

**Tema:** Introducción a Control de Movimiento

**1. Objetivos**

**1.1. Objetivo general**

Reconocer los conceptos de control de movimiento utilizando los bloques del software Studio 5000 Logix Designer para la configuración, programación e implementación de una comunicación Ethernet entre un ControlLogix L73 y Kinetix 5500

**1.2. Objetivos específicos**

1. Discriminar conceptos básicos de servomotores para la configuración de parámetros del Kinetix 5500.
2. Diseñar una red Ethernet entre un servo-variador y un controlador para la sincronización de tiempos entre los dispositivos.
3. Realizar una aplicación con el servomotor a través de bloques de control de movimiento de Studio 5000.

**2. Equipos y herramientas**

- ControlLogix L73, modulo EN2TR.
- CompactLogix L33ERM.
- Kinetix 5500
- Studio 5000.
- RsLinx Classic.
- Cables Ethernet.
- Switch administrable.
- Servomotor.
- Computadora.

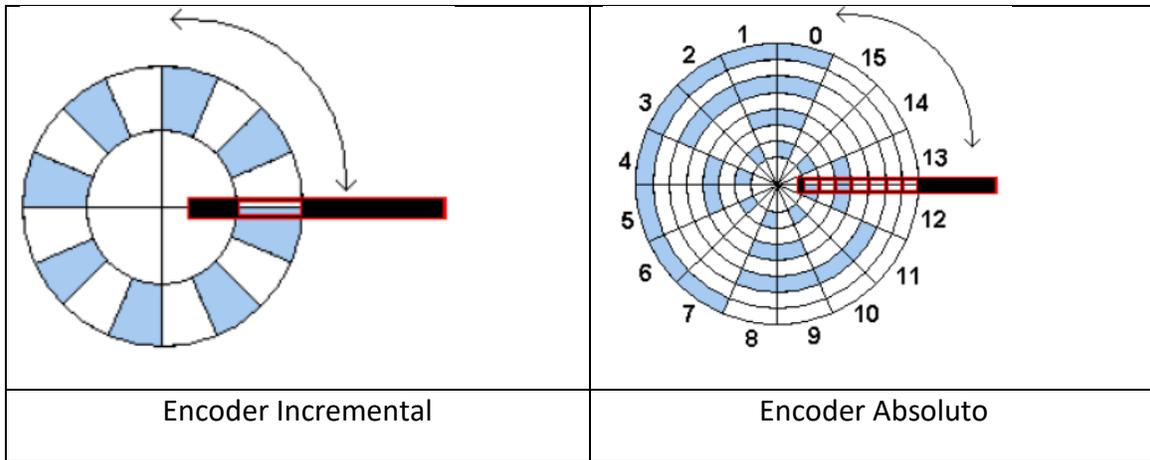
**3. Marco teórico**

**Fundamentos de Control de Movimiento**

**Posición:** ubicación del motor en cualquier instante de tiempo

- *Absoluto:* una posición absoluta está referenciada a la ubicación inicial.
- *Incremental:* una posición incremental está referenciada a la posición local.





**Velocidad:** magnitud vectorial, relaciona el cambio de la posición de un eje sobre el tiempo.

**Aceleración:** magnitud vectorial, relaciona el cambio de la velocidad de un eje sobre el tiempo cuando su movimiento es superior a cero.

**Desaceleración:** magnitud vectorial, tasa cambio de la velocidad de un eje sobre el tiempo cuando su movimiento es inferior a cero.

**Jerk:** tasa de cambio de la aceleración o desaceleración de un eje sobre el tiempo.

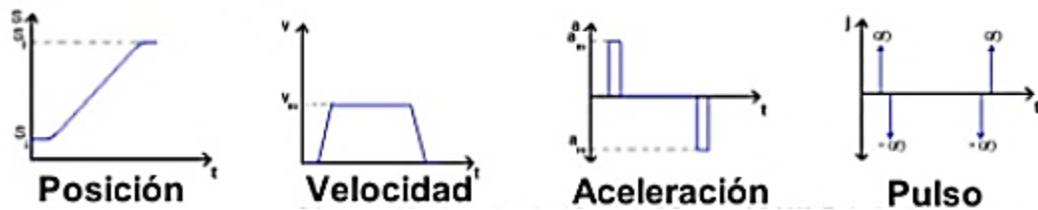
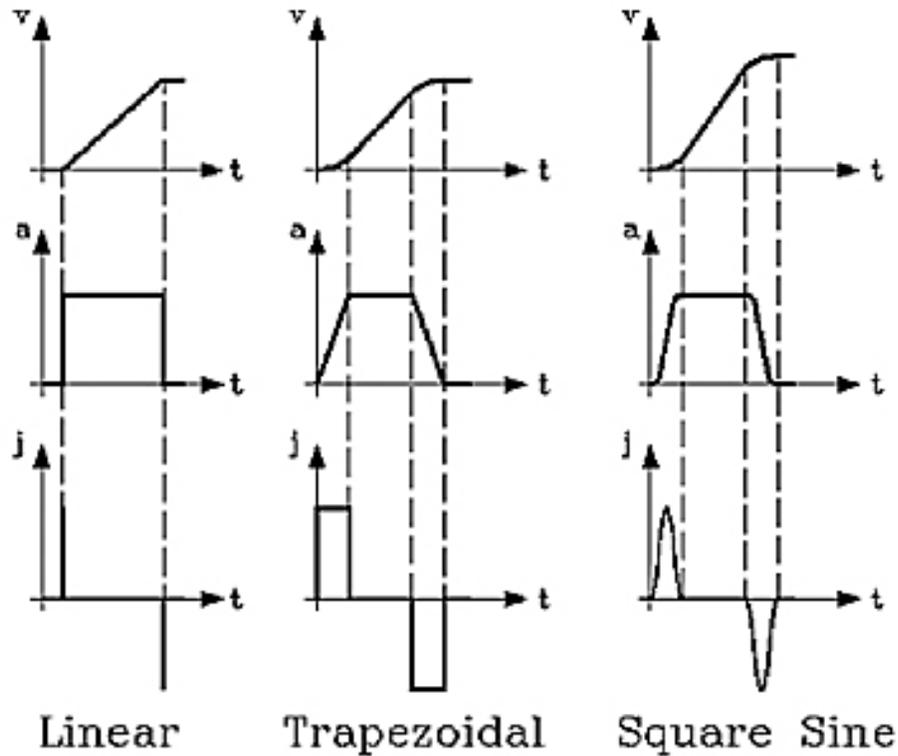


Ilustración 1: Tipos de movimientos

**Perfiles de Movimiento:** se denomina a la apariencia de algunos gráficos dinámicos sobre el tiempo, existen dos perfiles fundamentales en la programación de movimiento:

- *Trapezoidal:* el programador especifica la posición, velocidad, aceleración, mientras el jerk es automáticamente parametrizado a infinito.
- *S-curve:* el programador especifica la posición, velocidad, aceleración, y jerk.





**Motion Direct Commands:** es un método para comandar el control de movimiento en los servo-variadores, es utilizado para forzar comandos desde el controlador, ya que el programa en el controlador no controla el movimiento.

**Motion Instructions:** es un método para comandar el control de movimiento en los servo-variadores, son parte del programa descargado al controlador, el movimiento del eje es controlador por la lógica del programa del controlador.

**Eje de movimiento:** es un sistema de control del motor que incluye retroalimentación y compensación de error, también es conocido como el eje del servo. Cuando es controlado a través de Ethernet, se debe trabajar con "AXIS\_CIP\_DRIVE" en el programa Studio 5000.

**Grupo de movimiento:** es una colección de ejes del servo en el programa del proyecto de Studio 5000, cada controlador permite tener un grupo de movimiento. Se genera un tag de forma automáticamente cuando el grupo es creado, la cual contiene los datos necesarios para coordinar los ejes.



**Tiempo de sincronización:** coordina todos los relojes en un chasis Logix a un solo reloj del maestro, se habilita dentro de las propiedades del controlador, es necesario para control de movimiento.

