AUTOMATIZACIÓN DE UN TORNO PARA MADERA CON CARACTERÍSTICAS DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO (CNC) CONTROLADO POR MEDIO DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) Y UNA TERMINAL TÁCTIL

LADY PAOLA SÁNCHEZ SOLANO

MIGUEL LEONARDO VILLANOVA MADERO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
BUCARAMANGA
2012

AUTOMATIZACIÓN DE UN TORNO PARA MADERA CON CARACTERÍSTICAS DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO (CNC) CONTROLADO POR MEDIO DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) Y UNA TERMINAL TÁCTIL

LADY PAOLA SÁNCHEZ SOLANO

MIGUEL LEONARDO VILLANOVA MADERO

Trabajo de grado

Director Del Proyecto:
Msc. Juan Carlos Villamizar Rincón

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
BUCARAMANGA
2012

Primero que todo, le doy gracias a Dios por haberme dado la vida y a través de ella brindarme la fuerza y la motivación para iniciar y culminar satisfactoriamente mi carrera profesional.

A mi papá por haber confiado en mí, y brindarme el apoyo y la oportunidad de estudiar una carrera profesional.

A mi mamá por haber estado a mi lado dándome ánimos, brindándome sus consejos y por sus incesantes oraciones en esos momentos difíciles.

A mis hermanos por sus consejos y compañía que me brindaron en esos largos días de estudio.

A mi amiga y compañera de tesis Paola Sánchez por haberme tenido paciencia en esos días de estrés y mal genio. Además, por haberme acompañado y brindado sus consejos y amistad cuando más lo necesite.

A mis amigos, por haber compartido esos buenos y malos momentos con migo.

Y a todas las personas que de una u otra forma hacen parte de mi vida.

Miguel Leonardo Villanova Madero

En primer lugar agradezco a Dios por darme tan maravillosa oportunidad de formarme académicamente y paralelo a ello permitirme seguir creciendo como persona.

A mi padre porque en este recorrido de mi vida siempre ha estado allí para brindarme su apoyo incondicional.

A mi madre por siempre haber estado allí dándome los mejores consejos y motivándome para seguir siempre firme en mis objetivos.

A mi hermano y mi nona por siempre acompañarme en esos largos días y decir las palabras indicadas en los momentos precisos.

A mi compañero de tesis Miguel Villanova por decidir acompañarme en esta etapa final y ayudar a que juntos logremos esta meta de nuestra vida.

Gracias a los amigos que estuvieron siempre apoyándome y compartiendo cada experiencia de este camino que ya finaliza.

Lady Paola Sánchez Solano

A nuestro director de tesis el Msc. Juan Carlos Villamizar Rincón por haber depositado su confiado en nosotros, por su asesoramiento en esas pequeñas dudas y comprensión a lo largo del desarrollo de la tesis.

A la Msc. Claudia Rueda por su continuo apoyo e interés en la culminación de nuestra tesis. Por sus consejos y asesoramiento en la redacción del presente libro.

Al ingeniero Miguel Ángel Reyes por su continuo asesoramiento en el diseño de la cubierta de protección y la estructura mecánica del torno para madera.

A la ingeniera Leidy Olarte por su compañía y asesoramiento en el laboratorio de automatización y por la ayuda prestada para agilizar los trámites de compras con la universidad y sus proveedores.

A Ludwing Casas por su asesoría y apoyo en la construcción de la cubierta de protección.

A la Universidad Pontificia Bolivariana por habernos brindado la oportunidad de trabajar en conjunto con ella para el desarrollo de este prototipo y por la confianza depositada en nuestra labor.

CONTENIDO

Pág.

1. MARCO TEÓRICO 15
1.1 AUTOMATIZACIÓN 15
1.2 TORNO MANUAL PARA MADERA 15
1.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) 17
1.3.1 Estructura del PLC. 17
1.3.2 *Rack* principal. 18
1.3.3 Fuente de alimentación. 18
1.3.4 Unidad Central De Procesamiento (CPU). 18
1.3.5 Tarjetas entradas/salidas digitales. 19
1.3.6 Tarjetas entradas/salidas analógicas. 19
1.4 PANTALLA TÁCTIL 19
1.5 CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO (CNC) 20
1.6 CÓDIGO G 21
1.6.1 G00 Marcha rápida. 21
1.6.2 G01 Interpolación lineal. 21
1.6.3 G02 Interpolación circular en sentido horario. 22
1.6.4 G03 Interpolación circular en sentido anti horario. 22
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 24
3. OBJETIVOS 25
3.1 OBJETIVO GENERAL 25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 25
4. DESCRIPCIÓN GABINETE PRINCIPAL 26
4.1 ETAPA DE POTENCIA 27
4.1.1 Interruptor termo magnético totalizador de caja moldeada. 27
4.1.2 Disyuntor termomagnético bipolar. 28
4.1.3 Fusibles. 29
4.1.4 Barraje de alta potencia. 29
4.1.5 Fuente de alimentación ABL8 REM24050. 30
4.2 ETAPA DE ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL 31
4.3 ETAPA DE CONTROL – PLC 32

4.3.1 *Rack* TSXRKY 12. 33
4.3.2 Unidad de alimentación TSXPSY 2600. 33
4.3.3 Unidad de procesamiento TSX P57 2634. 33
4.3.4 Módulo de entradas digitales TSX DEY 16D2. 34
4.3.5 Módulo de salidas digitales TSX DSY 16T2. 34
5. DISEÑO Y DESARROLLO FÍSICO DEL PROTOTIPO 35
5.1 DISEÑO Y DESARROLLO DE LA ESTRUCTURA CNC. 36
5.2 CUBIERTA DE PROTECCIÓN 42
5.3 GABINETE DE PASO 43
6. SOTFWARE DE PROGRAMACION*UNITY PRO* PARA EL PLC 45
6.1 CÓDIGO FUENTE 45
6.1.1 Movimiento en retroceso. 45
6.1.2 Activación bobinas. 47
6.1.3 Extras. 47
6.1.4 Posicionamiento manual. 47
6.1.5 Movimiento en adelanto. 47
6.1.6 Ecuación de la recta. 49
6.1.7 Circunferencia 54
7. INTERFAZ DE USUARIO 56
7.1 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN VIJEO DESIGNER PARA LA TERMINAL TÁCTIL 56
7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PANELES GRÁFICOS 58
7.2.1 Panel Inicial 58
7.2.2 Menú Principal 59
7.2.3 Condiciones iniciales 60
7.2.4 Entradas y salidas 62
7.2.5 Posicionamiento manual 64
7.2.6 Códigos G 65
7.2.7 Recetas 68
8. RESULTADOS 69
9. CONCLUSIONES 70
10. BIBLIOGRAFÍA 71
ANEXOS 73

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Torno de madera 16
Figura 2. Estructura del PLC 18
Figura 3. Pantalla táctil 19
Figura 4. Imagen de *solidworks* – simulación de un corte lineal 22
Figura 5.Imagen de *solidworks* – simulación de un corte circular sentido horario 22
Figura 6.Imagen de *solidworks* – simulación de un corte circular sentido anti horario 23
Figura 7. Gabinete principal 26
Figura 8. Modo de operación del gabinete principal 27
Figura 9. Totalizador *EasyPact* EZC100N a 20A 28
Figura 10.Disyuntores bipolares C60N 29
Figura 11. Fusibles 29
Figura 12. Barraje de Potencia 30
Figura 13. Fuente de alimentación ABL8 REM24050 31
Figura 14. Relé electromagnético RXM4AB2BD 31
Figura 15. PLC *Modicon Premium* 32
Figura 16. Cable de programación. 33
Figura 17. Estructura mecánica 35
Figura 18.Movimiento de la herramienta 36
Figura 19. Primer modelo 37
Figura 20. Estructura mecánica CNC, modelo 38
Figura 21.Estructura real 39
Figura 22. Diseños del carro transversal 40
Figura 23. Porta herramienta 40
Figura 24. Motor eje horizontal 41
Figura 25. Motor eje transversal 41
Figura 26. Bujes 42
Figura 27. Cubierta de protección 42
Figura 28. Gabinete de paso 44
Figura 29. Diagrama de la rutina Movimiento en Atraso 46
Figura 30.Diagrama rutina secuencia en adelanto 48
Figura 31. Localización del punto Xa 49
Figura 32. Diagrama rutina con m>0 50
Figura 33. Localización del punto Xb 51
Figura 34. Diagrama Rutina recta m<0 52
Figura 35. Diagrama Rutina recta m=0 54
Figura 36. Ecuaciones de la circunferencia 55

Figura 37. Circunferencia, localización de los puntos Xa y Xb 55
Figura 38. Terminal táctil 56
Figura 39. Llave selectora estado RUN/STOP del PLC 57
Figura 40. Diagrama de navegación entre paneles 58
Figura 41. Panel inicial 59
Figura 42. Panel de menú 60
Figura 43. Panel de condiciones iniciales 61
Figura 44. Panel de información condiciones iniciales 62
Figura 45. Panel de entradas y salidas 63
Figura 46. Panel de información de entradas y salidas 63
Figura 47. Panel de posicionamiento manual 64
Figura 48. Panel de información posicionamiento manual 65
Figura 49. Panel de código G 65
Figura 50. Panel de información del código G 67
Figura 51. Recetas 68

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Código de colores para conductores 30
Tabla 2. Asignación de entradas 34
Tabla 3. Asignación de salidas 34
Tabla 4. Código G 66

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A: MANUAL DEL SOFTWARE UNITY PRO……..... 74
Anexo B: MANUAL DEL SOFTWARE VIJEO DESIGNER…….. 90
Anexo C: MANUAL DE OPERACIÓN…….... 99
Anexo D: ESTRUCTURA MECÁNICA…… 116
Anexo E: CUBIERTA DE PROTECCIÓN……..... 130
Anexo F: Magelis__XBTGT5330…… 136
Anexo G:TSX RKY 12..……..... 139
Anexo H:TSX PSY 2600……..... 153
Anexo I: TSX P57 2634…….. 168
Anexo J: TSX DEY 16D2…….. 178
Anexo K: TSX DSY 16T2…… 187
Anexo L: RXM4AB2BD……...195
Anexo M: PLANO ELÉCTRICO…….. 198

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: Automatización de un torno para madera con características de control numérico computarizado (CNC) controlado por medio de un controlador lógico programable (PLC) y una terminal táctil

AUTOR(ES): Lady Paola Sánchez Solano
Miguel Leonardo Villanova Madero

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR(A): Msc. Juan Carlos Villamizar Rincón

RESUMEN

Este proyecto permitió la automatización de un torno para madera con características CNC, con la implementación de motores paso a paso, el cual es controlado de forma automática por medio de un PLC.
Cuenta con una interfaz de usuario en donde se introducen las coordenadas (X, Z) y se selecciona el código G respectivo para el diseño a realizar. Los códigos G que se trabajaron son: G00 para posicionamiento manual, G01 para corte lineal, y G02 para corte circular cóncavo. Además, la interfaz de usuario cuenta con diferentes paneles de navegación, como el panel de condiciones iniciales, entradas y salidas, posicionamiento manual, entre otros. El código diseñado en el software Unity Pro para el control de los motores paso a paso ubicados uno en el eje X y el otro en el eje Z,, permite puntos de trabajo con avances de 1mm en el eje X y máximo de 2mm para el eje Z,, diferencia debido a la cantidad de pasos que da cada motor por centímetro. Este resultado genera un buen acabado en las piezas de madera torneadas.

PALABRAS CLAVES:

Automatización, PLC, CNC, Torno, HMI.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Automation of a wood lathe with numerical control characteristics Computerized (CNC) controlled by logic controller (PLC) and a touch terminal.

