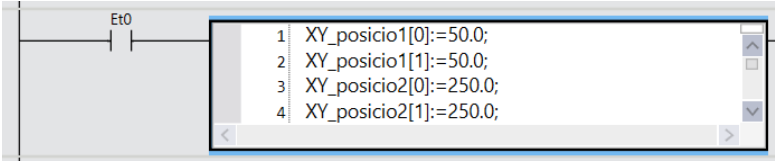
Una vez configurado la operación es similar a como si se tratase de un eje, tan solo se debe tener en cuenta lo siguiente:



Las posiciones a las que se va desplazar el objetivo será en este caso bidimensional, así que, hay que utilizar matrices (Arrays) para definir un punto en un plano XY, las matrices o Arrays pueden ser de hasta 4 dimensiones, para nuestro caso usaremos 2 coordenadas para definir el punto objetivo al que nos desplazaremos. Se realizará la declaración en las variables internas, si tuviésemos 2 posiciones hacia dónde dirigir el objetivo, la definición del Array queda de la siguiente forma:

XY_posicio1	ARRAY[0..3] OF LREAL
XY_posicio2	ARRAY[0..3] OF LREAL

Para indicar el contenido de cada Array de posición, se puede utilizar un bloque de ST en línea, por ejemplo:



De esta forma, se está indicando que la posición 1 es (50,50) milímetros y la posición 2 es (250,250) milímetros, dependiendo del movimiento realizado (Absoluto o Relativo) se realizará el movimiento.

A partir de estas consideraciones, se pueden utilizar las siguientes funciones relacionadas con los ejes coordinados:

<ul style="list-style-type: none">– MC_GroupEnable– MC_GroupDisable– Interpolation Commands<ul style="list-style-type: none">– MC_MoveLinear– MC_MoveLinearAbsolute– MC_MoveLinearRelative– MC_MoveCircular2D	<ul style="list-style-type: none">• MC_GroupStop• MC_GroupSetOverride• MC_GroupReset
--	--

Cuestión 11 (son necesarios 2 servos reales).

Nota: Preparar 2 aplicaciones Sysmac Studio idénticas, una en servos virtuales y otra idéntica en reales, de forma que cuando vayas a probar la prueba sea lo más rápida posible.

Realiza una aplicación de un movimiento coordinado XY, la secuencia a realizar será:

- Al activarse el sistema, los 2 ejes realizarán un homing definiéndose este punto como Home (0,0).
- Cuando se pulse Marcha, se posicionará en el punto inicial de trabajo (50,50) milímetros, después de 3 segundos se moverá al punto final de trabajo (250, 250) mm, volviendo al punto inicial de trabajo.

Esperará 3 segundos y volverá a iniciarse la trayectoria anterior de punto inicial a final de trabajo, repitiéndose 3 veces.

Si se pulsa Paro, se detendrá el sistema que volverá al punto Home cuando se pulse rearme.

Cuestión 12:

Modifica el programa para que realice un círculo de radio 12 cm de forma que pueda dibujarlo sobre la mesa XY disponible en el aula. Prueba el funcionamiento en las maquetas individuales y luego en la mesa XY.