



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

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN  
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNOLOGÍA EN: ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y  
AVIÓNICA**

**AUTOR: IZA RIVERA, DEYSI MARGOTH  
DIRECTOR: ING. ALPÚSIG CUICHÁN, SILVIA EMPERATRIZ**

**LATACUNGA**

**2020**





# “IMPLEMENTACIÓN DE UN INTERFAZ HUMANO MÁQUINA (HMI) PARA MONITOREAR EL NÚMERO DE GRADOS POR PULSOS, TORQUE, VELOCIDAD Y SENTIDO DE MOVIMIENTO DE UN MOTOR A PASOS”



# Objetivos

## Objetivo General

- Implementación de un interfaz humano máquina (HMI) para monitorear el número de grados por pulsos, torque, velocidad y sentido de movimiento de un motor a pasos mediante el PLC S7-1200.



# Objetivos

## Objetivos Específicos

- Investigar el funcionamiento del motor a pasos y sus aplicaciones industriales mediante fuentes de información técnicas.
- Desarrollar el algoritmo del PLC S7-1200 en el software TIA PORTAL para controlar el movimiento del motor a pasos.
- Implementar un interfaz humano máquina (HMI) para monitorear el movimiento de un motor a pasos usando las normas ISA 101.



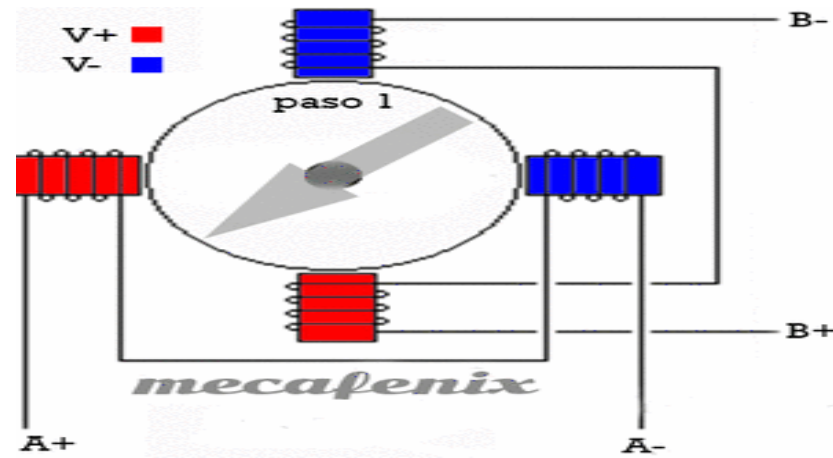
# Resumen

El presente proyecto de titulación consiste en implementación de un interfaz humano máquina (HMI) para monitorear el número de grados por pulsos, torque, velocidad y sentido de movimiento de un motor a pasos mediante una pantalla de simulación realizada WinCC en un display denominado KPT700 Basic, que permite el control de simulación del motor mediante dos modos de trabajo, modo Jog que da paso al ingresar valores de velocidad en porcentaje y la posición lineal en (mm) de forma manual y el modo referenciado es manipulado por medio de comandos individuales que permiten el avance o retroceso del motor.



# Motor paso a paso

Es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de pulsos eléctricos en desplazamientos angulares, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control.