AUTHOR(S): Lady Paola Sánchez Solano
Miguel Leonardo Villanova Madero

FACULTY: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR: Msc. Juan Carlos Villamizar Rincón

ABSTRACT

This project allowed the automation of wood lathe CNC features, with the implementation of stepper motors, which is automatically controlled by a PLC. It has a user interface where you enter the coordinates (X, Z) and select the corresponding G-code for the design to be performed. G codes that worked are: G00 for manual positioning, linear cutting G 01 and G02 for concave circular cut. In addition, the user interface has different navigation panels, like the panel of initial conditions, inputs and outputs, manual positioning, among others.
Code designed in Unity Pro to control the stepper motors located in an X axis and the other in the Z axis, allows working points with advances in the X axis 1mm and 2mm up to the Z axis, a difference due to the number of steps given by each motor per centimeter. This result produces a good finish on pieces of wood machined.

KEYWORDS:

Automation, PLC, CNC, lathe, HMI.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria ha evolucionado en la tecnología de sus instrumentos, maquinarias, herramientas etc. Dando a estas herramientas mejores características técnicas para ser más eficientes en el desarrollo de los procesos productivos, generando productos más competitivos en el mercado.

Es importante resaltar que en este constante proceso de evolución, la idea no es que la maquinaria releve al operario, sino por el contrario que las máquinas trabajen para él, haciendo el trabajo más sencillo, rápido y seguro.

Cada producto tiene su proceso de fabricación y cada proceso tiene características específicas, algunos son peligrosos, complicados y lentos otros son seguros, sencillos y rápidos, pero sin importar el tipo todos necesitan de materias primas, herramientas, máquinas y operarios que hacen parte de ese conjunto de operaciones.

En la automatización es un tema primordial a eficiencia de los procesos, refiriéndose a la eficiencia como la capacidad de producir más en menos tiempo, con los mismos recursos y la seguridad que se le debe brindar al operario. En el caso del torno con control numérico computarizado (CNC), la máquina-herramienta[1] gracias a una previa programación realizará los diferentes desplazamientos dando como resultado un producto de buena calidad y hecho en menos tiempo del que se gasta si se hubiera realizado manualmente, adicionalmente gracias que el operario no tiene que manipular las herramientas de corte, no se expone a un accidente de trabajo.

En este proyecto se realizó la automatización de un torno para madera con características CNC, el cual es controlado de forma automática por medio de una interfaz de usuario en la que se introducen las coordenadas y se selecciona el diseño a realizar. Se tomó como referencia el proyecto titulado “Automatización de un torno para madera implementado mediante PLC, motores pasos a paso y terminal táctil”, desarrollado por CARREÑO Bernardo y LAFAURIE María José. De él se tomaron elementos como: gabinete principal de control, herramienta de corte, motores paso a paso y el torno manual para madera. La estructura mecánica que brinda las características de CNC se diseñó y construyó nuevamente.

A continuación se realiza la definición del problema y de los objetivos que permiten la solución del mismo, también se enuncia el marco teórico que permite conocer sobre los diferentes componentes que se tendrán en cuenta en el desarrollo del proyecto.

[1] Máquina-herramienta: El término se suele reservar para herramientas que utilizan una fuente de energía distinta del movimiento humano[11]

1. MARCO TEÓRICO

1.1 AUTOMATIZACIÓN

La automatización consiste en dotar al sistema delos dispositivos que le permiten operar por sí mismo. Para conseguir esta automatización será necesario contar con una serie de sensores o captadores capaces de registrar las condiciones del entorno y de funcionamiento interno. Las señales procedentes de esos captadores habrán de ser analizadas por un órgano de control que, basándose en esa información y en una serie de consignas o parámetros que definen el funcionamiento deseado, sea capaz de activar unos accionadores o dispositivos capaces de actuar sobre el proceso.[2]

1.2 TORNO MANUAL PARA MADERA

El torno de madera es una máquina que se usa en la fabricación de piezas con formas geométricas, en especial piezas de madera tornadas. Actualmente representa una de las maquinarias más importantes en cualquier proceso industrial. El torno para madera mecánico es una herramienta para mecanizar piezas por revolución sacando material en forma de viruta o aserrín mediante una herramienta de corte. Generalmente el movimiento de corte que se le imparte a la pieza gira sobre su propio eje gracias a un motor eléctrico que transmite su giro al husillo mediante un sistema de engranajes.

Este husillo principal posee distintos sistemas para la sujeción del objeto, por ejemplo pinzas, platos de garras, madrinos auxiliares, etc., los cuales tienen por función sujetar la pieza que va a ser cortada. Posee un movimiento de avance que se debe al movimiento longitudinal o transversal de la pieza sobre la que se está trabajando. Junto con el husillo este movimiento determina el espacio recorrido por cada vuelta que da la pieza sobre la herramienta. El movimiento de un torno para madera puede ser también no paralelo a los ejes causando así la producción de conos. En este caso se debe girar el carro que se encuentra debajo del transversal y ajustando el ángulo requerido en una escala graduada lo que será la mitad de la forma cónica deseada.

La profundidad de pasada es el movimiento que determinará la profundidad del material extraído de la pieza en cada pasada. Sin embargo las cantidades de material extraído suele quedar sujeta al perfil del torno de madera, según el tipo de

---

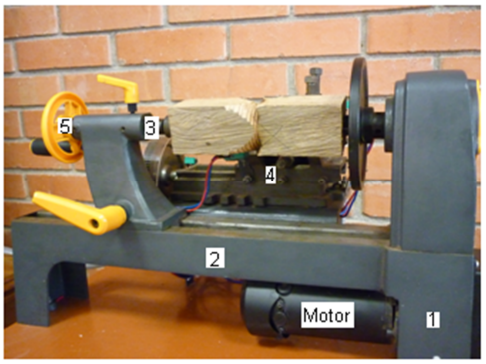
2

GARCÍA HIGUERA, Andrés, El control automático en la industria. Ediciones de la castilla-la mancha, 2005, pág. 21.

madera que se esté utilizando. El torno para madera puede realizar cortes en varias formas, en forma de cilindro, taladrado, refrendado, etc. Aplicando el uso de diferentes herramientas y accesorios intercambiables con formas que varían según la operación que se vaya a realizar. Si los accesorios son los adecuados, pueden formarse también operaciones de fresado, rectificado y otra serie de cortes de material.[3]

El torno tiene 5 componentes principales: el cabezal principal, bancada, contrapunta, carro y unidad de avance como se aprecia en la figura 1.

Figura 1. Torno de madera[4]



1. El cabezal giratorio tiene como función sujetar por medio de unas mordazas la pieza a tornear en uno de sus extremos ya que el otro extremo es sujetado por la contrapunta. El movimiento giratorio del cabezal es dado por un motor que transfiere su rotación a un juego de poleas, además cuenta con un sistema de regulación de velocidad y un botón de encendido.

2. La bancada sirve de soporte para los otros elementos del torno.

3. La contrapunta puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo de la bancada, la principal función es servir de apoyo al borde extremo de la pieza de trabajo.

4. En le caso de un torno manual este dispositivo está compuesto por una guía en metal sobre la cual el operario desplaza la herramienta de corte. En el caso del sistema automatizado; está sección está compuesta por los carros que permiten el movimiento de la herramienta en dirección horizontal

[3]Tomado de http://www.maquinariapro.com/obra/torno-para-madera.html
[4]TESIS, Automatización de un torno para madera implementado mediante PLC, motores paso a paso y terminal táctil, Universidad Pontificia Bolivariana.

y transversal. El movimiento es el resultado de un arreglo mecánico que está constituido por un juego de engranes y tornillos sin fin, los cuales reciben de los motores paso a paso la transferencia del movimiento.

5. El volante manual es el que me permite el desplazamiento de la contrapunta a lo largo de la bancada.

El torno a utilizar, es un torno de madera con referencia MCS330A como se muestra en la figura 1 y cuenta con las siguientes características y especificaciones [13]:

- Motor: 230V-, 50Hz, 350W; 120V-, 60Hz, 2.1A
- Velocidad: 50-3500RPM
- Diámetro máximo del corte: 250mm
- Longitud de corte: 330mm
- Tamaño exterior: 760x320x345mm
- Tamaño del embalaje: 715x394x192mm
- G.W/N.W: 19.5/17.5kgs

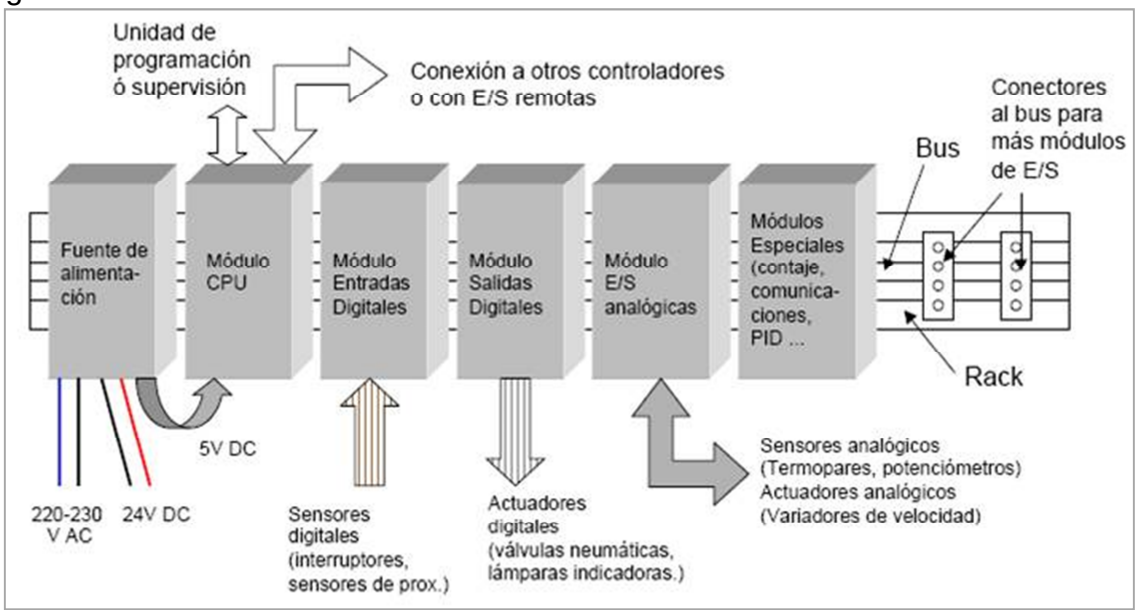
1.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Controlador lógico programable (PLC, *Programmable Logic Controller*), es un dispositivo que mediante una programación pueden controlar la lógica de otras máquinas, puede realizar operaciones matemáticas y dependiendo delas instrucciones puede cumplir gran variedad de tareas a nivel de la automatización de procesos.

1.3.1 Estructura del PLC.

El PLC se divide en varios módulos, los cuales se explican a continuación y su estructura se puede visualizar en la figura 2.

Figura 2. Estructura del PLC[5]



1.3.2 *Rack* principal.

El *rack* es un soporte que permite organizar un número finito de módulos que hacen parte del PLC, este se ubica en el riel metálico que permite el montaje en el gabinete de control. El *rack* posee un bus para garantizar la alimentación y la distribución de datos.

1.3.3 Fuente de alimentación.

Es la encargada de suministrar la tensión y corriente necesarias tanto a la CPU como a los diferentes módulos. La tensión de entrada es normalmente de 110/220VAC y la tensión de salida es de 24 DCV, que es con la que se alimenta la CPU.