**CIP Sync:** la sincronización de todos los relojes en una red Ethernet.

**Marker:** un pulso electrónico generado por retroalimentación da la posición de referencia.



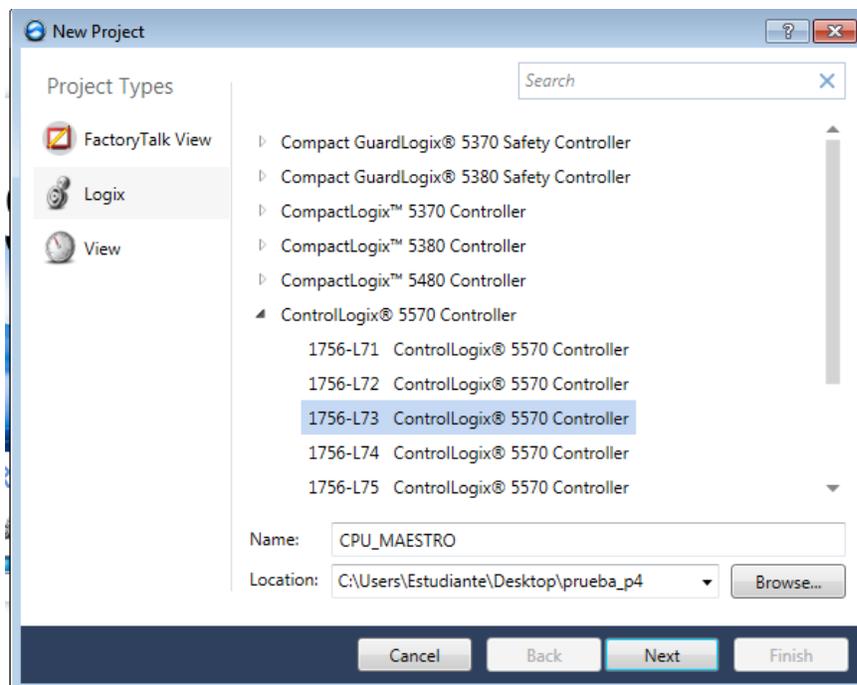
#### 4. Procedimiento

##### Configurar un proyecto en Studio 5000

1. Abrir el software **Studio 5000**, seleccionar **New Project**.

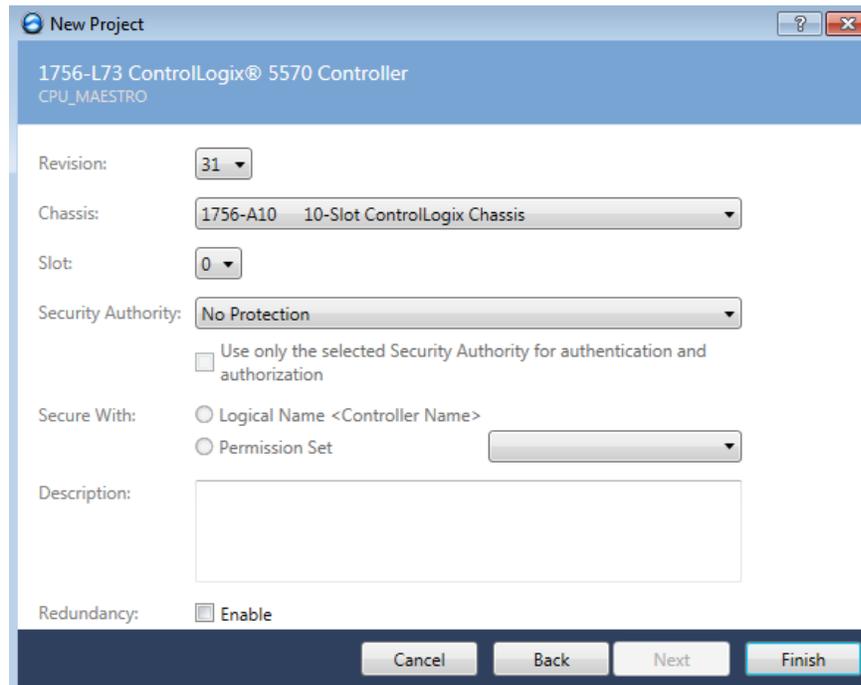


2. En la ventana **New Project**, seleccionar **1756-L73 ControlLogix**. Asignar un nombre al proyecto, y la ubicación a guardar del proyecto. La extensión del tipo de archivo del proyecto será. ACD



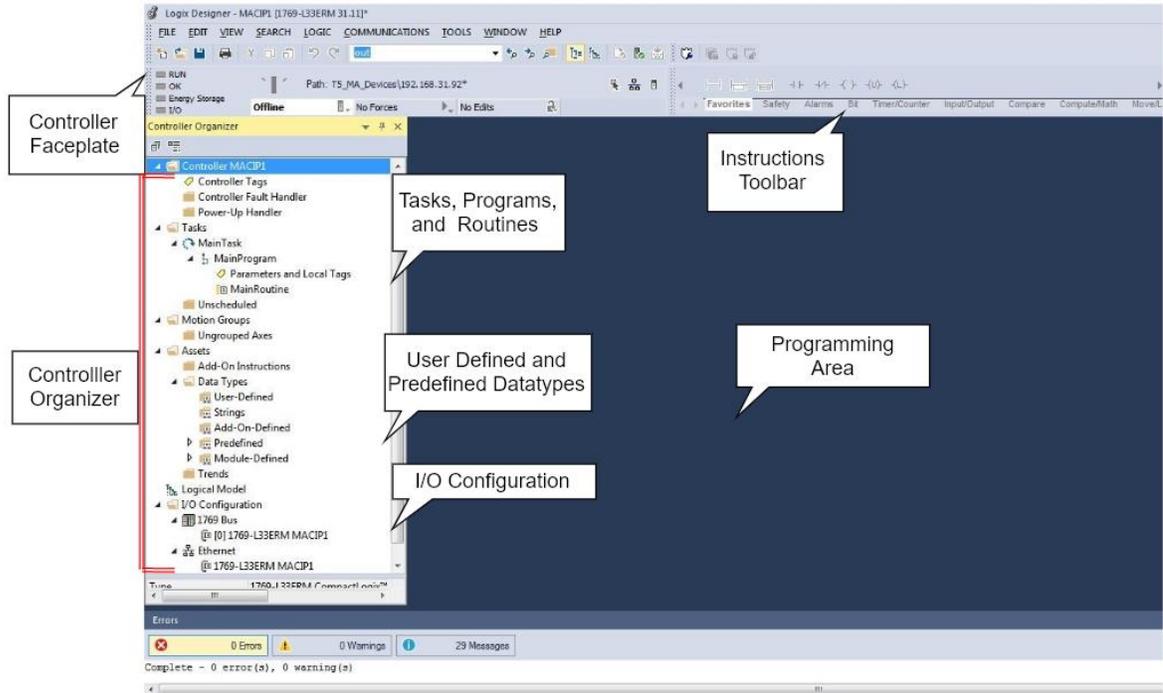
3. La ventana de Configuraciones del proyecto emergerá, donde se asignará la revisión del controlador, las otras configuraciones se deben dejar las que se encuentran por defecto. La

revisión del controlador corresponde al Firmware del dispositivo, la revisión se puede observar en el software RSLinx, al dar clic derecho en el equipo y seleccionando sus propiedades. En algunos controladores suele presentar el tipo de chasis donde se selecciona la cantidad de números de módulos se pueden agregar al chasis, slot corresponde en asignar la posición que se encuentra el CPU del controlador, esta posición comienza desde cero.



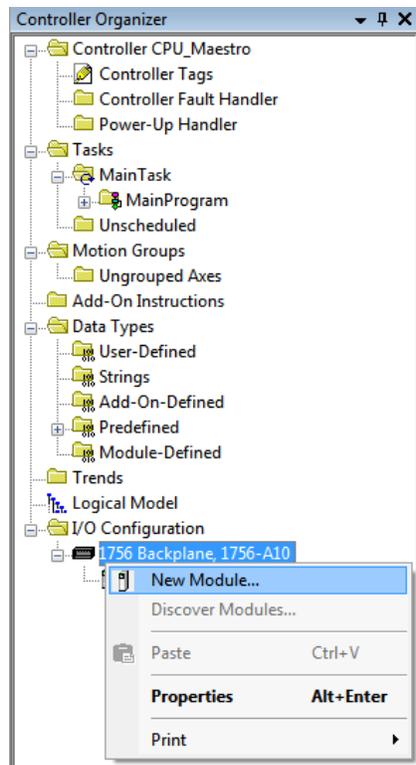
4. La pantalla de **Logix Designer** aparecerá. En dicha pantalla se encuentran la ventana **Controller Organizer** que contiene diferentes carpetas y archivos de toda la información de los programas del proyecto.



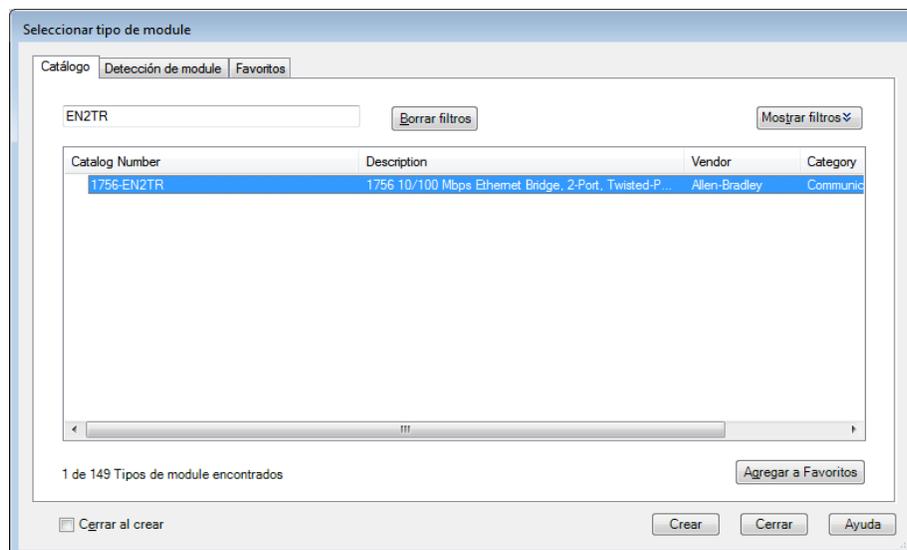


### Añadir módulos a un controlador dentro de un proyecto de Studio 5000

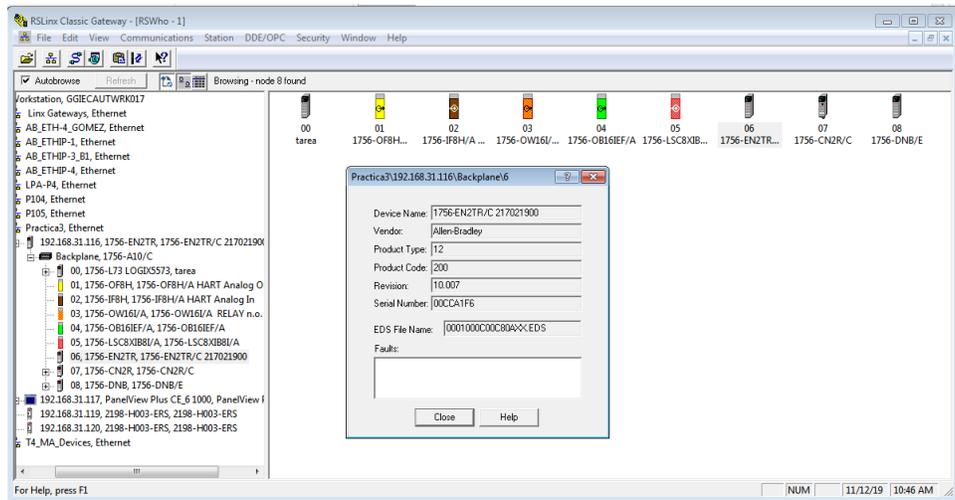
1. En la carpeta **I/O Configuration**, dar clic derecho en el bus del controlador y seleccionar **New Module**.