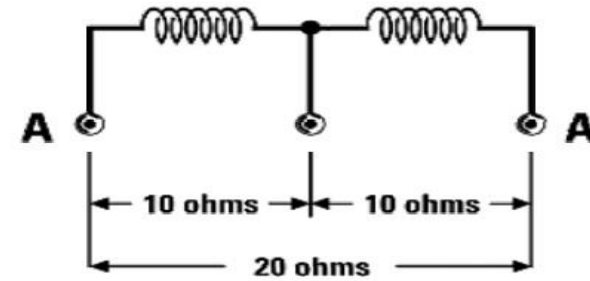
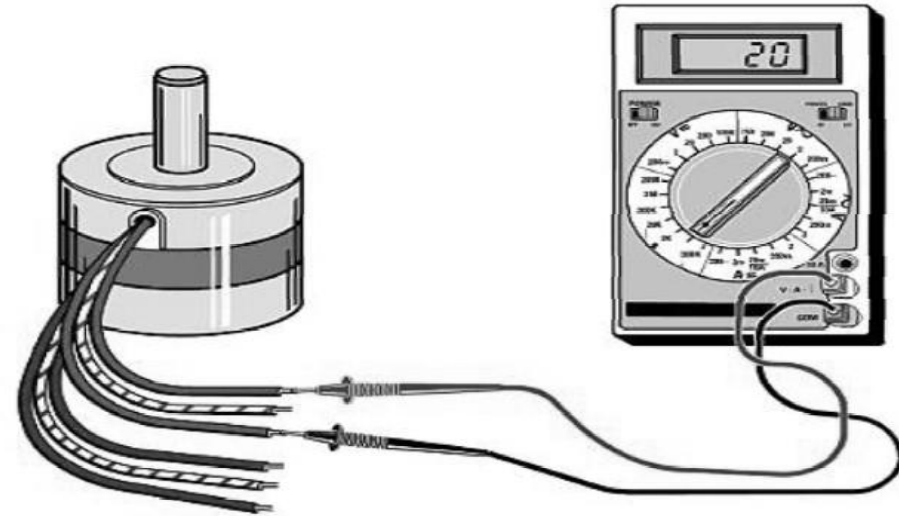
# Comportamiento

- Giran por pequeños pasos, funcionan controlados por un pulso de avance.
- Trabajan de manera opuesta: su mayor capacidad de torque se produce a baja velocidad.
- El torque de detención hace que un motor paso a paso se mantenga firmemente en su posición cuando no está girando.
- Estos motores tienen varios bobinados que, para producir el avance de ese paso, deben ser alimentados en una adecuada secuencia.



# Características

- Voltaje
- Resistencia eléctrica
- Grados por paso





# Tipos de motores a pasos

- Motores paso a paso de imán permanente
- Motores paso a paso unipolares
- Motores paso a paso bipolares
- Motores paso a paso de reluctancia variable
- Motor paso a paso con tren de pulso (PTO)
- Motor paso a paso NEMA 17



# Motor paso a paso (42BYGHW609)

## Generalidades

Este motor realiza un movimiento de  $1.8^\circ$  por paso (200 pasos/revolución), cada fase del motor consume 1.7A. Conectado por cuatro hilos. Se puede utilizar para CNC, impresoras 3D y aplicaciones en general como robótica y control.



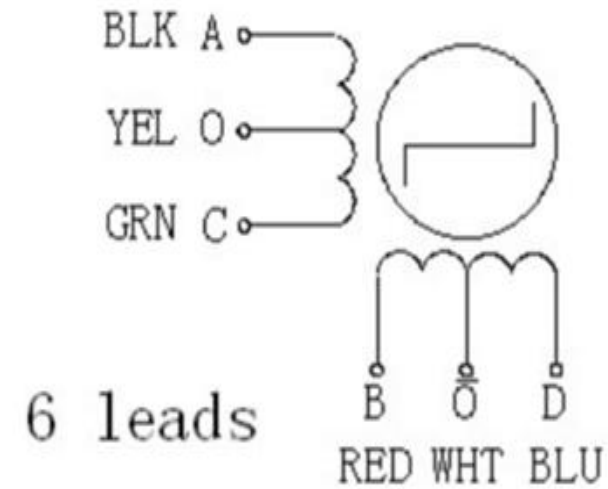
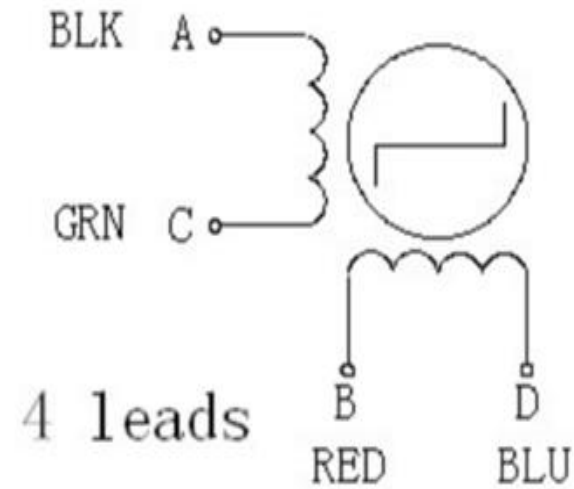
# Datos técnicos