1.3.4 Unidad Central De Procesamiento (CPU).

La CPU es el cerebro del PLC, consta de uno o varios microprocesadores que realizan el análisis de las instrucciones, las cuales son programadas mediante un software perteneciente a la misma familia del PLC. Este *software* permite la utilización de diferentes lenguajes de programación, como el lenguaje de contactos, lenguaje de instrucciones, lenguaje de funciones, Grafcet, etc.

[5]http://davidrojasticsplc.wordpress.com/category/7-arquitectura-de-los-plc/

Los diferentes modelos de CPU en general ofrecen las mismas funciones, la diferencia entre ellos radica en la capacidad de memoria, la velocidad de procesamiento y funciones matemáticas especiales incluidas.

1.3.5 Tarjetas entradas/salidas digitales.

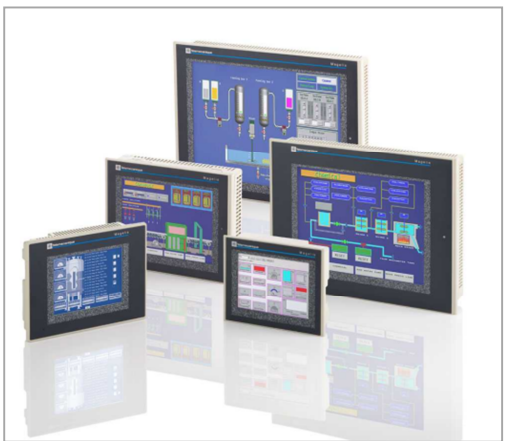
Los módulos de entrada y salidas se fijan en el *rack* o bastidor que por medio del bus incorporado permite la distribución de alimentación y de datos. En el caso de las entradas digitales se transmiten los estados 0 o 1 del proceso (finales carrera, sensores, conmutadores, etc.) a la CPU. En el caso de las salidas, la CPU determina el estado 0 o 1 de las mismas tras la ejecución del programa y dependiendo de la instrucción, efectúa el accionamiento de los actuadores.

1.3.6 Tarjetas entradas/salidas analógicas.

Estas tarjetas leen un valor analógico e internamente lo convierten en un valor digital para su procesamiento en la CPU, de igual manera la tarjeta de salidas análogas realiza el proceso contrario. La conversión es realizada por los convertidores analógico-digitales internos de las tarjetas, existen dos tipos de tarjetas, aquellas que poseen un convertidor que es compartido por todos los canales y otras en las cuales cada canal posee su propio convertidor. La ventaja del segundo tipo radica en la velocidad de procesamiento de las señales analógicas.

1.4 PANTALLA TÁCTIL

Figura 3. Pantalla táctil[6]



[6] Tomado de http://www.schneider-electric.com.co/

Es un tipo especial de pantalla que por intermedio de toques en su superficie permite la visualización, entrada de datos y el envío de órdenes a los dispositivos que se encuentren asociados a ella, ya sea a través de los dedos, con un lápiz u otras herramientas similares. Las pantallas más comunes son de tamaños pequeños pero dependiendo de la aplicación se pueden encontrar en diversos tamaños como se muestran en la figura 3.

Existen diversos tipos de pantallas, que dependiendo de sus características, difieren unas de otras ya sea por: la resolución que va ligado al tamaño, la cantidad de colores que manejan, la cantidad de puertos de comunicación implementados en las pantallas (*Ethernet, ModBus*, RS232, puerto USB) y facilitan la expansión de la memoria interna con la instalación de memorias *flash*.

1.5 CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO (CNC)

Se considera que un dispositivo que posee control numérico cuando es capaz de dirigir posicionamientos de una sección mecánica móvil, en el que las órdenes relativas a los desplazamientos de la misma son elaboradas en forma automática a partir de datos numéricos definidos, bien sea introducido manualmente o por medio de un programa predefinido.

La introducción del control numérico en los procesos de fabricación fue necesaria para satisfacer necesidades del sector como la fabricación de productos con un alto nivel de dificultad y gran precisión. Por consiguiente, los fines de la automatización al igual que el CNC son: Mayor precisión de trabajo, seguridad de funcionamiento y reducción de los tiempos de fabricación respecto a las máquinas controladas manualmente.

Arquitectura general de un control numérico.

Se pueden distinguir cuatro subconjuntos funcionales:

- Unidad de entrada – salida de datos.
- Unidad de memoria interna e interpretación de órdenes.
- Unidad de cálculo.
- Unidad de enlace con la máquina herramienta y servomecanismos. [7]

La unidad de entrada de datos sirve para introducir los programas de mecanizado en el equipo de control numérico, utilizando un lenguaje inteligible para éste. Una vez almacenado el programa en memoria, inicia su lectura para su posterior ejecución.

[7] http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT3/cnc/CNC.html

Los bloques se van leyendo secuencialmente y en ellos se encuentra toda la información necesaria para la ejecución de una operación de mecanizado. Una vez interpretado un bloque de información, la unidad de cálculo se encarga de crear el conjunto de órdenes que serán utilizadas para gobernar la máquina herramienta.

La función principal de un control numérico es gobernar los motores de una máquina herramienta, los cuales provocan un desplazamiento relativo entre la herramienta y la pieza situada sobre la mesa.

1.6 CÓDIGO G

Los códigos G tienen asignados las instrucciones que controlan el movimiento de la herramienta de corte.

Un código G consta de dos componentes:

- La letra "G" indica la instrucción que va a ser utilizada para el movimiento de la herramienta de corte.
- Dos dígitos que definen cómo debe moverse la herramienta de corte. Por ejemplo, el código G00 es el encargado de llevar la herramienta de corte a su punto de origen, en donde el movimiento de los motores paso a paso no interfieren con la pieza de madera. Otro ejemplo seria el G01 que se encarga de realizar cortes en línea recta sobre la madera.

En cada línea de programación se deben especificar los parámetros para el desplazamiento de la herramienta de corte. La asignación es definida mediante la introducción de la letra X (para indicar el eje X), seguida por la coordenada destino. Las coordenadas Y y Z son introducidas de igual manera.

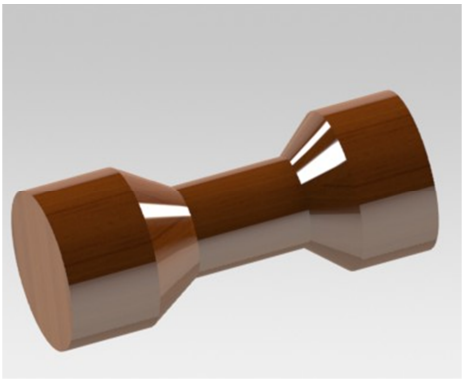
1.6.1 G00 Marcha rápida.

Esta instrucción es utilizada especialmente para generar un desplazamiento rápido de un punto a otro sin realizar un corte.

1.6.2 G01 Interpolación lineal.

El G01 permite realizar cortes de líneas rectas con una pendiente (m) entre dos puntos.

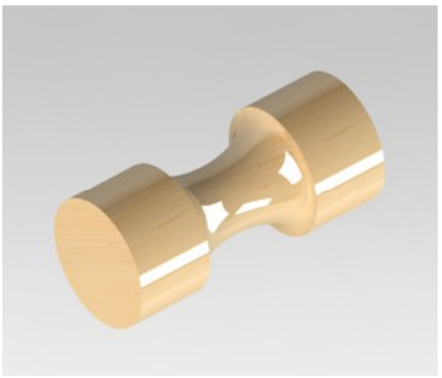
Figura 4. Imagen de *solidworks* – simulación de un corte lineal



1.6.3 G02 Interpolación circular en sentido horario.

El G02 permite realizar cortes circulares (medio circulo) en la pieza de trabajo en sentido horario, o sea, la trayectoria final de corte describe una forma cóncava.

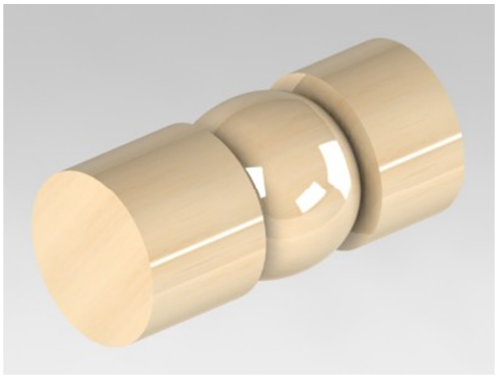
Figura 5.Imagen de *solidworks* – simulación de un corte circular sentido horario



1.6.4 G03 Interpolación circular en sentido anti horario.

La función del código G03 es similar ala del código G02, pero se diferencia en el sentido del corte que es anti horario y por ende la trayectoria final de corte tiene una forma convexa.

Figura 6.Imagen de *solidworks* – simulación de un corte circular sentido anti horario



.

Hay muchas otras funciones escritas en G que no se consideran en el proyecto debido al alcance de este y se dejan como implementaciones futuras.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El torneado de objetos en madera es un proceso delicado, ya que se necesita de una gran habilidad por parte de artesano, en caso de que se cometa un error todo el proceso de fabricación quedará estropeado. Es por esta razón que la producción masiva de estas piezas de madera se hace lenta, complicada y costosa. Es necesario que este tipo de procesos cuente con un sistema automatizado para permitir un proceso más rápido, con menos posibilidad de error, y que permita también una retroalimentación, modificación y mejoramiento de las diferentes técnicas utilizadas para el control de la máquina-herramienta.

Es por eso que se realizó la automatización de un torno manual para madera con la implementación de un sistema de control mediante un controlador lógico programable (PLC) que permita realizar simulaciones de los procesos para poder generar una herramienta donde se pueda evaluar la rapidez de producción, eficiencia del proceso y seguridad del mismo.

Previamente en la Universidad Pontificia Bolivariana se desarrolló un proyecto de grado titulado “Automatización de un torno para madera implementado mediante PLC, motores paso a paso y terminal táctil”, desarrollado por CARREÑO, Bernardo, y LAFAURIE, María José, por ende, se cuenta con un gabinete de control que incluye un PLC, pantalla táctil y un torno manual para madera. Para esta nueva propuesta, se planteó una continuación del proyecto de grado citado anteriormente, ya que el mismo necesita de modificaciones tanto mecánicas como de control.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Automatizar un torno manual para madera con características CNC por medio de la utilización de motores paso a paso, desarrollando un programa desde el computador que sea capaz de reconocer códigos G.

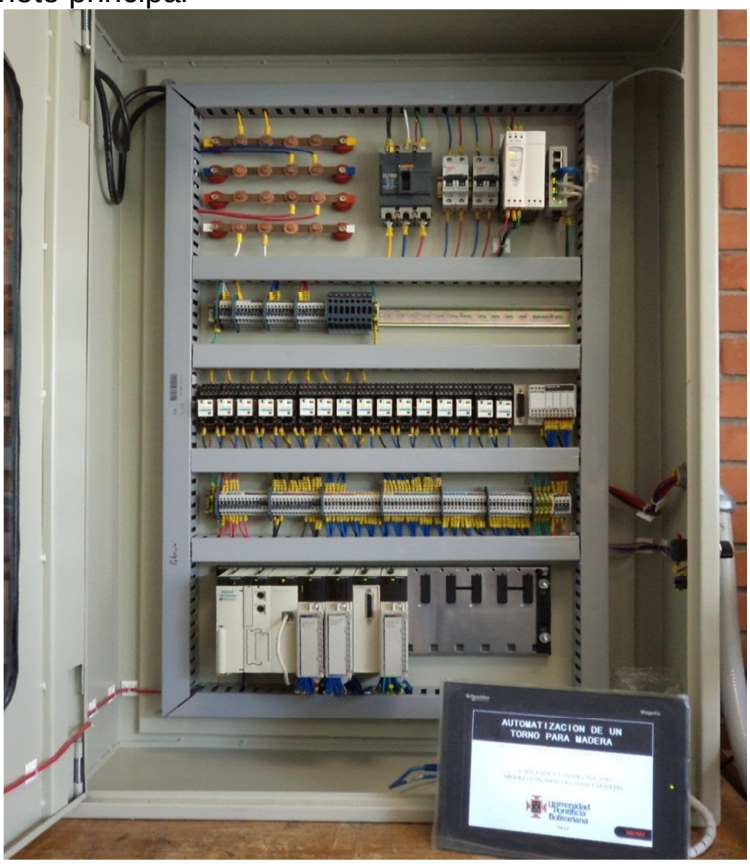
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar el funcionamiento y las partes que componen un torno para madera.
- Estudiar los componentes de una CNC y su funcionamiento.
- Desarrollar un código de programación para un PLC que permita controlar los motores paso a paso y supervisar los diferentes sensores implementados en la CNC.
- Realizar la interfaz de usuario, la cual permitirá la comunicación usuario-máquina.
- Estudiar la implementación de códigos G para el corte de la madera.
- Mejoramiento de la presentación y estructura mecánica del torno para madera.