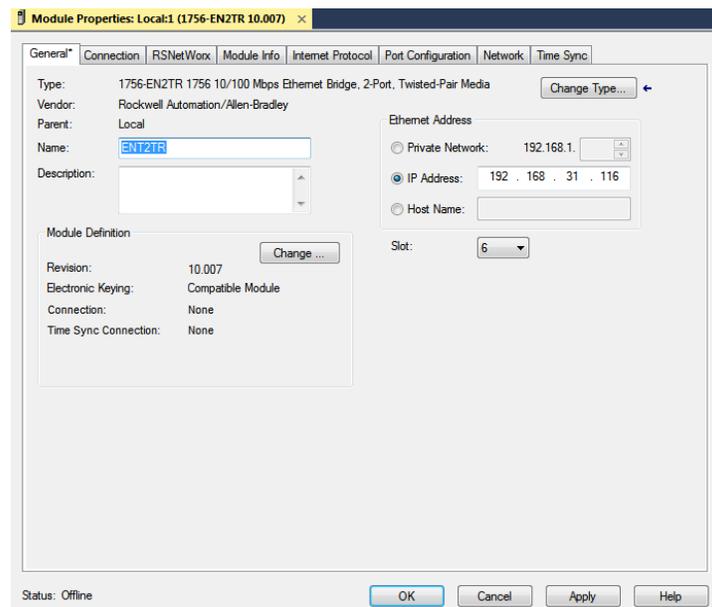
2. La ventana **Select Module Type** aparecerá para buscar por el número de catálogo del módulo que se desea agregar. Añadir el módulo de comunicación Ethernet IP cuyo número de catálogo **1756-EN2TR**. Luego y dar clic en **Create**.



3. Abrir **RSLinx Classic** para revisar los módulos del chasis del PLC ControlLogix. Escoger el controlador de acuerdo con la IP y desplegar lista. Luego, dar clic derecho en el módulo 1756-EN2TR para observar la posición del slot y revisión.

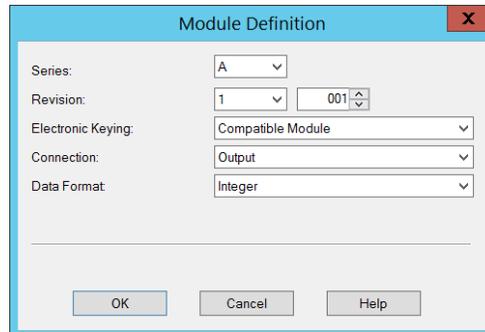


4. A continuación, la ventana **New Module** en Studio 5000 se escribe un nombre en el parámetro **Name** y asignar la posición que se encuentra el módulo agregado en el chasis en el parámetro **slot**. En la sección **Module Definition**, dar clic en **Change**.



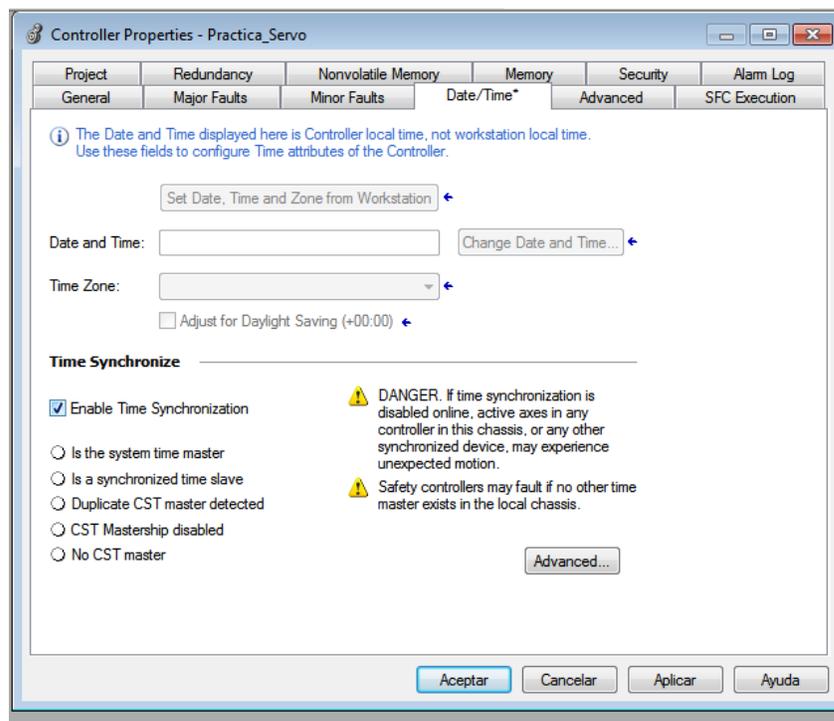
5. La ventana **Module Definition** aparecerá. Asignar la revisión del módulo y dar clic en **OK**.





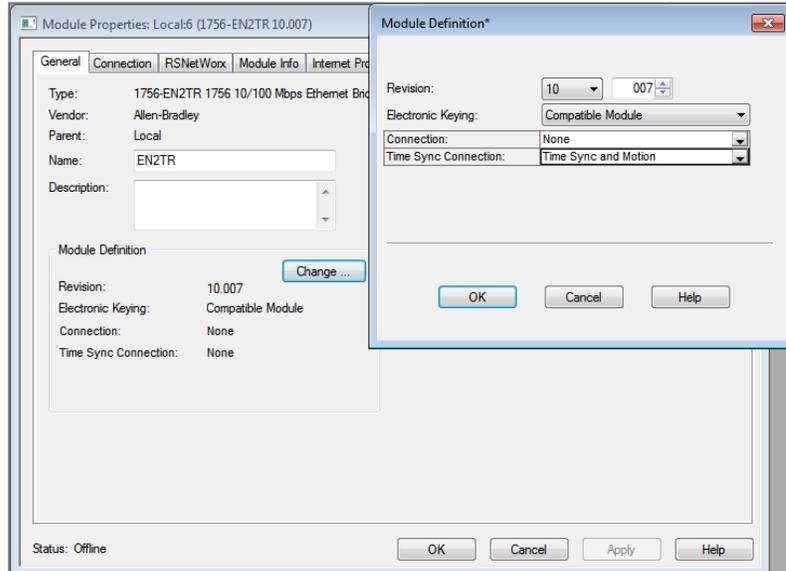
### Sincronizar tiempos de los equipos

1. Ir a propiedades del controlador, en la pestaña “Date/Time”, activar “Enable Time Synchronization”.



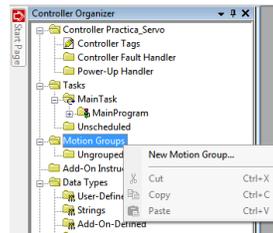
2. Ir a propiedades del módulo de comunicación en la pestaña “General”, luego dar clic en “Change” y seleccionar “Ttime Sync and Motion” en “Time Sync Connection”, esto permitirá sincronizar el tiempo del módulo de comunicación del controlador, dar clic en “OK”, Finalmente dar clic en “yes” en la ventana emergente.



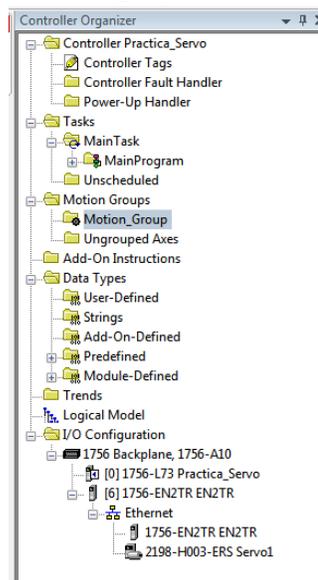


### Crear un grupo de movimiento

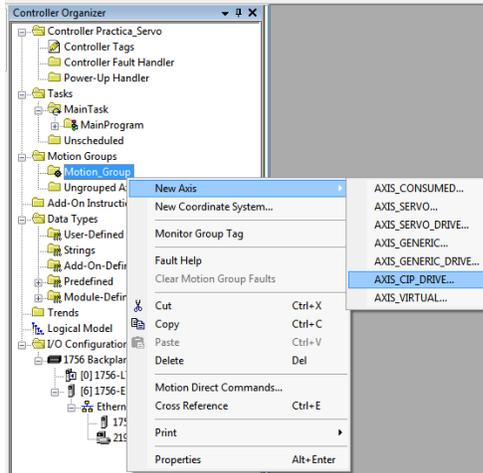
1. En "Controller Organizer, ir a "Motion Groups", dar clic derecho y seleccionar "New Motion Group..."



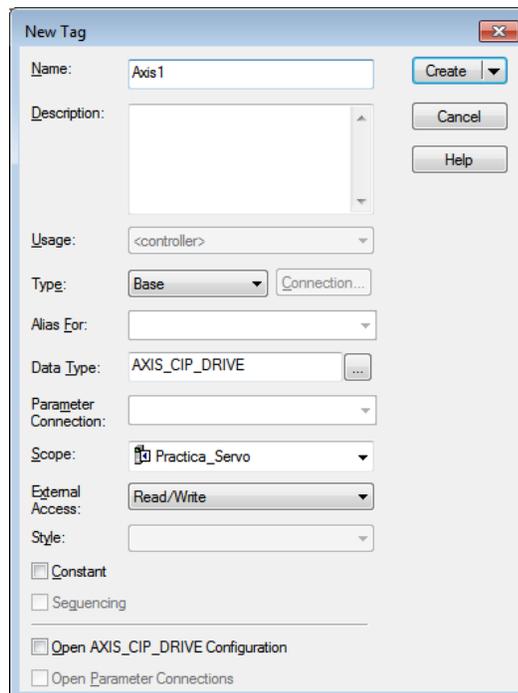
2. Podemos observar que se ha creado un grupo llamado "Motion Group".



- Para crear ejes en el grupo de movimiento, seleccionamos el nuevo grupo creado, dar clic derecho, escoger "New Axis", luego "AXIS\_CIP\_DRIVE...".

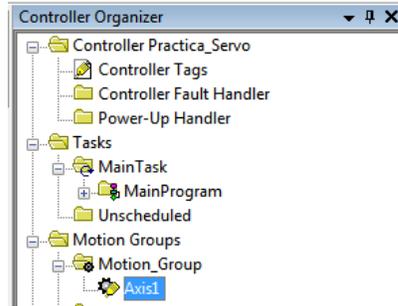


- Una nueva ventana sumergirá, donde le daremos nombre al nuevo eje, confirmar que el tipo de dato del nuevo sea "AXIS\_CIP\_DRIVE".