## Parámetros de trabajo

MODELO: 42BYGHW609									
Resolución del motor	Longitud del motor	Voltaje nominal	Consumo de corriente	Par de sujeción	Par de retención	Inercia del rotor	Diámetro del eje	Angulo de paso	Distancia de posición lineal
Grados [°]	[mm]	V	A	Nm	mNm	gcm <sup>2</sup>	[mm]	Grados [°]	[mm]
1.8	40	3,4	1.7	0.4	21.6	54	5	360	10



# Configuración de conexión del motor a pasos 42BYGHW609



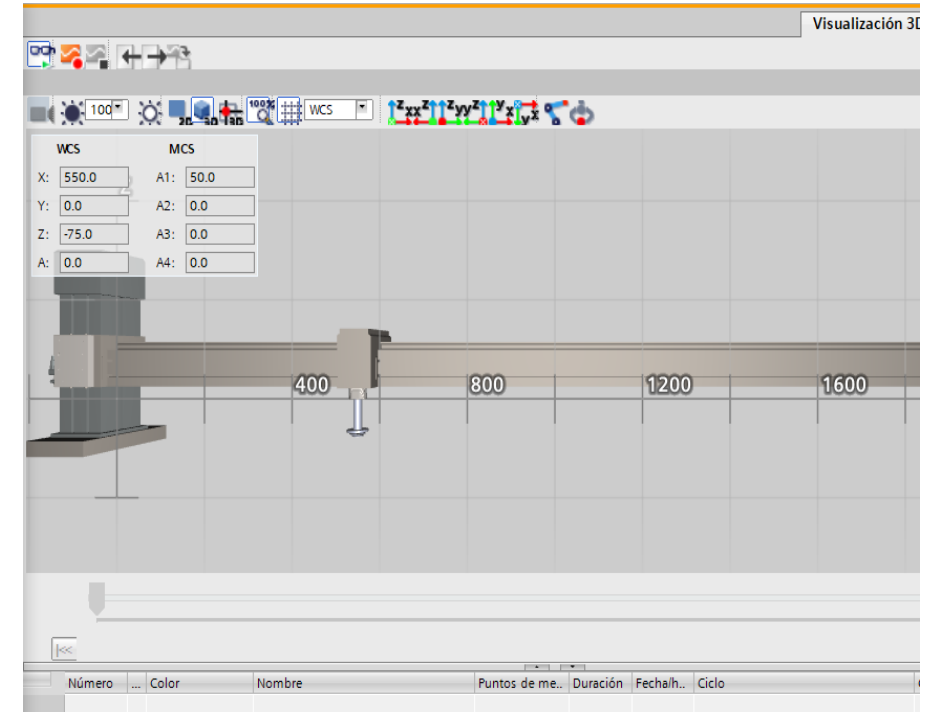
# Instrucciones de Motion Control

Con las instrucciones de Motion Control se ejecutan las funciones deseadas en los objetos tecnológicos. Las instrucciones de Motion Control están disponibles en el TIA Portal en "Instrucciones > Tecnología > Motion Control".