4. DESCRIPCIÓN GABINETE PRINCIPAL

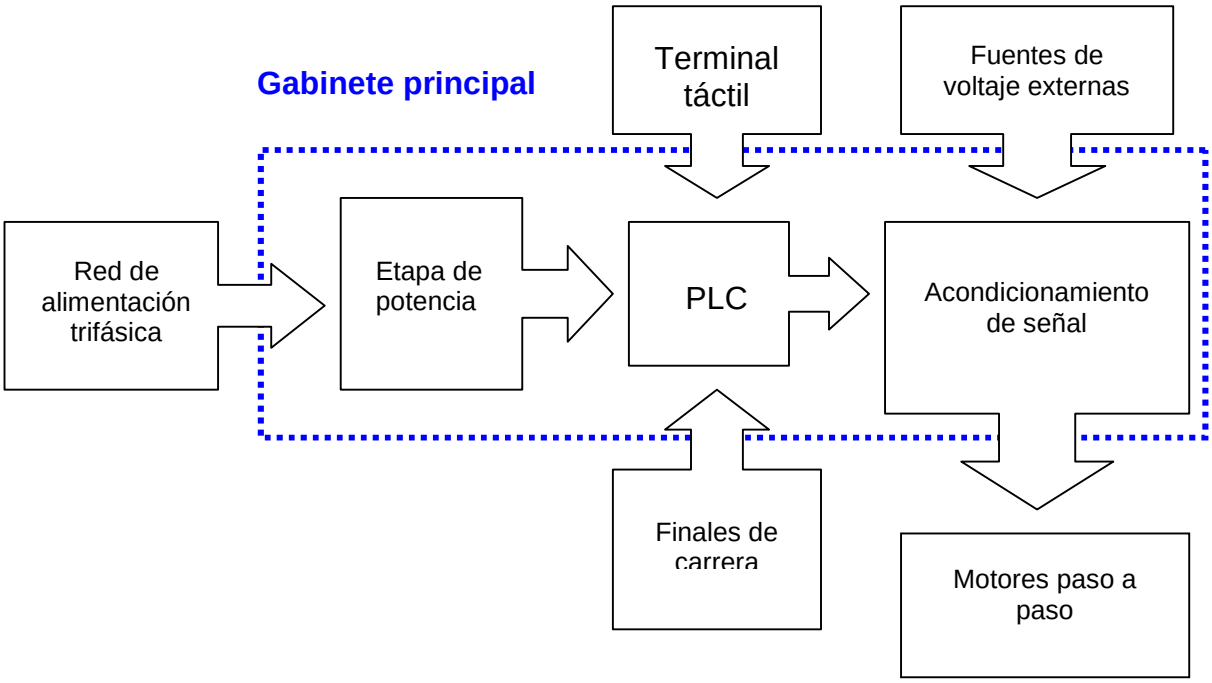
El gabinete que se muestra en la Figura 7, es el cerebro de la automatización del torno para madera y es donde se encuentran los diferentes dispositivos de las etapas de potencia, acondicionamiento de señal y control. Además, se cuenta con elementos mecánicos para el acoplamiento de todos los dispositivos al gabinete.

Figura 7. Gabinete principal



De acuerdo a lo anterior, el diagrama de bloques que se muestra en la figura 8, se ilustra de forma más explícita las etapas que conforman al gabinete principal y su modo de operación.

Figura 8. Modo de operación del gabinete principal



4.1 ETAPA DE POTENCIA

La etapa de potencia es con la que se va a alimentar todo el proceso y consta de una red trifásica con tensión de 208V entre líneas y una frecuencia de 60Hz. De esta red se alimenta el PLC, motor del torno, y otras fuentes que tiene el torno.

Los instrumentos que están en la etapa de potencia son:

4.1.1 Interruptor termo magnético totalizador de caja moldeada.

El interruptor termomagnético que se muestra en la figura 9, es el encargado de recibir las tres (3) fases de alimentación trifásica de la red para luego suministrar dicha tensión al barraje de potencia. Éste cumple con la función principal de proteger a todos los instrumentos ubicados en el gabinete de control central contra cortocircuitos y sobrecargas.

Figura 9. Totalizador *EasyPact* EZC100N a 20A



4.1.2 Disyuntor termomagnético bipolar.

En el gabinete de control central se instalaron dos (2) disyuntores termo magnéticos de referencia C60N 400VAC como se aprecian en la figura 10. Estos dispositivos se encargan de proteger contra sobrecargas a la fuente de alimentación TSXPSY 2600 y la fuente de alimentación ABL8 REM24050 del PLC y la terminal táctil respectivamente.

Su modo de operación radica en una banda de metal que se calienta cuando hay paso de corriente por ella. Cuando hay sobre carga, la banda se tuerce lo suficiente para abrir el interruptor e interrumpir el paso de la corriente, estos disyuntores protegen las fuentes del PLC y la fuente de la pantalla.

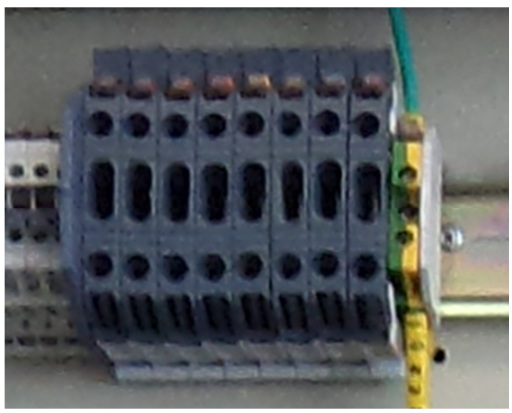
Figura 10.Disyuntores bipolares C60N



4.1.3 Fusibles.

En la figura 11 se aprecian los fusibles instalados en el gabinete de control central y tienen como función proteger contra sobrecargas y cortocircuitos a los dispositivos que están conectados a ellos. Su modo de funcionamiento radica en base a un hilo de aleación metálica por la cual pasa la corriente, pero cuando ésta sobrepasa el amperaje especificado en el fusible, se funde y no permite el paso de la corriente. Estos dispositivos protegen los diferentes motores contra cortocircuitos.

Figura 11. Fusibles



4.1.4 Barraje de alta potencia.

Son barras rectangulares de cobre como se muestra en la figura 12, en la cuales se hizo un agrupamiento de múltiples conexiones de fase y neutro a un mismo punto. Su conexión está basada en el código de colores de la norma RETIE (REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS) que se muestra en la tabla 1.

Figura 12. Barraje de Potencia

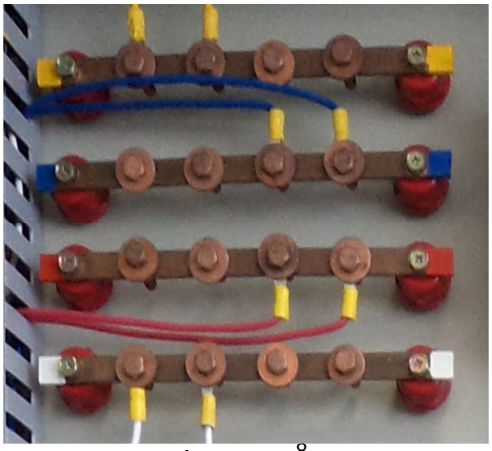


Tabla 1. Código de colores para conductores[8]

SISTEMA	1ϕ	1ϕ	3ϕY	3ϕΔ	3ϕΔ-	3ϕY	3ϕΔ
TENSIONES NOMINALES	120 V	240 /120V	208 /120V	240V	240/208 /120V	480 /277V	480V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos
FASES	Negro	Negro Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No Aplica	Blanco	Gris	No Aplica
TIERRA DE PROTECCION	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde
TIERRA AISLADA	Verde amarillo	Verde amarillo	Verde amarillo	No aplica	Verde amarillo	No aplica	No aplica

4.1.5 Fuente de alimentación ABL8 REM24050.

La fuente de alimentación ABL8 REM24050 de la figura 13, tiene una tensión nominal de entrada comprendida entre los rangos de 100 – 240V ac con una corriente de 2,4 – 1,8A y capaz de suministrar una tensión de salida de 24V dc a 5A. Este dispositivo es el encargado de suministrar la alimentación requerida para la terminal táctil y el motor paso a paso M0.

[8]Tomada de Reglamento Técnico de instalaciones Eléctricas (RETIE), Ministerio de Minas y Energía, república de Colombia, http://es.scribd.com/doc/2071996/RETIE.

Figura 13. Fuente de alimentación ABL8 REM24050



4.2 ETAPA DE ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL

Ésta etapa está localizada en la zona central del gabinete yes la que se encarga del acople entre las diferentes señales de voltaje por medio de los relés electromagnéticos tipo universal de referencia RXM4AB2BD del fabricante *Schneider Electric* como se muestra en la figura 14. Ver anexo L.

La señal digital proveniente del módulo TSXDSY 16T2 va conectada al relé y su función en éste proyecto es la de suministrar la alimentación proveniente de las diferentes fuentes de voltaje para mover los motores paso a paso.

Se cuenta con un total de 16 relés, de los cuales nueve (9) de ellos se encuentran en uso, cuatro (4) para M0 y cinco (5) para M1.

Como la alimentación de M0 y M1 son diferentes, se disponen de dos fuentes externas de alimentación, una de 24v dc (ABL8 REM24050) para M0 y una fuente de voltaje variable de 0 – 30v dc para M1.

Figura 14. Relé electromagnético RXM4AB2BD

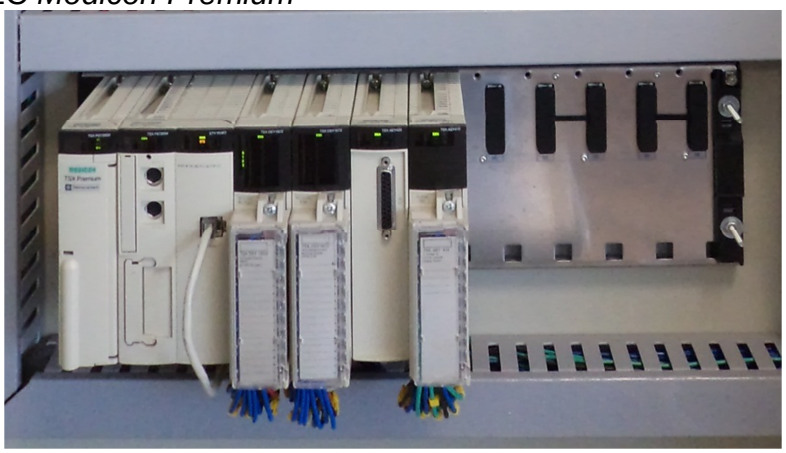


4.3 ETAPA DE CONTROL – PLC

Esta etapa es el cerebro de todo el proceso, ya que por él se reciben y envían instrucciones provenientes de los cuatro (4) finales de carrera y la terminal táctil para el control de los motores.