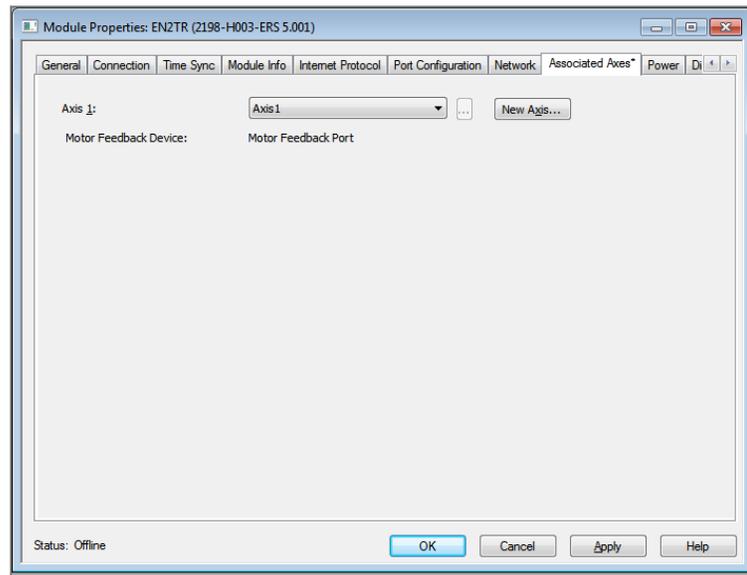
- Podemos observar que se ha creado un nuevo eje llamado "Axis1".





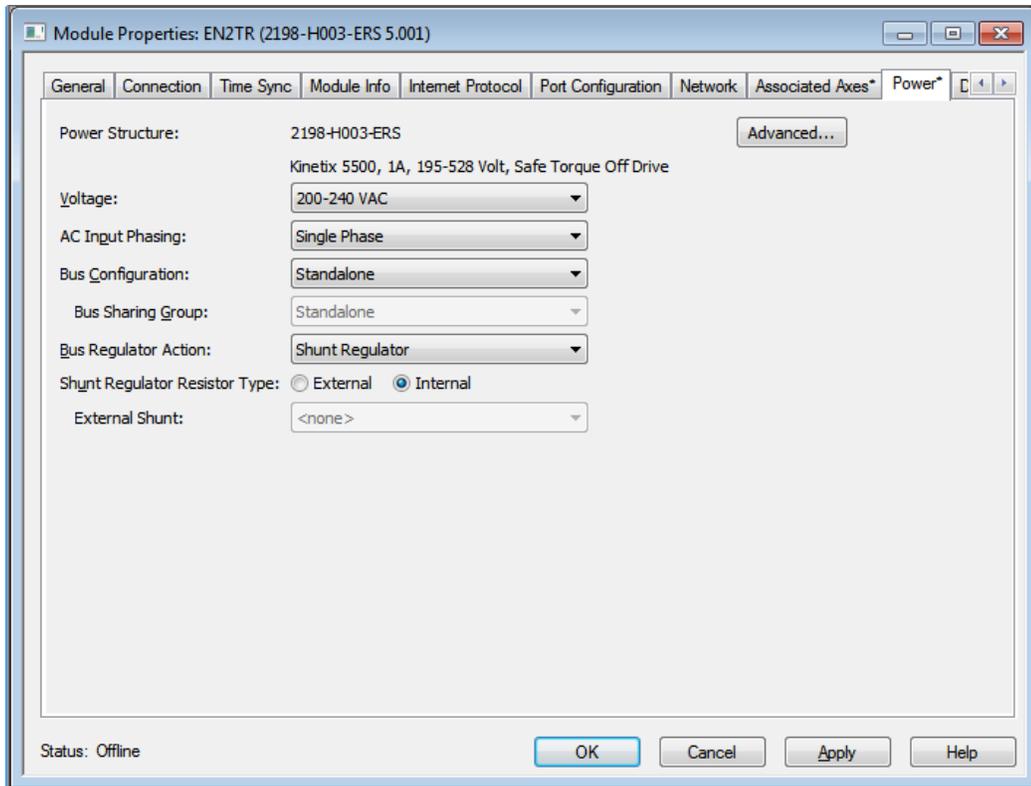
### Configurar un servo-variador

1. Para asociar el servo-variador con el eje creado, ir al “2198-H003-ERS”, seleccionar el “Properties”, en la ventana de propiedades seleccionar “Associated Axes”, y seleccionar el eje creado.

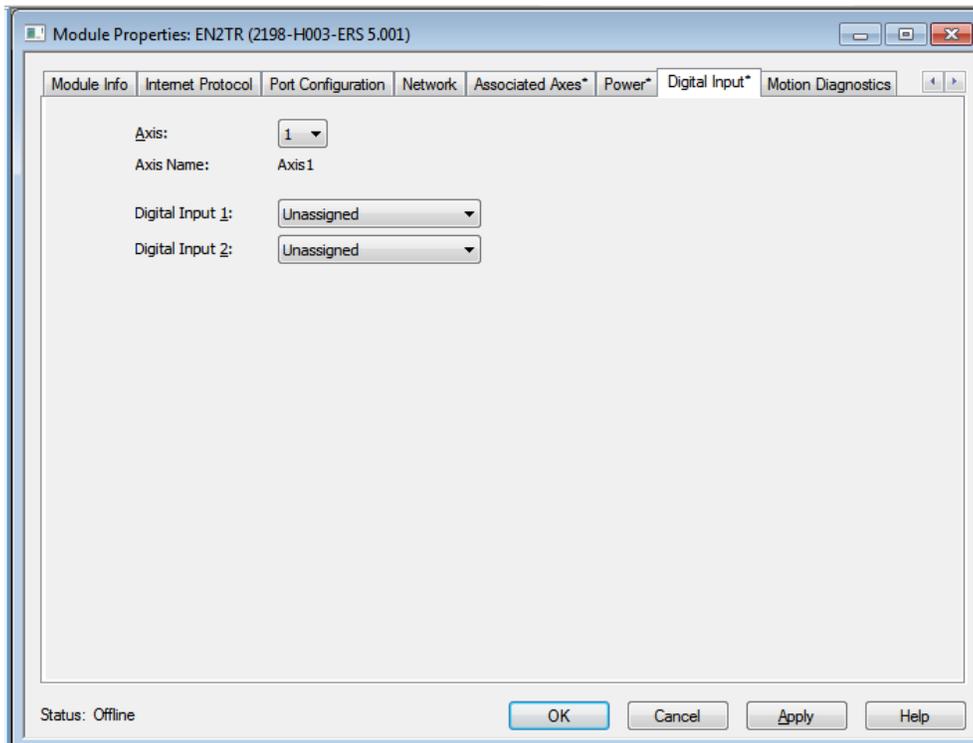


2. En la pestaña “Power”, seleccionar el voltaje adecuado, seleccionar “Standalone” y “Shunt Regulator”.



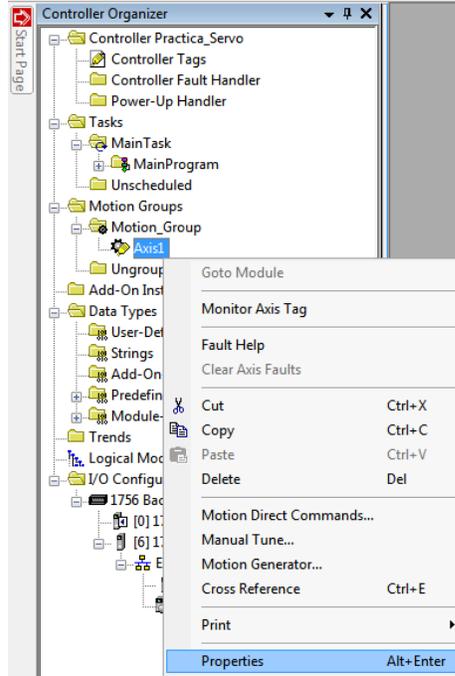


3. Ir a la pestaña "Digital Input", desasignar las dos entradas digitales del servo-variador, clic en "Apply", luego en "Accept".