# Solidworks

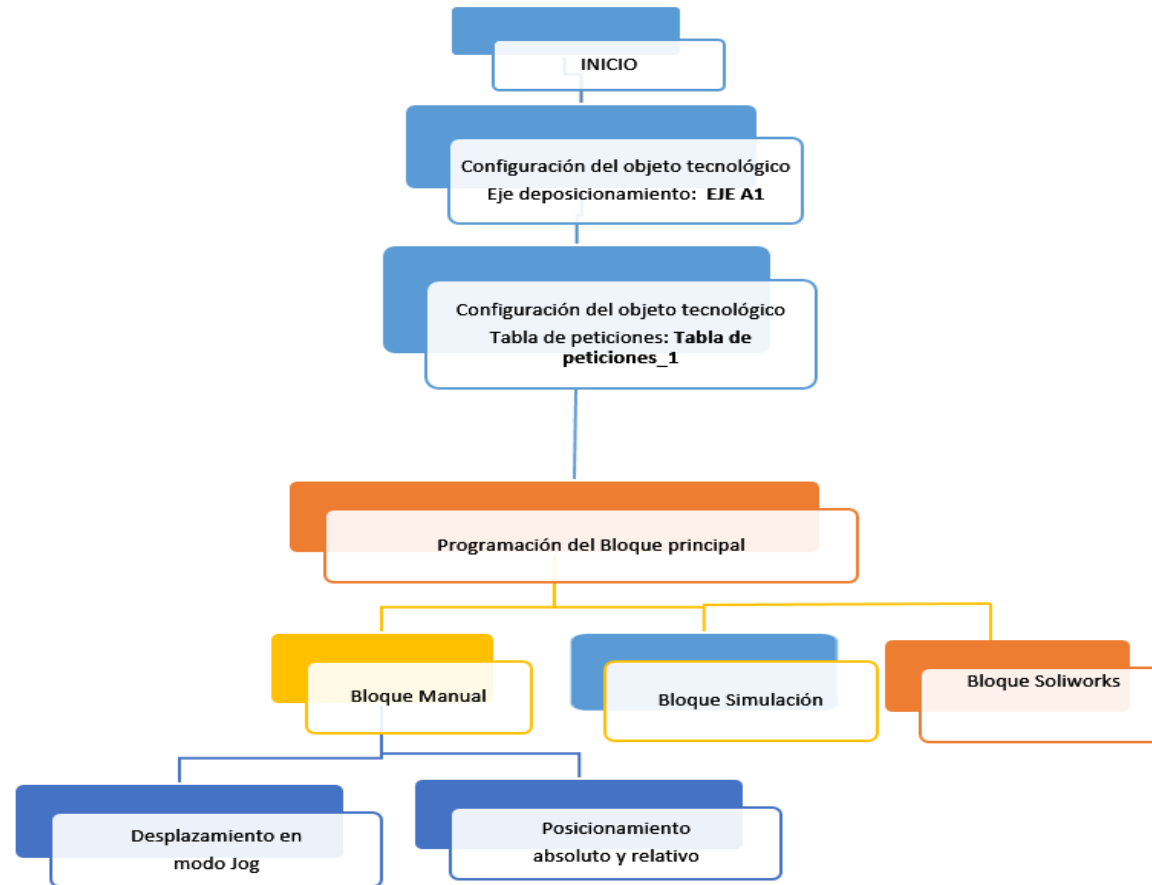
- SOLIDWORKS Motion es un complemento que permite realizar el movimiento de los elementos del diseño además de hacer un estudio de fuerza de los materiales.
- Permite visualizar su producto en movimiento como lo haría en la vida real, y mida las fuerzas y cargas de su diseño.



# IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ HUMANO MÁQUINA (HMI) PARA MONITOREAR MOVIMIENTO DE UN MOTOR A PASOS



# Flujograma del proceso de programación.





# Programación del HMI

Para la implementación de la interfaz humano maquina se utilizó el programa Tía portal V15 el mismo cumple con las condiciones de trabajo compatibles con el PLC 1500.

Se programó mediante logaritmos que están divididos por medio de bloques de funcionamiento, pero es necesario configurar los objetos tecnológicos del PLC, para trabajar con el software solidwork.



# Desarrollo de las ventanas del HMI

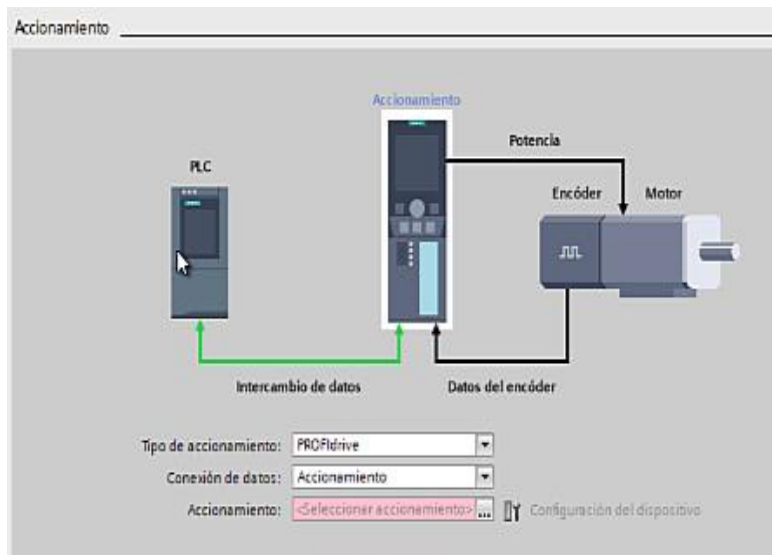
Con la ayuda del software Wincc se implementó las ventanas del HMI, con el que se podrá monitorear el número de grados por pulsos, torque, velocidad y sentido de movimiento de un motor a pasos, para lo cual se utilizó un display de simulación denominado KTP 700.