Se tiene como unidad de procesamiento un controlador lógico programable de la línea *Modicon Premium* para la automatización de un torno para madera y su lenguaje de programación es el *UNITY PRO*.

Figura 15. PLC *Modicon Premium*



El PLC que se aprecia en la figura 15 está conformado de izquierda a derecha por los siguientes componentes:

- Unidad de alimentación TSXPSY 2600
- Unidad de procesamiento TSX P57 2634
- Módulo de entradas digitales TSX DEY 16D2
- Módulo de salidas digitales TSXDSY 16T2
- Módulo de entradas análogas TSXAEY 420
- Módulo de salidas análogas TSXASY 410
- *Rack* TSXRKY 12

Para propósito de éste trabajo, tanto los módulos de entradas y salidas análogas no se usaron.

4.3.1 *Rack* TSXRKY 12.

Este Rack tiene 2 funciones:

- La función mecánica, es la encargada de anclar y conectar cada uno de los componentes que conforman al PLC.
- La función eléctrica, es la que se encarga de distribuir la alimentación a cada uno de los componentes que se encuentran en ella.
  Ver especificaciones en Anexo G

4.3.2 Unidad de alimentación TSXPSY 2600.

Este módulo es el encargado de la alimentación de la unidad de procesamiento, entradas/salidas digitales y entradas/salidas análogas. Su tensión nominal de alimentación está en el rango de 100V a 240V, y es capaz de suministrar una tensión nominal de salida de 24V. Ver Anexo H.

4.3.3 Unidad de procesamiento TSX P57 2634.

Es el cerebro de todo el proceso, ya que se encarga del análisis de los datos que recopila del módulo de entradas digitales TSX DEY 16D2 y los datos enviados a través de la terminal táctil. Luego del procesamiento de los datos, el PLC envía órdenes a los motores paso a paso por medio del módulo de salidas digitales TSXDSY 16T2.

Su medio de comunicación con la pantalla táctil y el computador se hace por medio de una red Ethernet, la cual se conecta al switch TCSESU053FN0 de 5 puertos. Ver Anexo I.

Además, el PLC cuenta con un cable de programación (Figura 16) constituido por cable de conexión RJ45 a *MiniDIN* programación PLC de Referencia TSXCRJMD25 y un cable conversor USB a RS485 de Referencia TSXCUSB485 para comunicaciones entre él y un computador.

Figura 16. Cable de programación.



4.3.4 Módulo de entradas digitales TSX DEY 16D2.

El módulo TSX DEY 16D2 cuenta con 16 entradas digitales a una tensión de 24V dc, es el encargado de recibir todas la señales proveniente de los sensores, que en este caso son los cuatro (4) finales de carrera ubicados en la parte mecánica del torno para madera que son los que indican cuando la herramienta a llegado a los topes de desplazamiento tanto del eje horizontal como el transversal. Además, en él se recibe una señal proveniente de una llave selectora que es la que se encarga de colocar en modo RUN/STOP el PLC. Ver Anexo J.

En la tabla 2, se aprecia el orden de conexión de los elementos a cada una de las entradas respectivas al modulo TSX DEY 16D2.

Tabla 2. Asignación de entradas

DIRECCIÓN	ELEMENTO
%I0.2.0	Llave selectora
%I0.2.1	Parado de emergencia
%I0.2.2	S1
%I0.2.3	S2
%I0.2.4	S3
%I0.2.5	S4

4.3.5 Módulo de salidas digitales TSX DSY 16T2.

Esta unidad posee 16 salidas digitales a una tensión nominal de 24V dc y es la que se encarga de enviar por medio de nueve (9) de sus puertos de salida, todas las órdenes provenientes del PLC a los motores paso a paso. En otras palabras, el desplazamiento que debe realizar cada motor tanto en el eje horizontal como en el transversal para cumplir con el cometido. Ver Anexo K.

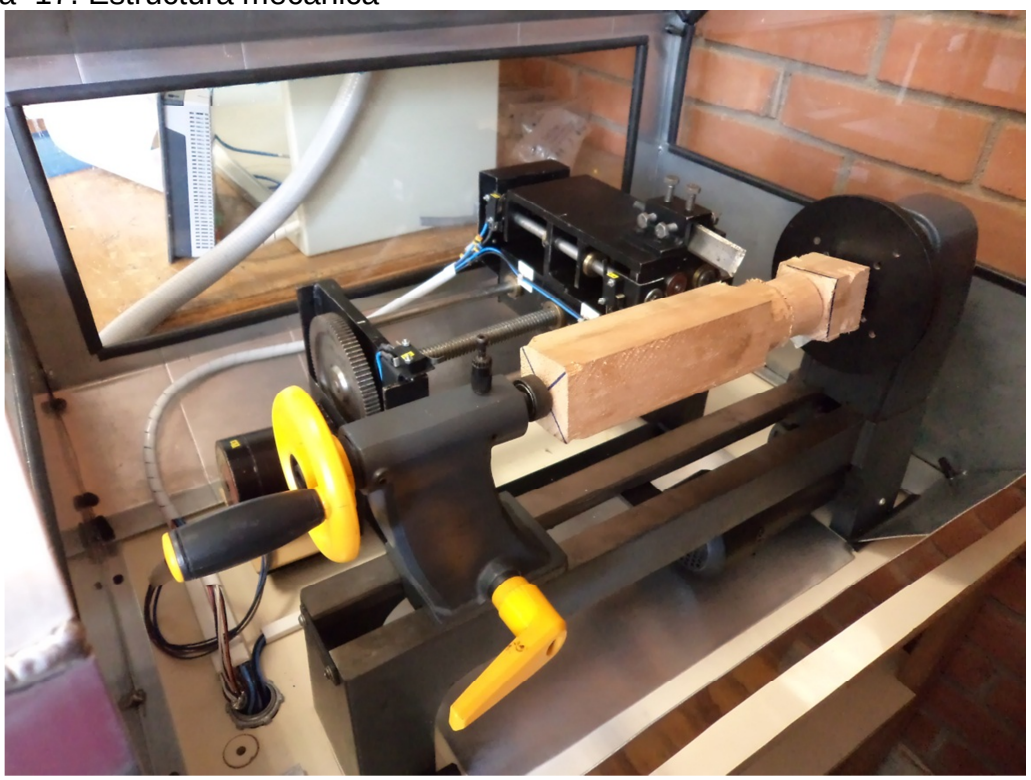
En la tabla 3, se aprecia el orden de conexión de cada una de las bobinas de los motores paso a paso en el modulo TSX DSY 16T2.

Tabla 3. Asignación de salidas

DIRECCIÓN	ELEMENTO
%Q0.3.0	Motor 0, bobina 1
%Q0.3.1	Motor 0, bobina 2
%Q0.3.2	Motor 0, bobina 3
%Q0.3.3	Motor 0, bobina 4
%Q0.3.4	Motor 1, bobina 1
%Q0.3.5	Motor 1, bobina 2
%Q0.3.6	Motor 1, bobina 3
%Q0.3.7	Motor 1, bobina 4
%Q0.3.8	Motor 1, bobina 5

5. DISEÑO Y DESARROLLO FÍSICO DEL PROTOTIPO

Figura 17. Estructura mecánica



La elaboración de éste prototipo tiene la finalidad de brindar una máquina herramienta con características propias de una CNC, que permita a los estudiantes desarrollar procesos de automatización.

El prototipo final consta de cuatro elementos:

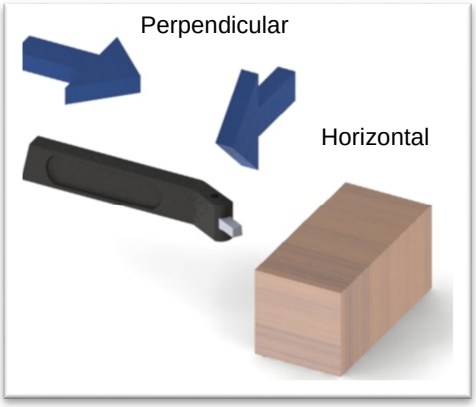
- Torno para madera
- Estructura CNC
- Cubierta de protección.
- Gabinete de paso (control de los motores)

La implementación del prototipo final necesitó de varias etapas para su construcción las cuales se explican a continuación.

5.1 DISEÑO Y DESARROLLO DE LA ESTRUCTURA CNC.

Para el proceso de automatización del torno para madera se consideraron dos direcciones de movimiento para realizar el corte: el primero, es un movimiento horizontal paralelo a la pieza de madera y el segundo, es un movimiento perpendicular a la pieza, como se ilustra en la figura18.

Figura 18.Movimiento de la herramienta



- Primer modelo diseñado

Para la creación de los modelos se utilizó el *software Solidworks* el cual es un *software* especializado para la creación de piezas y ensamblajes en tres dimensiones.

El primer modelo diseñado que se aprecia en la figura 19, está constituido por las siguientes piezas:

1. Base rígida: pieza compacta para soportar el peso y sostener los demás elementos. ver figura 18, elemento 1.

2. Guías horizontales: varillas metálicas que tienen el propósito de permitir el deslizamiento guiado del carro horizontal y ayuda a soportar el peso del carro transversal y el de la porta herramienta. ver figura 18, elemento 2.

3. Husillo horizontal**:** tornillo de hierro roscado que se usa para transferir el movimiento de los motores a el carro horizontal mediante una tuerca instalada en la parte interior del mismo, dando como resultado que cuando el husillo gira la tuerca se desplaza y con ella el carro. ver figura 18, elemento 3.

4. Carro de desplazamiento horizontal: estructura en la cual se instala la tuerca para permitir el desplazamiento, a través de esta pieza pasan las guías. Ver figura 19, elemento 4.

5. Guías transversales: varillas metálicas que ayudan a guiar el desplazamiento del carro transversal. ver figura 19, elemento 5.

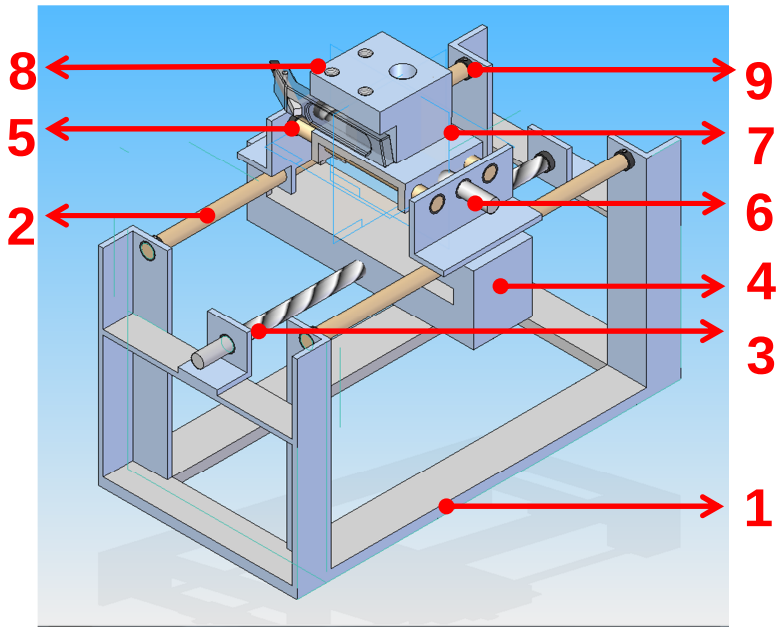
6. Husillo transversal: tornillo de hierro roscado que se usa para transferir el movimiento de los motores a el carro transversal mediante una tuerca instalada en la parte interior del mismo, dando como resultado que cuando el husillo gira la tuerca se desplaza y con ella el carro. ver figura 19, elemento6.