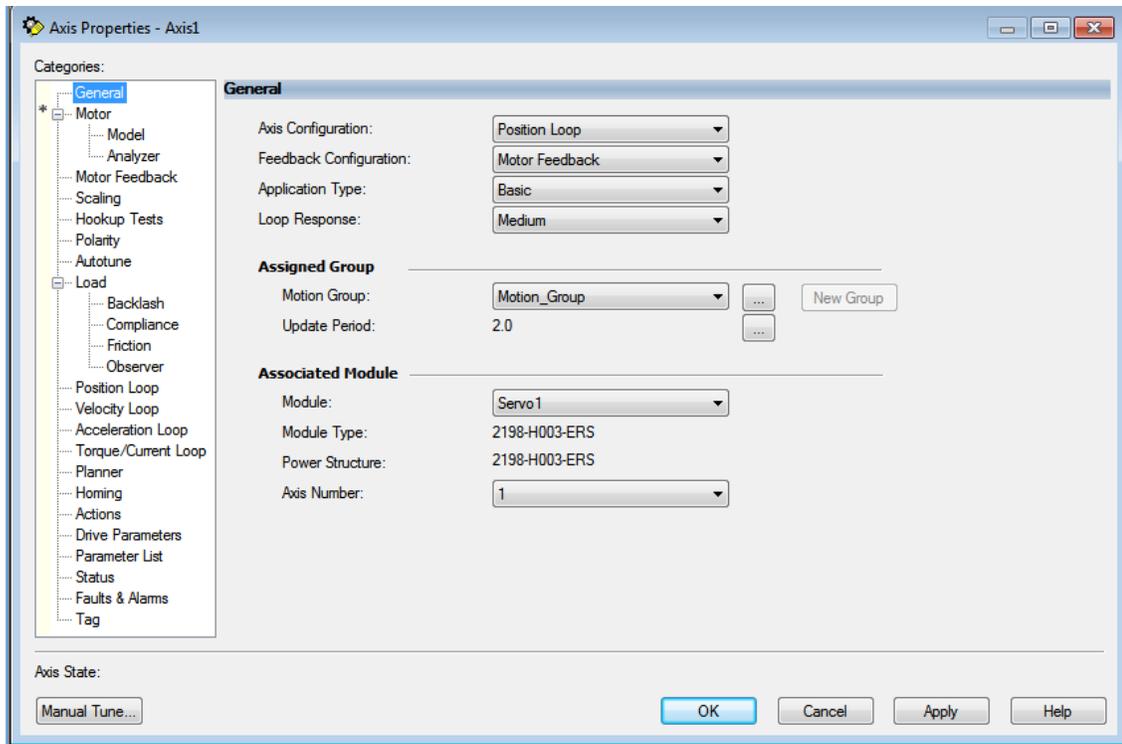


## Configuración del servo-variador

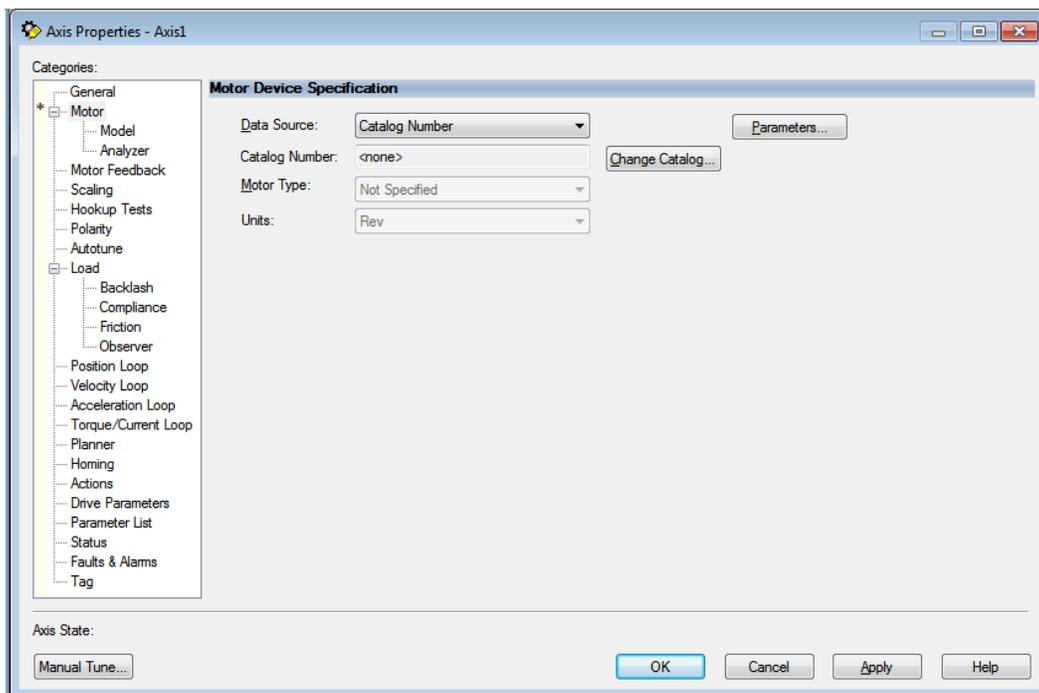
1. En “Controller Organizer” seleccionar el eje creado, dar clic derecho, y escoger “Properties”.



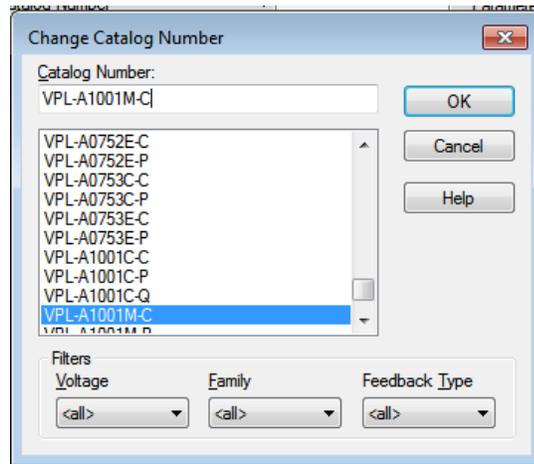
2. En la pestaña “General” confirmar los siguientes parámetros, en “Motion Group” selección el grupo de movimiento anteriormente creado.



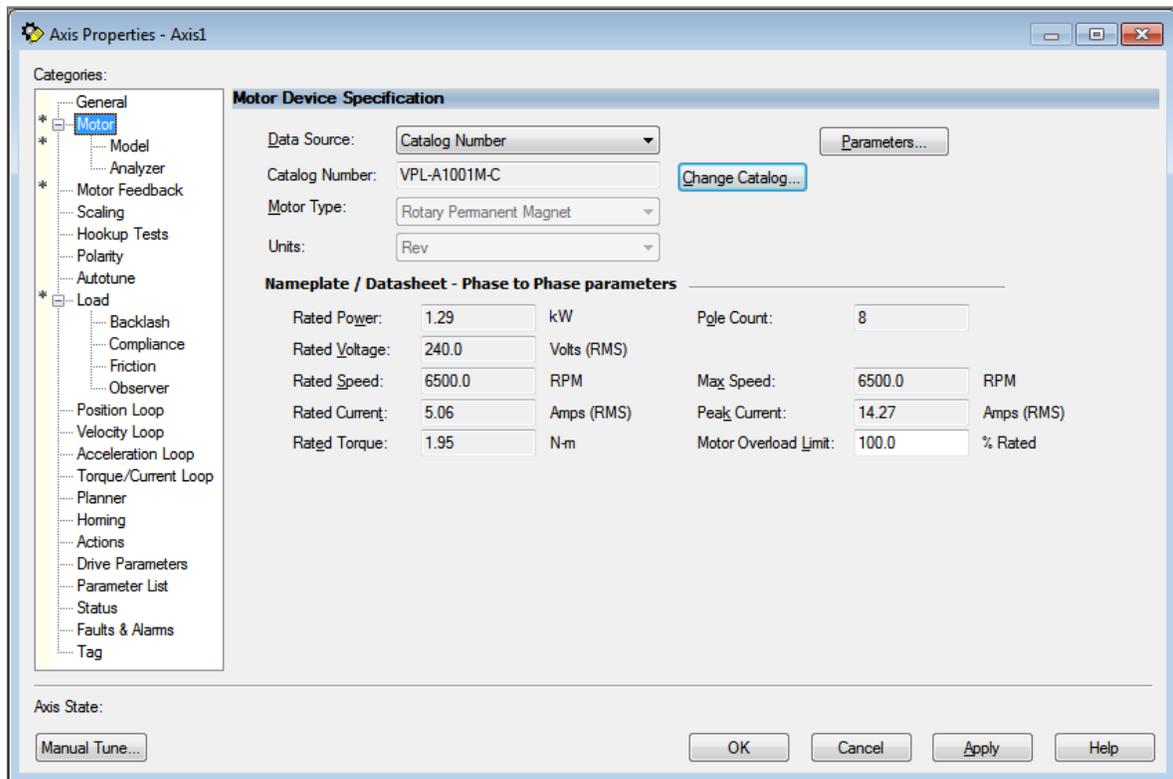
3. En la sección de “Motor”, seleccionar “Catalog Number” en “Data Source”, luego dar clic en “Change Catalog”.



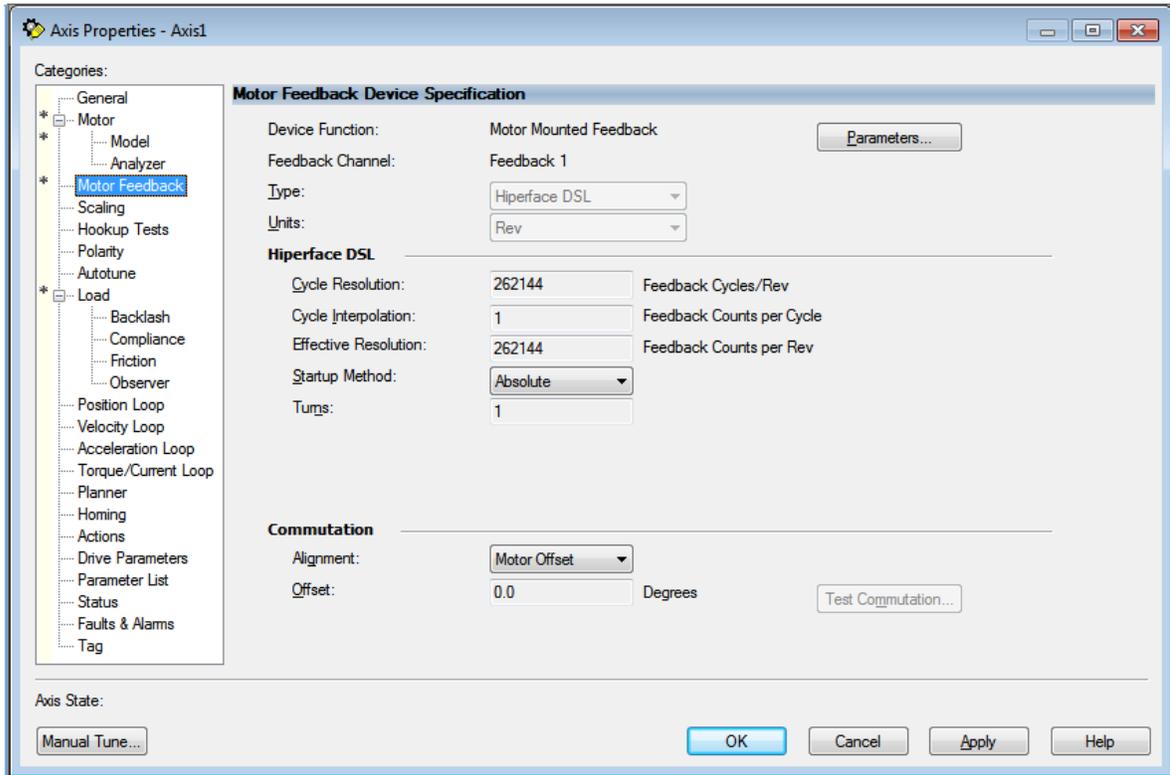
4. Buscar el número de catálogo del servomotor.



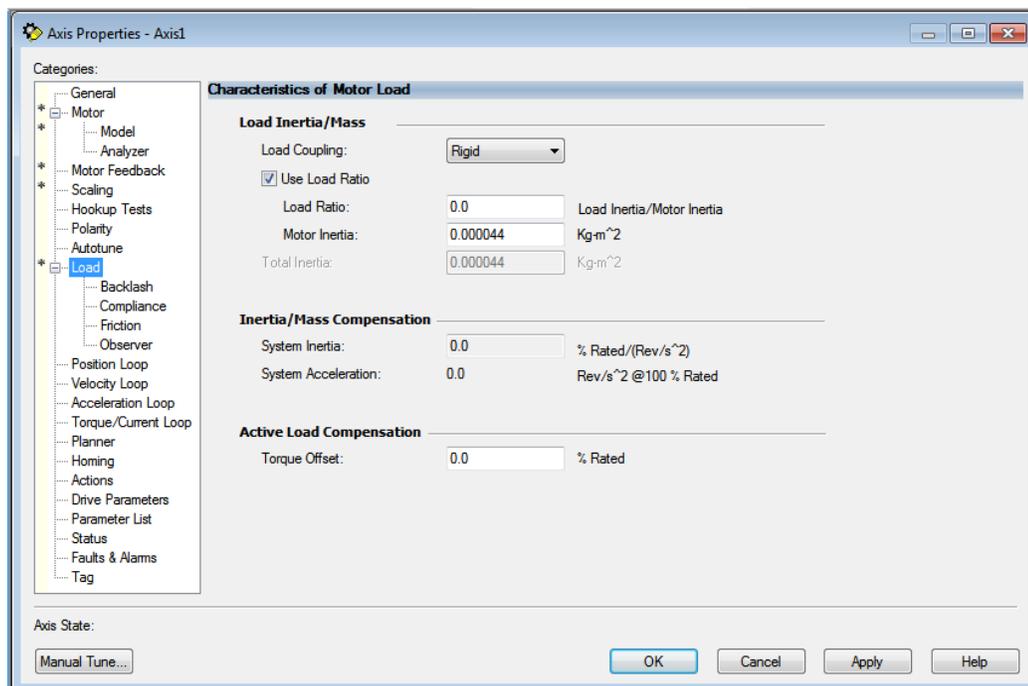
5. Posteriormente, observaremos los valores de placa del servomotor.