Aplicando configuraciones para vinculara el los bloques de programación el HMI y el solidword.

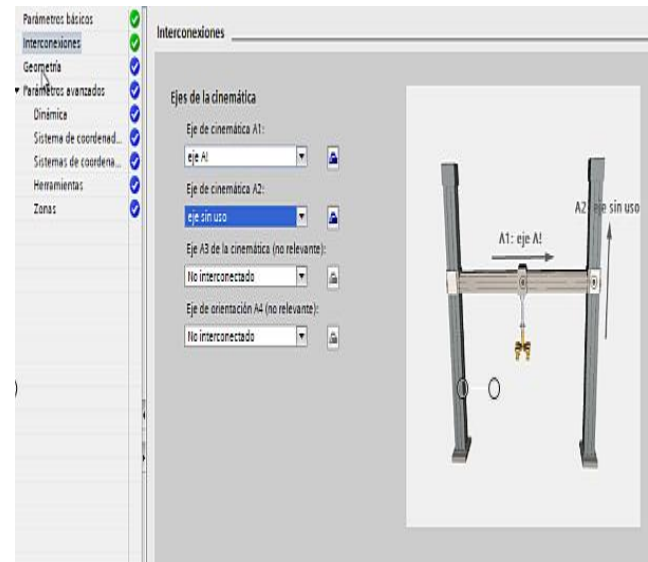


# Simulación del funcionamiento de un motor paso a paso

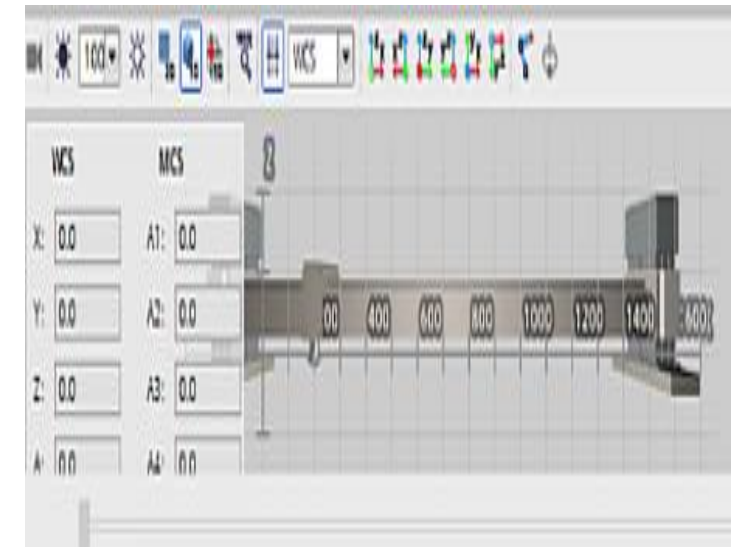
## Acondicionamiento



## Configuración



## Conexión



# Bloques de funcionamiento

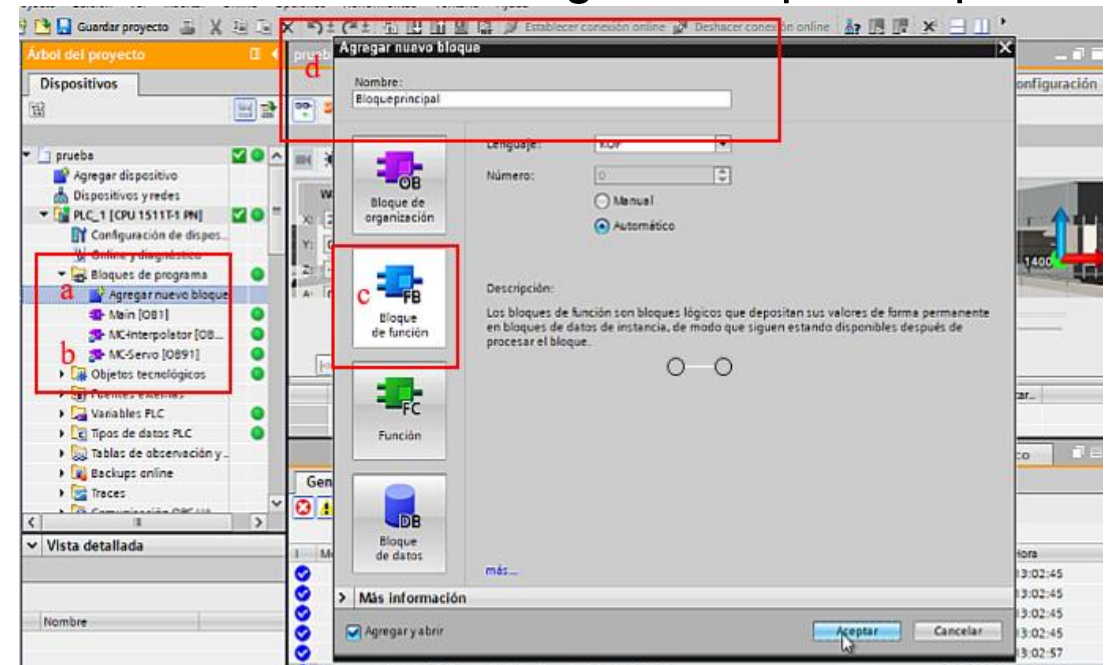