7. Carro transversal: estructura donde se instala la tuerca que permite desplazar el porta herramienta soportado en él. ver figura 19, elemento 7.

8. Porta herramienta: pieza diseñada para acoplar la herramienta de corte. ver figura 19, elemento 8.

9. Bujes: piezas en la que se apoyan las guías permitiendo el deslizamiento de los carros.

Figura 19. Primer modelo



Este modelo se descartó porque cuando la herramienta se mueve en dirección transversal y alcanza su máxima posición, el diseño no permite que la herramienta tenga contacto con la pieza de madera ubicada en el torno para madera manual.

- Segundo modelo

El segundo modelo que se diseñó conserva características del primer modelo. El modelo actual conserva la base, el sistema de movimiento por husillos y guías como se aprecia en la figura 20. Sin embargo, al carro transversal y al acople de la herramienta se le hicieron modificaciones. Ver Anexo D.

Figura 20. Estructura mecánica CNC, modelo

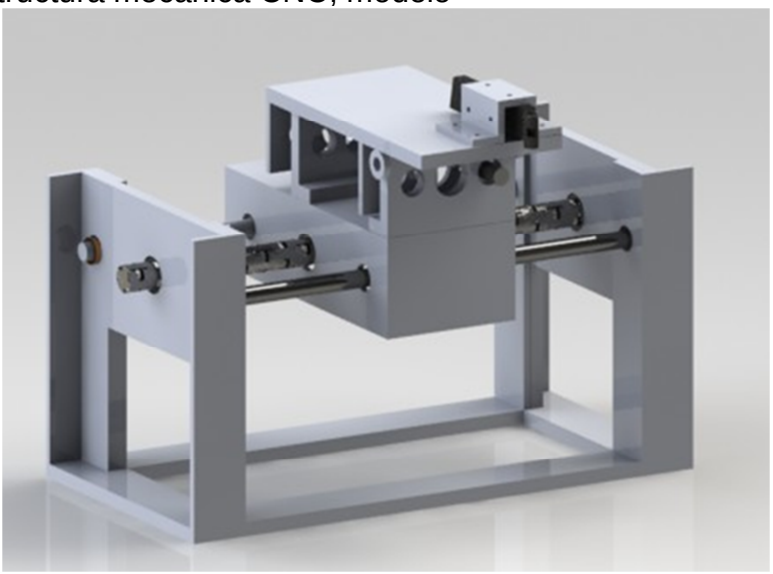
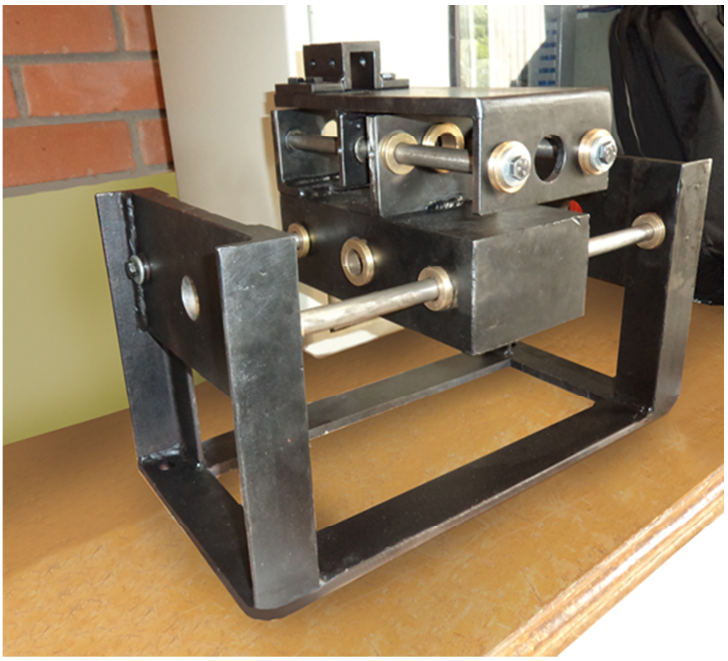


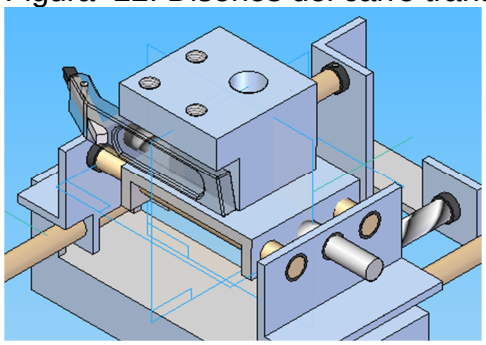
Figura 21.Estructura real



Aunque la estructura debe ser robusta para que no se genere vibración cuando esté funcionado, se debe tener en cuenta el esfuerzo que deben soportar los motores al realizar el movimiento. Lo que significa, que un parámetro importante para el diseño es el peso de la estructura.

El carro transversal tiene un diseño más liviano para no recargar en peso al carro horizontal, las diferencias se pueden apreciar en la figura 22. El diseño del porta herramienta es más sencillo pero resistente; ya que permite el cambio de herramienta debido al espacio que hay en su interior y a los tornillos prisioneros ubicados en sus caras laterales y superior, como se aprecia en la figura 23. En es te caso particular la herramienta que va a realizar el corte es un formón (Herramienta de hierro acerado, con mango de madera, de unos tres decímetros de largo, y boca formada por un bisel.)

Figura 22. Diseños del carro transversal



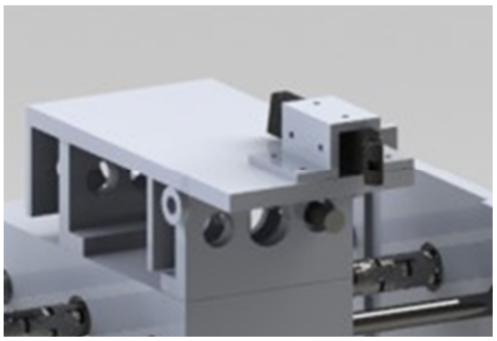
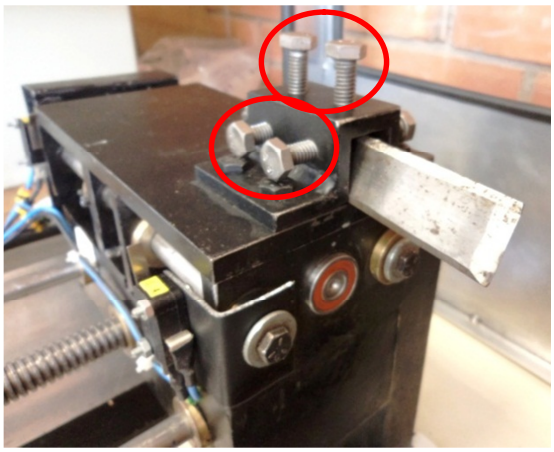


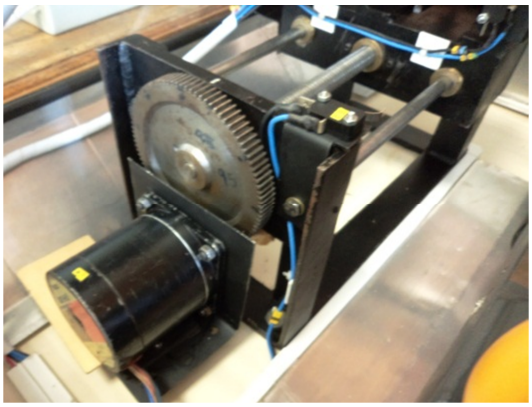
Figura 23. Porta herramienta



Además de la parte mecánica que permite el movimiento, la estructura posee un acondicionamiento físico para los motores, ya que son los que generan dicho movimiento. Como se puede observar en la figura 24, el motor está acoplado a un engrane el cual se realiza un reducción de velocidad, al girar el engrane hace girar el husillo, lo que genera finalmente el movimiento del carro.

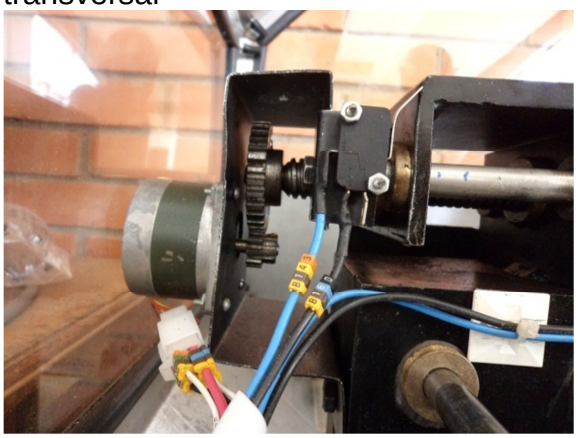
El husillo horizontal en un extremo se encuentra acoplado al engrane y en el otro extremo a una chumacera la cual es una pieza de metal con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.

Figura 24. Motor eje horizontal



De igual forma, el motor del eje transversal se encuentra acoplado a un engrane para reducir la velocidad de giro del husillo que genera el movimiento para el desplazamiento del carro transversal. El husillo transversal en un extremo tiene acoplado el engrane y en el otro extremo tiene acondicionado un rodamiento (cojinete formado por dos cilindros concéntricos, entre los que se intercala una corona de bolas o rodillos que pueden girar libremente.)

Figura 25. Motor eje transversal



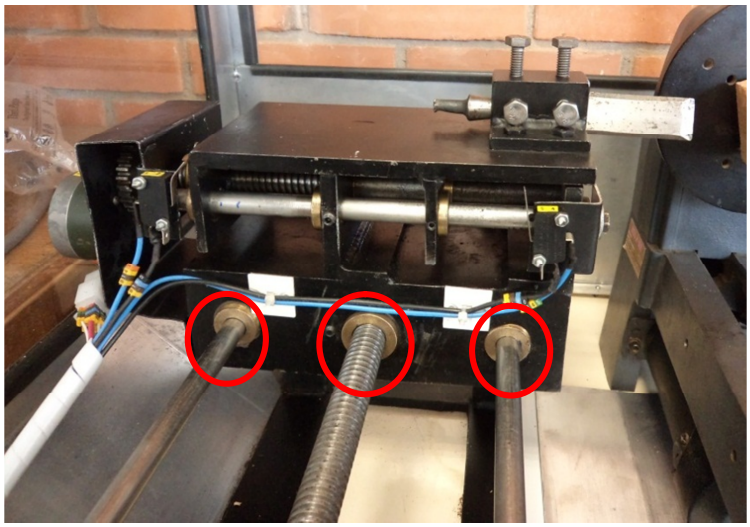
- Materiales de fabricación de la estructura

La estructura base fue fabricada en acero A36, el cual es un acero de propósito general con dureza intermedia típica en la fabricación de máquinas herramientas.

Las varillas guías son de acero inoxidable, se escogió este material debido a que no presenta fricción, la cual se necesitaba para permitir el deslizamiento con los bujes.

Los bujes están fabricados en bronce, como se aprecia en la figura 26. El bronce es un material típico para este tipo de piezas gracias a que tiene propiedades como: alta resistencia a la fatiga, dureza intermedia y adaptable.

Figura 26. Bujes



5.2 CUBIERTA DE PROTECCIÓN

El torno para madera por ser una máquina herramienta, puede ser el causante de lesiones físicas para el usuario, ya que la viruta se esparce en varias direcciones. Para ello se tuvo en cuenta el diseño de una estructura de protección acorde a las necesidades del laboratorio tanto de seguridad como a nivel educacional. Lo cual significa que el operario podrá observar de principio a fin el proceso.