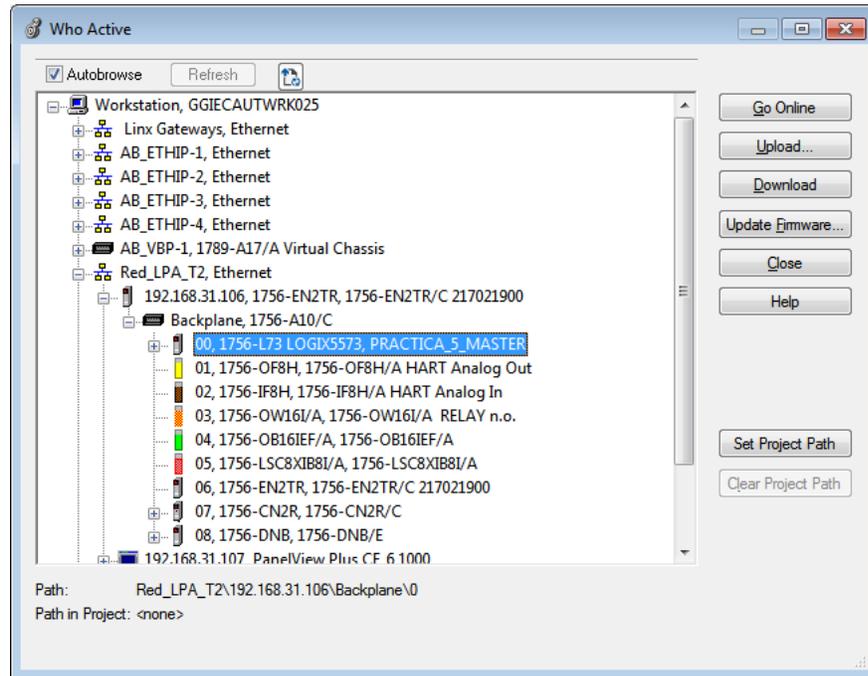
6. En la sección “Motor Feedback” verificar los siguientes parámetros:



7. En la sección “Load” verificar que el acoplamiento de la carga se “Rigid”.



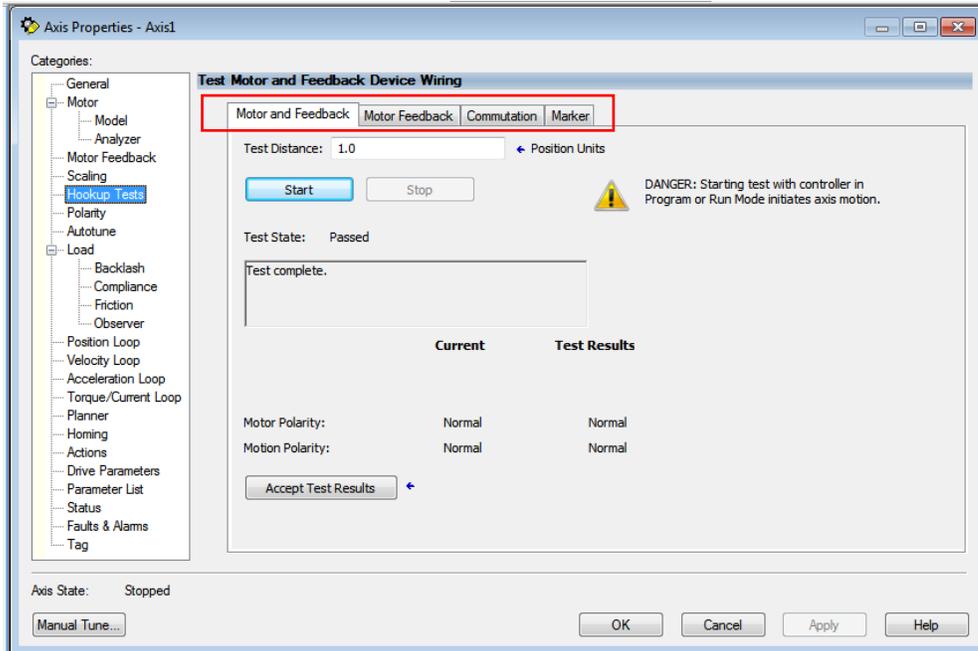
- Se procede a cargar programa en el controlador.



### Pruebas de inicialización de un servomotor

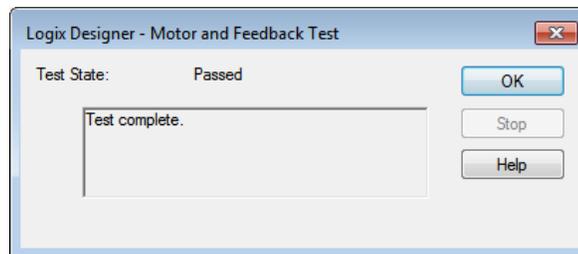
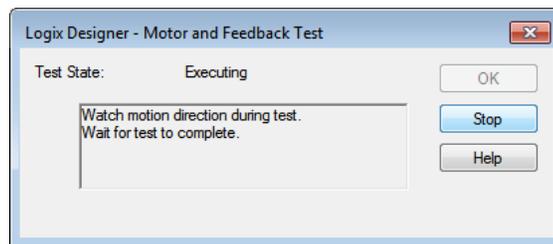
- Ir a las propiedades del eje del motor, seleccionar "Hookup Tests" donde encontraremos cuatro tipos de pruebas: Motor and "Feedback", "Motor Feedback", "Connutation" y "Marker".



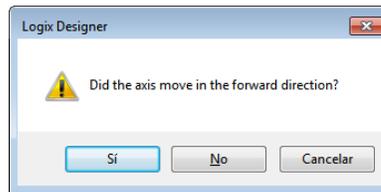


## Motor and Feedback

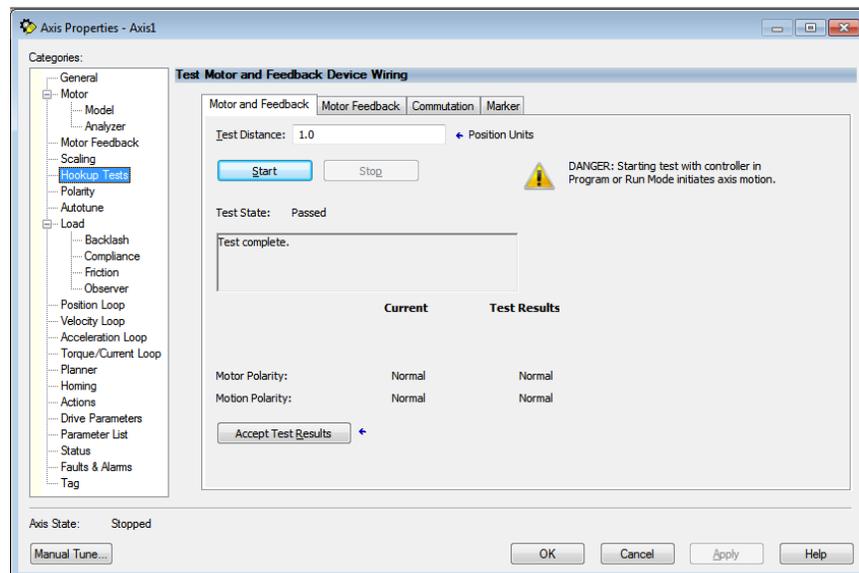
1. En la pestaña "Motor and Feedback" dar clic en "Start", se observará como el eje del motor dará una vuelta exacta.



- Al finalizar la prueba se pregunta si la dirección del servomotor se encuentra hacia adelante, en caso de escoger “No”, se cambiará de dirección de forma automática, es decir se cambiará a la dirección contraria.



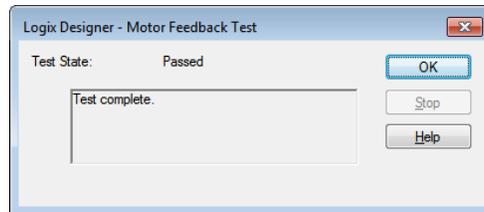
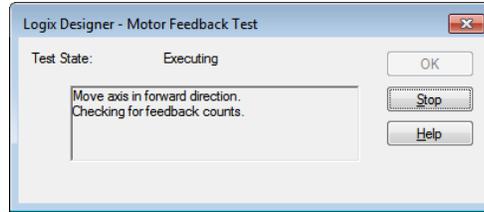
- Resultados de la prueba de “Motor and Feedback”.