Para crear los bloques de programación se debe tener en cuenta los siguientes pasos, pero esto debe tener una secuencia exacta.

a) Clic en bloques de programa.

b) Clic en agregar nuevo bloque.

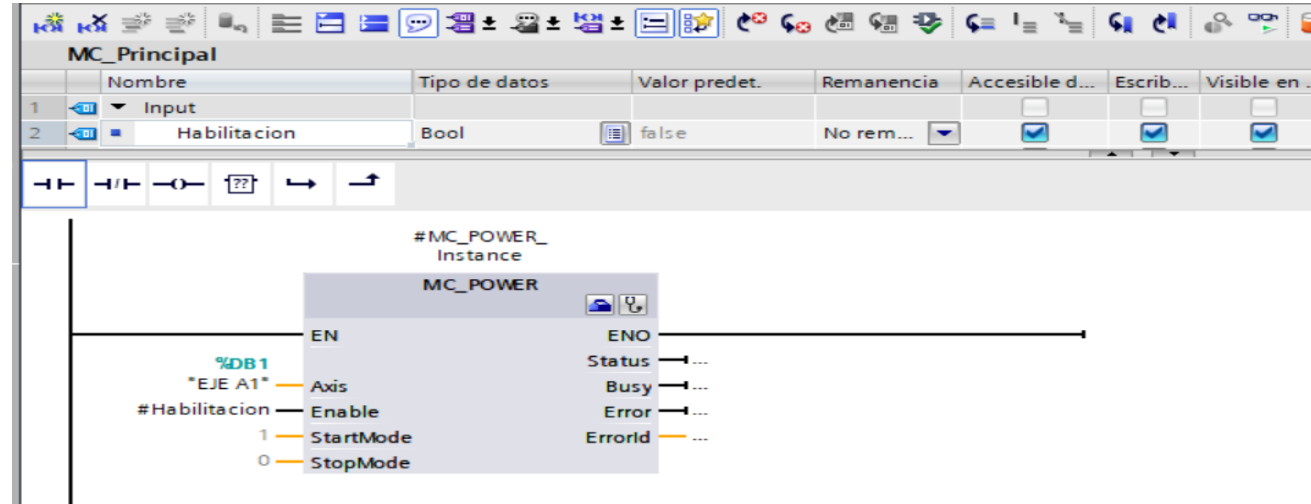
c) Seleccionar el icono de bloque de función.

d) Se designa el nombre de bloque como bloque principal y damos clic en aceptar.