Figura 27. Cubierta de protección



La selección de los materiales para la construcción de la cubierta debía cumplir con las necesidades anteriormente mencionadas. Sin embargo, la estructura debía ser ligera y resistente para su posterior armado y mantenimiento. Por ende, se seleccionaron dos materiales que son el aluminio y el acrílico. El aluminio por ser un material resistente, le aporta firmeza a la estructura y es el metal menos pesado y común para este tipo de aplicaciones. Y el acrílico se usó transparente para que el usuario pueda ver el proceso desde diferentes ángulos. Ver Anexo E.

Las características que la hacen favorable son:

- Posee un diseño que se adapta a las características de un torno CNC, ya que estos están totalmente cubiertos como medida de protección.
- Tiene mayor estabilidad y resistencia al tener un esqueleto en ángulos de aluminio.
- Le permite al operario ver el proceso desde varios ángulos, por la característica que posee al tener diversas ventanas en acrílico transparente de 4mm.
- Permite una fácil limpieza, ya que posee en la parte frontal una bandeja que posibilita una sencilla extracción de una gran cantidad de viruta.
- Es fácil de acceder para realizar mantenimiento del torno para madera, porque la cubierta está diseñada en varias secciones para ser armada y desarmada.
- El aluminio es más liviano que el hierro.

.

5.3 GABINETE DE PASO

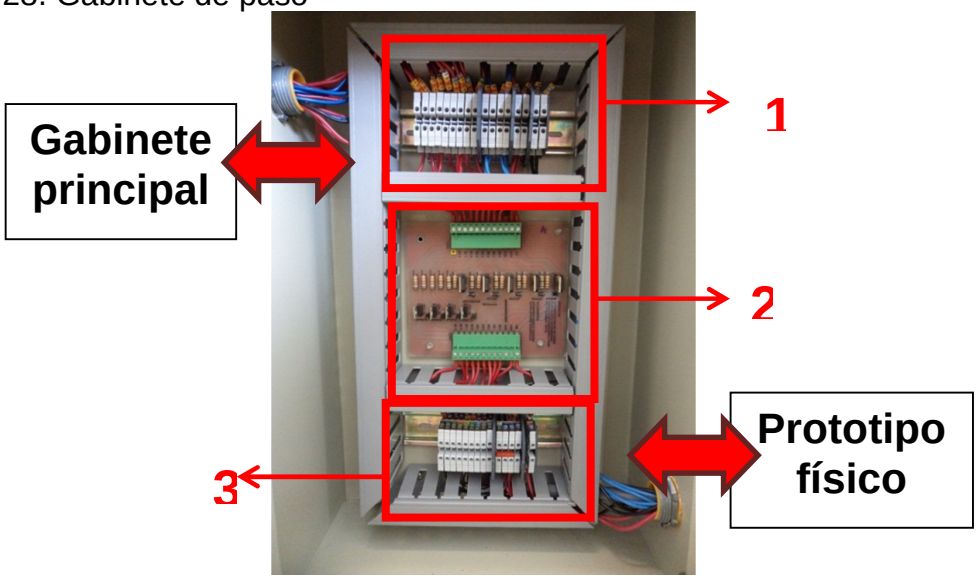
El gabinete permite la conexión entre el sistema de control (el PLC), ubicado en el gabinete principal y los actuadores y captadores que en este caso particular serían los motores y los finales de carrera respectivamente, que se encuentran en el prototipo. El diagrama de la figura 28describe la función del gabinete.

El gabinete tiene una primera etapa donde se conectaron las entradas, las salidas y la alimentación de los dispositivos, conexiones que vienen desde el gabinete principal. Ver figura 28, elemento 1.

En la segunda etapa se encuentra una tarjeta electrónica encargada de realizar en control de los motores paso a paso. Ver figura 28, elemento 2. Tarjeta obtenida del proyecto de trabajo de grado titulado “Automatización de un torno para madera implementado mediante PLC, motores paso a paso y terminal táctil”, desarrollado por CARREÑO, Bernardo, y LAFAURIE, María José.

La tercera etapa corresponde a la sección de salidas y son las encargadas de activar las diferentes bobinas de los motores paso a paso. En esta última etapa entra una señal de alimentación de 6V que proviene de una fuente externa de voltaje variable, la cual es utilizada para poner en marcha el motor del eje horizontal. Ver figura 28. Elemento 3.

Figura 28. Gabinete de paso



6. SOTFWARE DE PROGRAMACION*UNITY PRO* PARA EL PLC

Unity pro es un *software* de programación diseñado por la firma *Schneider Electric* para el desarrollo de aplicaciones en PLC's de la referencia *Telemecanique*. Debido a la sencillez de su entorno permite un fácil manejo de las diversas aplicaciones que en él se puede encontrar como: contactores, bobinas, *timers*, diversas operaciones matemáticas (suma, resta, multiplicación, etc.), funciones trigonométricas (seno, coseno, tan, cosecante, secante, cotangente) entre otras. Además abarca una gran cantidad de referencias comerciales para PLC's siempre y cuando pertenezcan a la gama *Modicon*.

Para conocer la configuración de un proyecto nuevo en *UNITY PRO*, Ver Anexo A.

6.1 CÓDIGO FUENTE

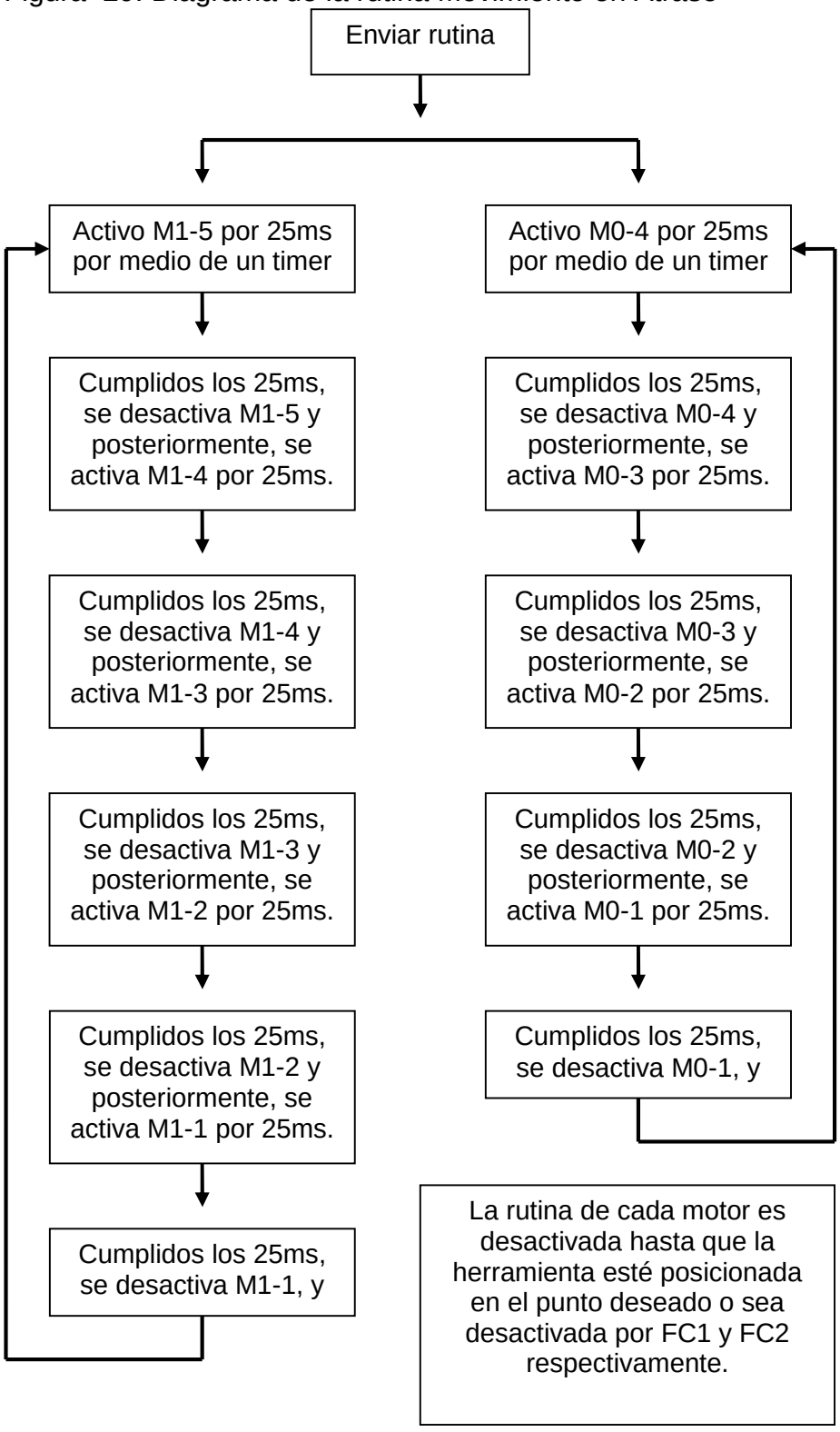
El código fuente que se desarrolló para la automatización de un mini torno para madera, fue armado en base al programa *UNITY PRO*. Esta fuente permitió desarrollar el trabajo en varias secciones, es decir, en ventanas de programación diferentes pero en un único código, lo cual optimizó el desarrollo del mismo, ya que en cada área hay un código para cada propósito.

El código fuente se distribuye en cada sección de trabajo de la siguiente manera:

6.1.1 Movimiento en retroceso.

En esta sección de trabajo se encuentra el código para mover los motores paso a paso a la posición inicial coordenadas (0,0).Este proceso se desarrolló mediante la activación de las salidas digitales del PLC por medio de un código estructurado basado en bobinas, relés auxiliares y temporizadores con un intervalo de activación para cada bobina de 25ms, tiempo necesario para activar cada una de las mismas, y se describe en la figura 29. Cuando el proceso llega a condiciones iniciales (0,0), este es desactivo por medio de los finales de carrera FC1 en el eje X y FC2 en el eje transversal o eje Z.

Figura 29. Diagrama de la rutina Movimiento en Atraso



6.1.2 Activación bobinas.

En ella se encuentran las bobinas auxiliares que son las encargadas de activar las salidas digitales del PLC y por ende cada una de las bobinas de los motores paso a paso.

6.1.3 Extras.

En la ventana de extras, se encontraran pequeños procesos que están relacionados con la pantalla táctil, como por ejemplo el piloto (señal luminosa que indica que está en funcionamiento o que trasmite otras informaciones) que se encuentra ubicado en la ventana de condiciones iniciales de la interfaz grafica y es el que indica que el proceso esta actualmente en funcionamiento.