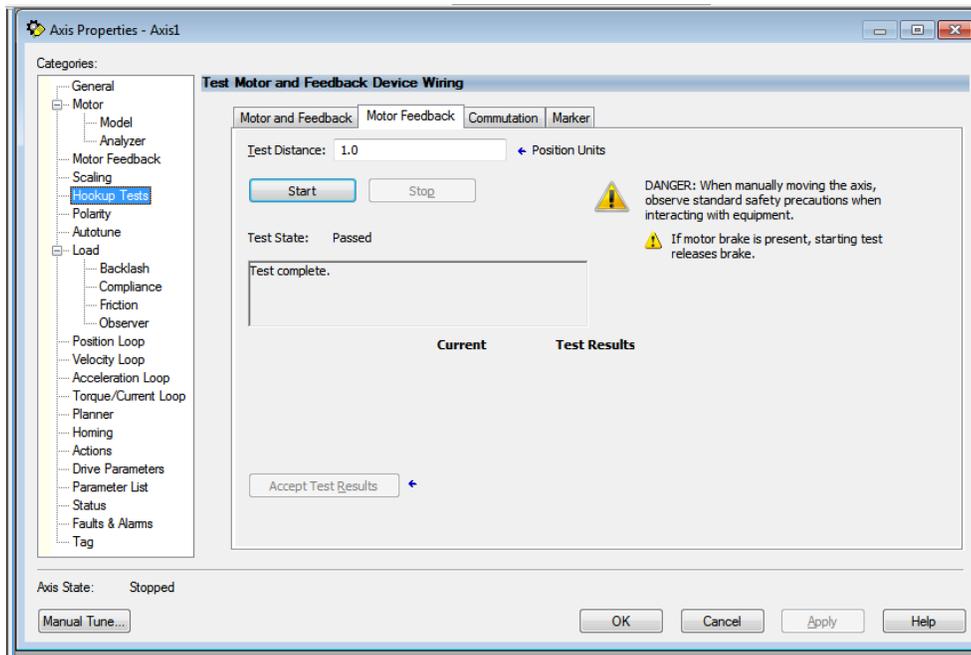
## Motor Feedback

- Quando un eje es manualmente rotado durante el “Motor Feedback test”, el controlador verifica los siguientes elementos del mecanismo de retroalimentación:
  - La señal de marca es enviada, dispositivo de retroalimentación.
  - La señal de marca es receptada, cable de retroalimentación.
  - La señal de polaridad, cable de retroalimentación.
- En la prueba de “Motor Feedback”, dar clic en “Start”, se debe dar manualmente una vuelta.





### 3. Resultados de la prueba

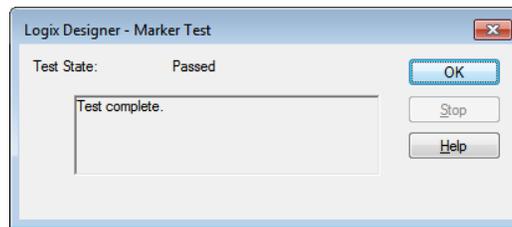
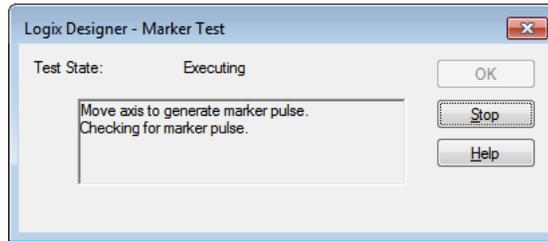


### Marker

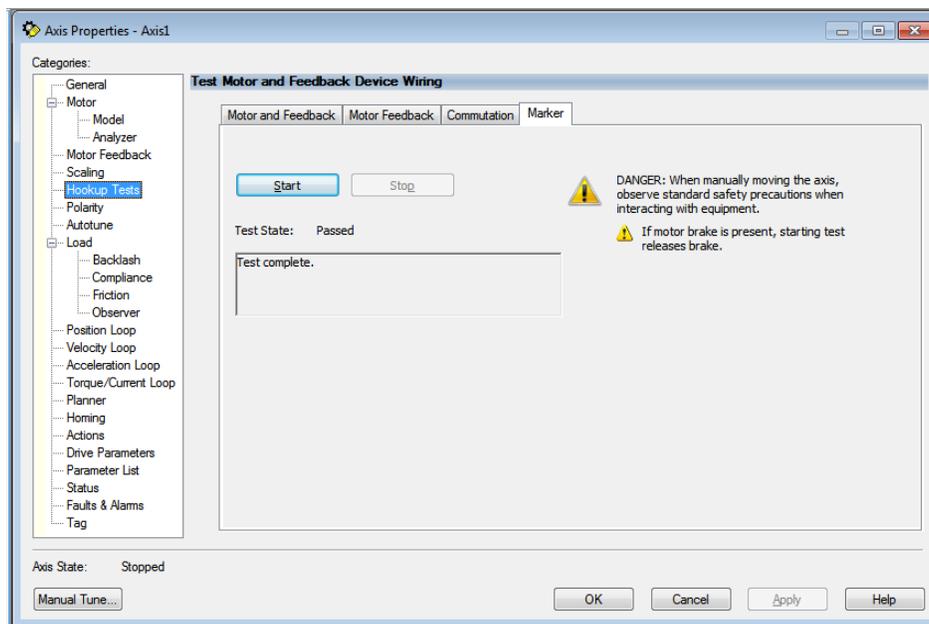
1. Cuando un eje es manualmente rotado durante el "Marker test", el controlador verifica los siguientes elementos del mecanismo de retroalimentación:
  - La señal de marca es enviada, dispositivo de retroalimentación.
  - La señal de marca es receptada, cable de retroalimentación.



2. En la prueba de "Marker", dar clic en "Start".



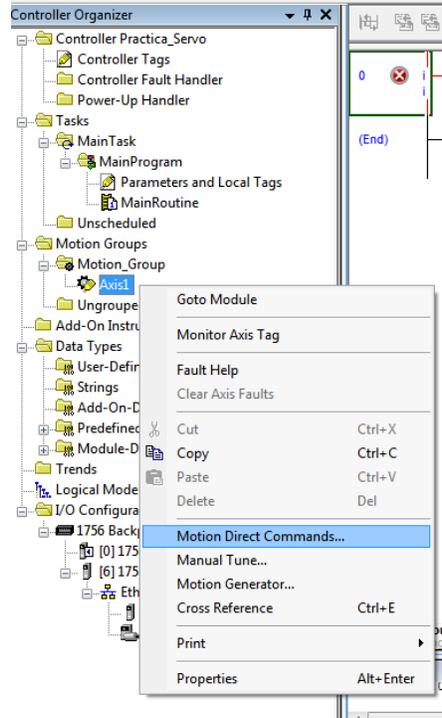
4. Resultados de la prueba.



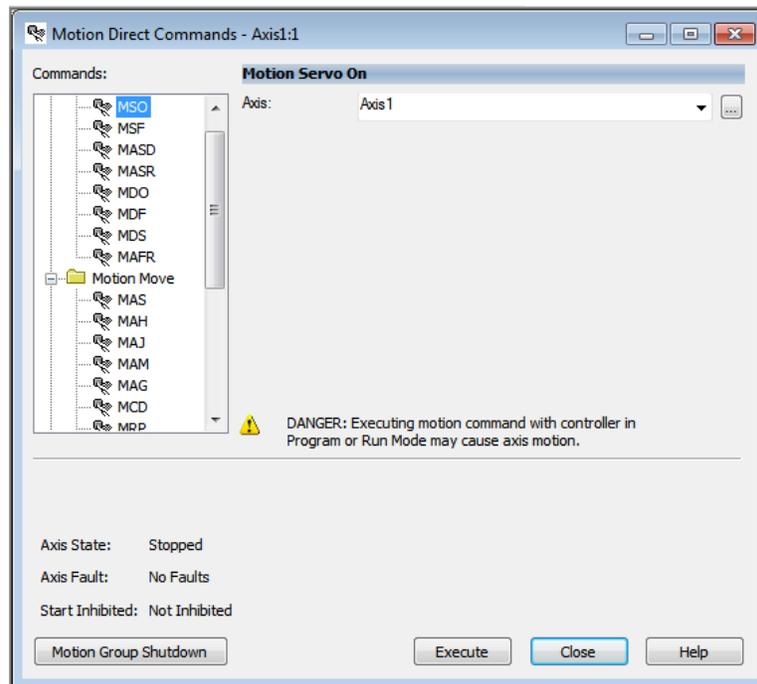
## Command Directions

1. Para ir al comando de direcciones, seleccionar el eje de movimiento, dar clic derecho y escoger "Motion Direct Commands..."





2. Se muestran las funciones del comando de direcciones.



**Configurar bloques de movimiento**

1. En la parte superior de la ventana de programación, escoger las librerías de control de movimiento.

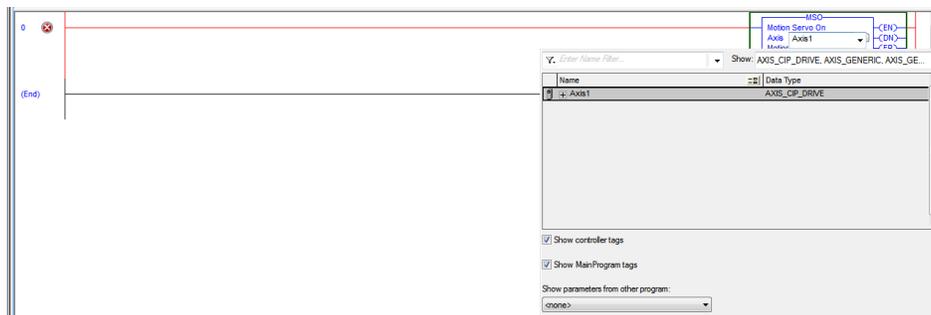


2. Escoger los siguientes bloques de movimiento y arrastrarlo a cada peldaño. Por ejemplo, el Bloque Motion Servo On (MSO) permite encender el campo magnético del servomotor.

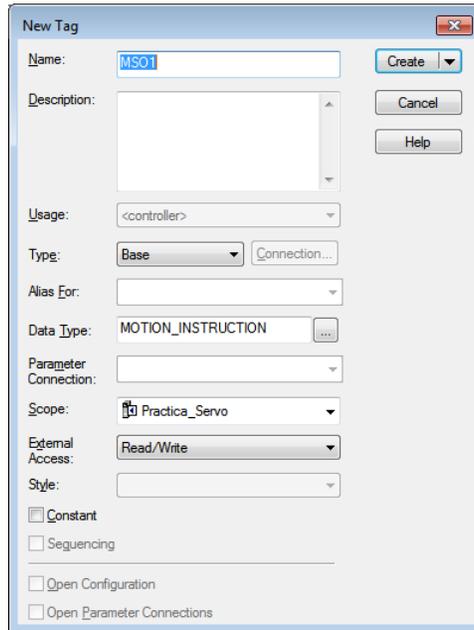


Operand	Type (5x80 family of controllers)	Type (5x70 family of controllers)	Format	Description
Axis	AXIS_CIP_DRIVE	AXIS_CIP_DRIVE AXIS_GENERIC AXIS_GENERIC_DRIVE AXIS_SERVO AXIS_SERVO_DRIVE	tag	Name of the axis to perform operation on
Motion Control	MOTION_INSTRUCTION		tag	Structure used to access instruction status parameters.