# Desarrollo de bloques principal de programación

Se arrastrará al segmento1, para luego dirigirnos a objetos tecnológicos escoger al eje A y se asignarlo al AXIS del bloque, se debe hacer también un punto de habilitación en la línea de ENABLE mediante una variable creada en la tabla de variable con el nombre de HABILITACIÓN y los agregamos al bloque de la siguiente manera.



# Formulas aplicadas

Una vuelta de revolución =  $360^\circ$  equivalentes a 10 milímetros en el movimiento lineal entonces de manera que aplica la siguiente formula:

$$\frac{\text{Numero de vueltas por revolución en grados}}{\text{Valor en movimiento lineal en milímetros}}$$
$$x = \frac{360^\circ}{10\text{mm}}$$
$$x = 36$$



# Formulas aplicadas

Transformación de velocidad lineal a angular el mismo que necesita de un factor de conversión que se va evaluar de la siguiente manera:

Velocidad lineal = valor variable

Velocidad de paso =  $10\text{mm}\cdot r$

Formula de velocidad angular

$$N=60 \times fn$$

$$N=6010m \times f$$

$N=6$  revoluciones por minuto

**FACTOR DE CONVERSIÓN**



# Simulación y comprobación del HMI

**DESPLAZAMIENTO EN MODO MANUAL (JOG)**

**STATUS**

- HABILITADO
- EJECUTANDO
- REFERENCIADO
- ERROR
- ERROR VELOCI
- FC SW INF.
- FC SW SUP.

**INGRESO DATOS DEL MOTOR:**

Velocidad:  % (0-100)

Posición:  mm

Velocidad (mm/s):

Grados (°):

Torque (Nm):

Posición Lineal (mm):

Voltaje (V):

Corriente (A):

Control de posición: Rango [-100 a 1100 mm]

Sentido:  
 Positivo  
 Negativo

**COMANDOS DE AVANCE INDIVIDUAL:**

VER ERRORES

GRAFICAS

HOME RESET IR A LA POSICIÓN

Atrás STOP

Habilita el eje

F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8



# Ventanas de bienvenida



# Ventana de errores

Posibles errores con sus respectivas soluciones

LISTA DE ERRORES

- FC ALCANZADO "CHOQUE CON EL FINAL DE CARRERA INFERIOR"
- FC ALCANZADO "CHOQUE CON EL FINAL DE CARRERA SUPERIOR"
- NO EXITE REFERENCIADO
- INGRESE UN VALOR POSITIVO EN EL RANGO: DE (0 A 100%)

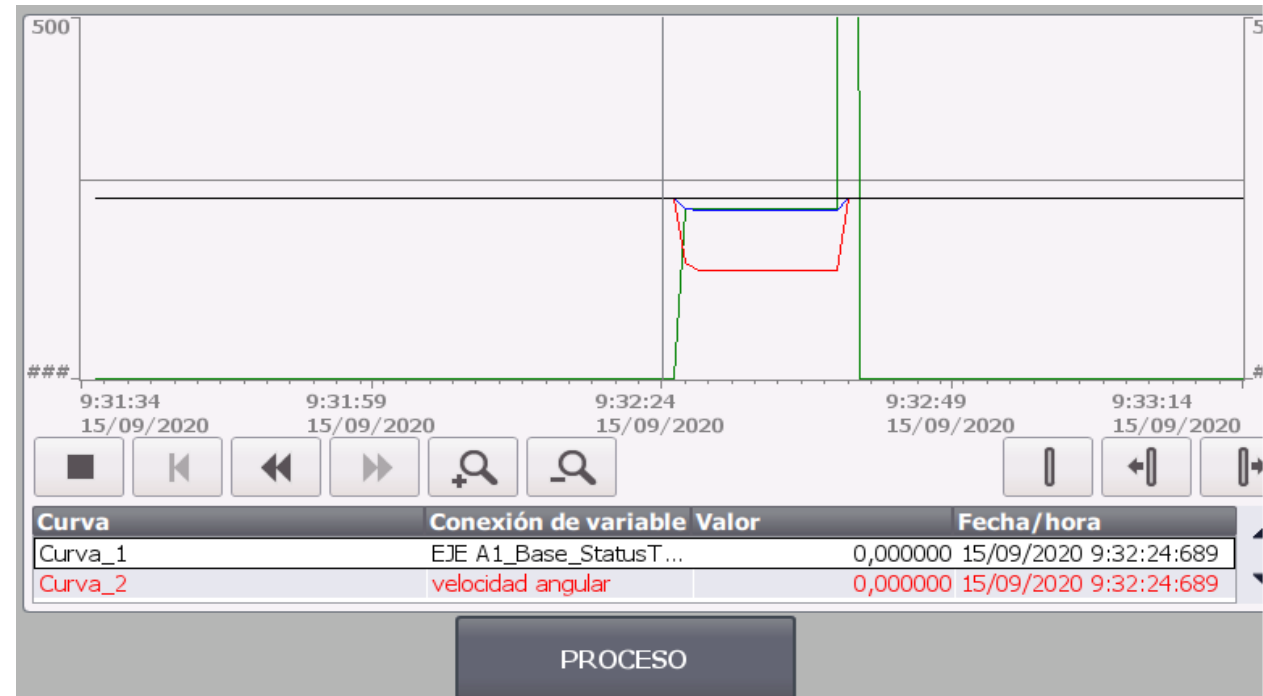
**RECUERDA:**  
Para deshabilitar el error seleccione, "ACEPTAR" y luego en la en la venta de Proceso clic en "RESET" para liberar los controles del motor a pasos.

ACEPTAR



# Graficas de comportamiento

Color	Representación
Negro	Eje A1
Rojo	Velocidad angular
Azul	Velocidad del eje
Verde	Torque



# CONCLUSIONES

- Se obtuvo información relacionada al funcionamiento del motor a pasos, que está compuesto por una serie de pulsos eléctricos en desplazamientos angulares, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados por paso o medio paso dependiendo de sus entradas de control, permitiendo tener un amplio control del operador hacia procesos industriales de acuerdo a las condiciones de trabajo.
- Con el software TIA PORTAL se logró desarrollar el algoritmo mediante un conjunto de procedimientos para los bloques de programación entorno al control de movimiento del motor a pasos en forma simulada utilizando conexiones virtuales con PLC S7-, esto permite agregar objetos tecnológicos con el cual se consiguió entrelazar los datos del motor paso a paso, plasmados en el HMI y enviar al simulador solidworks para apreciar el funcionamiento del eje del motor en una posición lineal.



- Se desarrolló el HMI en el software WinCC en una plantilla KPT700 que contiene dos modos de trabajo, modo manual que permite ingresar valores de velocidad en porcentaje y la posición lineal en (mm), en el modo referenciado es manipulado por medio de comandos individuales que permiten el avance o retroceso del motor, en estos dos modos se puede verificar los datos de número de grados por de paso, velocidad, torque, sentido del motor.
- En el HMI se implementó los datos del motor tanto de corriente y voltaje, se agrega una barra indicadora que permite observar la habilitación del proceso, errores mediante luces indicadores, finales de carrera activados, si existe fallas contiene una ventana de lista de errores para deshabilitar los mismas, los datos de todo el HMI se puede observar por medio de graficas de control en el caso de mi proyecto cada variables está representada por colores como este caso el color negro representa EJE A1, Rojo la velocidad angular, Azul la velocidad del eje y el Verde el torque, todas las pantallas del proceso están basadas a las normas isa 101.



# RECOMENDACIONES

- Si se va a trabajar con el programa solidworks y el Tía portal es necesario que el instalador del programa continúe con una secuencia de instalación es decir se debe instalar primero el solidworks y luego el Tía portal para que los datos se entrelacen sin producir errores.
- En las instrucciones de Motion Control que son necesarias para el proyecto como por ejemplo el bloque de MC-POWER, se debe seleccionar funcionamiento de multiinstancia para que permite operar desde del HMI el proceso.
- Realizar las conversiones necesarias para encontrar la variables y valores de las condiciones propuestas en el proyecto, trabajando en diferentes segmentos para que conflictos en la programación.





1922  
ECUADOR