3. En "Axis" se asigna un eje de movimiento del grupo de movimiento del proyecto.



4. Se crea una variable tipo "Motion Instruction" para vincular al bloque.



5. Agregar los siguientes bloques en la programación.

**Bloque Motion Servo Off (MSF)**



Operand	Type (5x80 family of controllers)	Type (5x70 family of controllers)	Format	Description
Axis	AXIS_CIP_DRIVE	AXIS_CIP_DRIVE AXIS_GENERIC AXIS_GENERIC_DRIVE AXIS_SERVO AXIS_SERVO_DRIVE	Tag	Name of the axis to perform operation on
Motion Control	MOTION_INSTRUCTION	MOTION_INSTRUCTION	Tag	Structure used to access instruction status parameters.

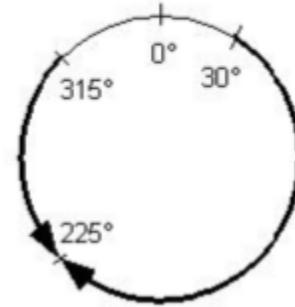


**Bloque Motion Axis Move (MAM)**

La instrucción MAM mueve el eje a una posición absoluta o realiza un incremento específico, entre otros.

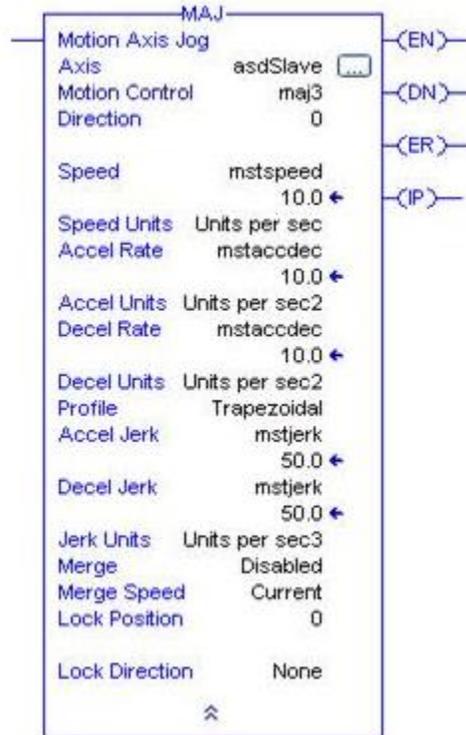
MAM		
Motion Axis Move		(EN)
Axis	asdMaster	
Motion Control	maj1	(DN)
Move Type	1	
Position	mstinc	(ER)
	1001.05	(IP)
Speed	mstspeed	(PC)
	10.0	
Speed Units	Units per sec	
Accel Rate	mstaccdec	
	10.0	
Accel Units	Units per sec2	
Decel Rate	mstaccdec	
	10.0	
Decel Units	Units per sec2	
Profile	Trapezoidal	
Accel Jerk	mstjerk	
	50.0	
Decel Jerk	mstjerk	
	50.0	
Jerk Units	Units per sec3	
Merge	Disabled	
Merge Speed	Programmed	
Lock Position	0	
Lock Direction	None	
Event Distance	0	
Calculated Data	0	

Absolute move to 225°. The direction depends on the starting position of the axis.



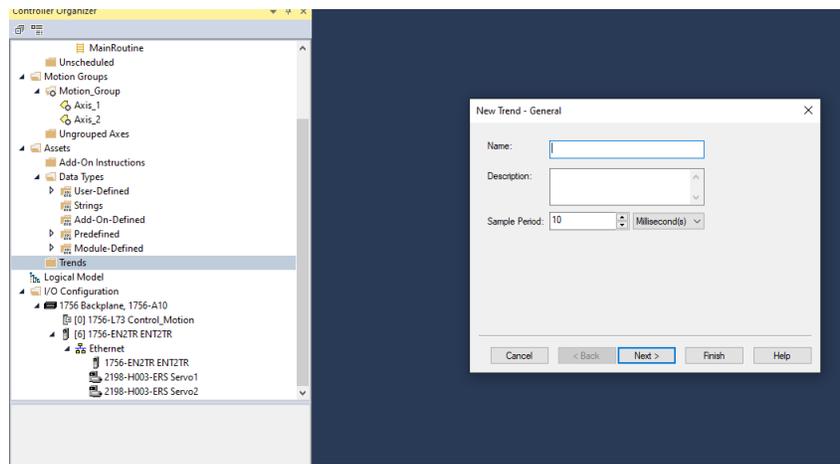
### Bloque Motion Axis Jog (MAJ)

Usar la instrucción MAJ para mover el eje a una velocidad constante sin importar la posición.

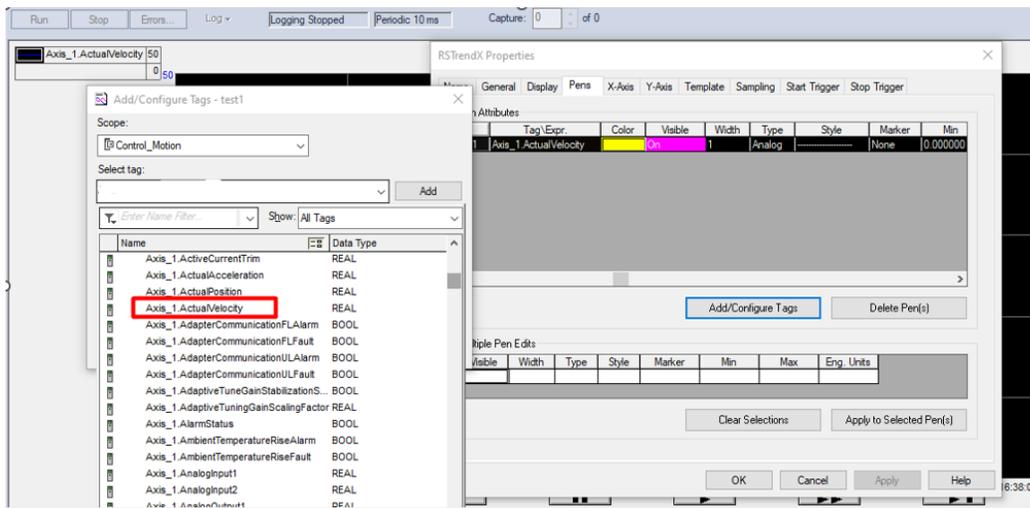


### Configurar trends en Studio 5000

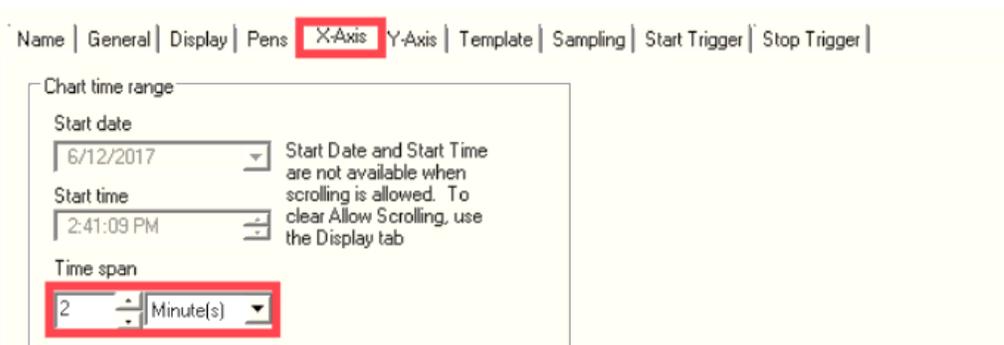
1. Para crear un trend dirigirse a “Trends” en Controller Organizer, click derecho y “New Trend”. A continuación, asigne un nombre a su tendencia y elija el período de muestra. El período de muestra es la frecuencia con la que se actualizará sus datos en su gráfico. Luego, dar clic en **Next**.



- En la ventana **Pens** de las propiedades del Trend, agregar las etiquetas necesarias correspondientes al eje de movimiento, en este caso es **ActualVelocity**.



- Para configurar la escala, hacer clic en la pestaña "X-Axis" y cambiaré el intervalo de tiempo a 2 minutos.

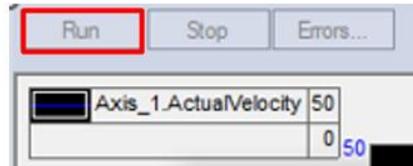


- En la pestaña "Y - Axis", se encontrará con tres opciones. En el modo Automático, la escala se ajusta para adaptarse a los datos reales. En el modo Preestablecido, pondremos un valor mínimo y máximo en la pestaña "Pens" para cada dato. Por último, la otra opción es un valor personalizado. Debido a que se visualizara más de un valor con diferentes escalas, elegiremos "Preset".



5. Luego de elegir "Preset", dirigirse a la pestaña "Pens" y agregar un valor mínimo y máximo para ActualVelocity. Además, se puede ajustar el color del bolígrafo y el ancho para que su bolígrafo sea más visible. Por último, dar clic en OK.

6. Por último, hacer clic en el botón "Run" en su gráfico de tendencias.

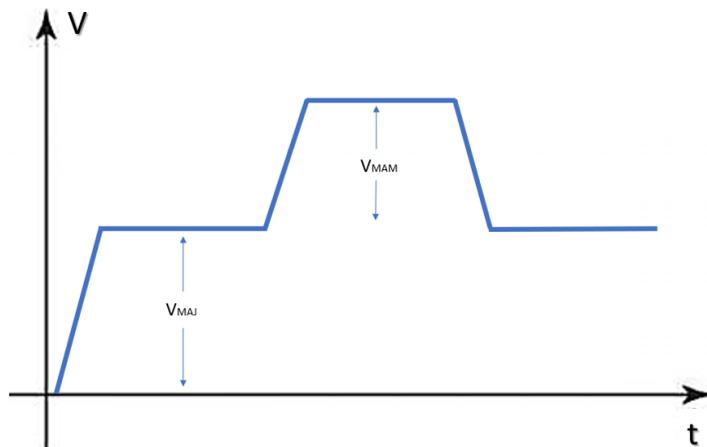


## 6. Actividades por desarrollar

### Ejercicio

Obtener la gráfica de velocidad que se muestra a continuación y cumplir con:

- Utilizar los bloques MAJ y MAM en la programación.
- La velocidad puede variar, pero debe cumplir que la velocidad del bloque MAJ debe ser superior al del bloque MAM.
- Utilizar la herramienta "Trend" de Studio 5000 para visualizar la gráfica de velocidad.



*Nota: Adjuntar las capturas de la programación y de la configuración con sus respectivos comentarios.*