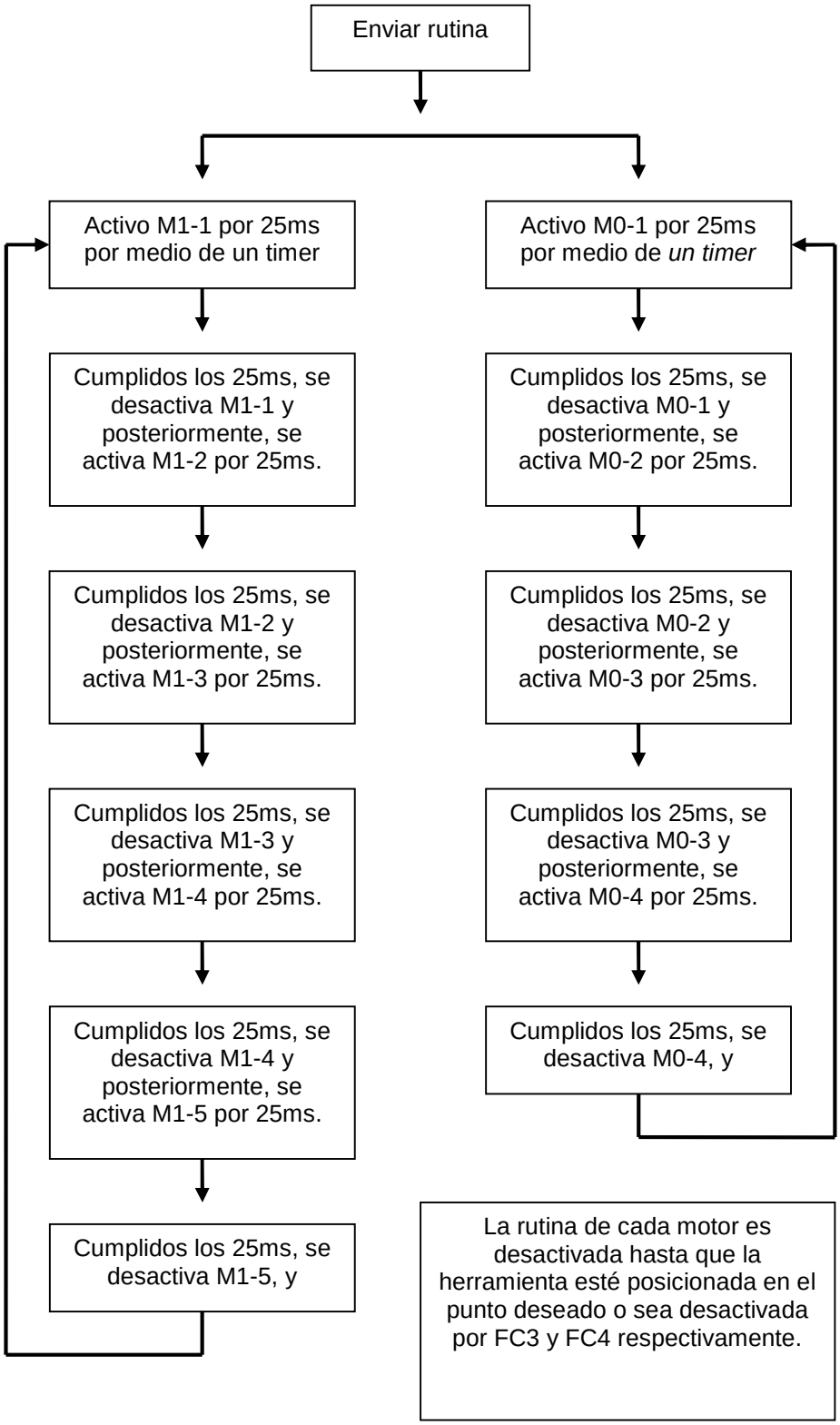
6.1.4 Posicionamiento manual.

En esta rutina de trabajo se encuentra el código para posicionar la herramienta en el punto (X, Z) que se desee. En ella se introducen los valores de X y Z respectivamente y su posicionamiento se realiza por medio del conteo de los pasos de cada motor. El posicionamiento manual se puede realizar tanto en adelanto como en atraso, o sea no se tiene en cuenta la ubicación actual de la herramienta, exceptuando cuando se encuentra en condiciones iniciales (0,0) ya que solamente en este caso puede ir en adelanto.

6.1.5 Movimiento en adelanto.

En él se localiza el código fuente para hacer que los motores avancen en sentido positivo o en adelanto por medio de bobinas y relés auxiliares, los cuales se encargan de activar la salida digital respectiva a cada bobina de los motores paso a paso. La rutina se describe gráficamente en la figura 30. Este movimiento de avance positivo, se lleva a cabo energizando cada bobina por un intervalo de tiempo de 25ms como se dijo anteriormente. Cuando la herramienta ha llegado al tope máximo el cual puede tornear, el avance se detiene por medio de los finales de carrera FC3 en el eje X y FC4 en el eje Z.

Figura 30.Diagrama rutina secuencia en adelanto



6.1.6 Ecuación de la recta.

En esta rutina, se desarrolló cada parte que compone la ecuación de la recta a partir de dos puntos: el punto inicial, Pi (X, Z) y el punto final, Pf (H, J) (ver tabla 2). Por medio de ellos se hace el análisis matemático para hallar la pendiente de la recta y la constante b de la ecuación. Para poder diferenciar si la pendiente (m) de la recta es positiva, negativa o igual a cero, se hizo una comparación de dicho valor con cero (0) para así distribuir los subprogramas de la ecuación de la recta que une los dos puntos dados.

El torneado de la pieza de madera se realiza mediante el corte que realiza la herramienta mientras avanza tanto en el eje X como en el eje Z, o sea en puntos de trabajo.

Dependiendo del valor de m, se obtienen tres (3) tipos diferentes de rectas:

- Para tornear un cono, se pueden dar dos casos que son cuando m<0 o m>0.
- Para tornear un cilindro se hace con m=0.

10.1.6.1 Si m>0, entonces ecuación de la recta es positiva.

Para el desarrollo de esta subrutina, se tomó como lugar de partida de la herramienta el valor correspondiente al punto Pi (X, Z) (ver tabla 2) y de esta manera hacer un barrido consecutivo de X hasta H en el eje horizontal manteniendo el valor actual de Z. como se aprecia en la figura 32. Cuando la herramienta ha llegado al valor del punto H, esta se devuelve hasta el punto Xa como se aprecia en la figura 31, teniendo en cuenta que el valor final de Z o sea J, no sea igual al valor suministrado por la ecuación. Si lo es, el proceso finaliza con el retroceso del eje Z.

Figura 31. Localización del punto Xa

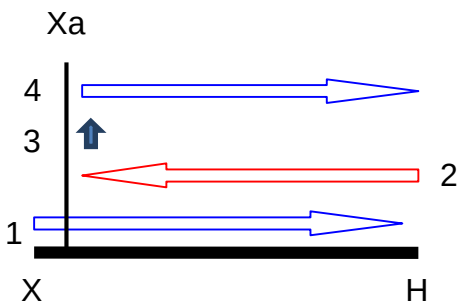
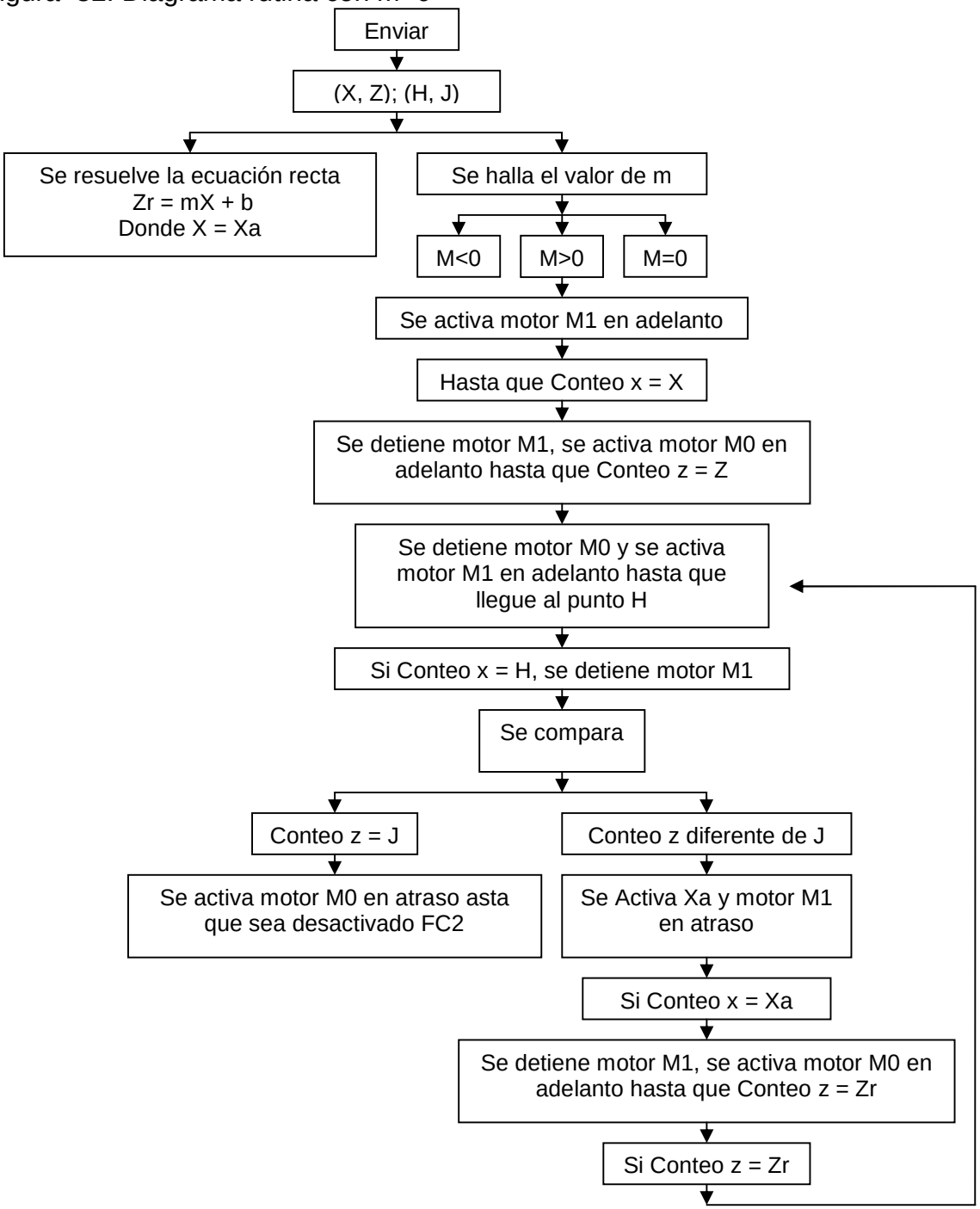


Figura 32. Diagrama rutina con m>0



Para hallar Xa, se hizo lo siguiente:

Xa = X (X es un dato suministrado por el operario)
Xa = Xa + avance

Donde “avance” es una constante dada en el número de pasos que el programador quiere que aumente. Lo que significa que Xa también está dada en pasos, o sea,

Xa = X por El número de pasos por centímetro respectivo al eje X.

10.1.6.2 Si m<0, entonces ecuación de la recta es negativa.

Esta segunda parte, se desarrolló de una forma muy similar a m>0. Primero se localizó la herramienta en el punto Pi (X, Z) (ver tabla 2) para iniciar el proceso y posteriormente se hace un barrido con el valor de Z en el eje horizontal entre el intervalo dado por los puntos X y H. como se describe en la figura 34. Cuando la herramienta llega al punto H, se pregunta si el valor del punto final (J) es igual al dato suministrado por la ecuación, si lo es, el proceso finaliza y la herramienta retrocede en el eje transversal. Si no son iguales, se suministra un nuevo punto final en el eje X, que en este caso será Xb como se muestra en la figura 33 y por medio de él la ecuación de la recta suministra un nuevo valor para Z. El nuevo desplazamiento en el eje horizontal está comprendido entre X y Xb.

Figura 33. Localización del punto Xb

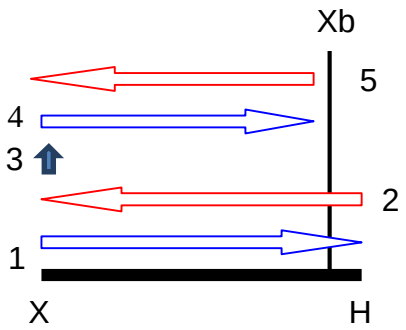
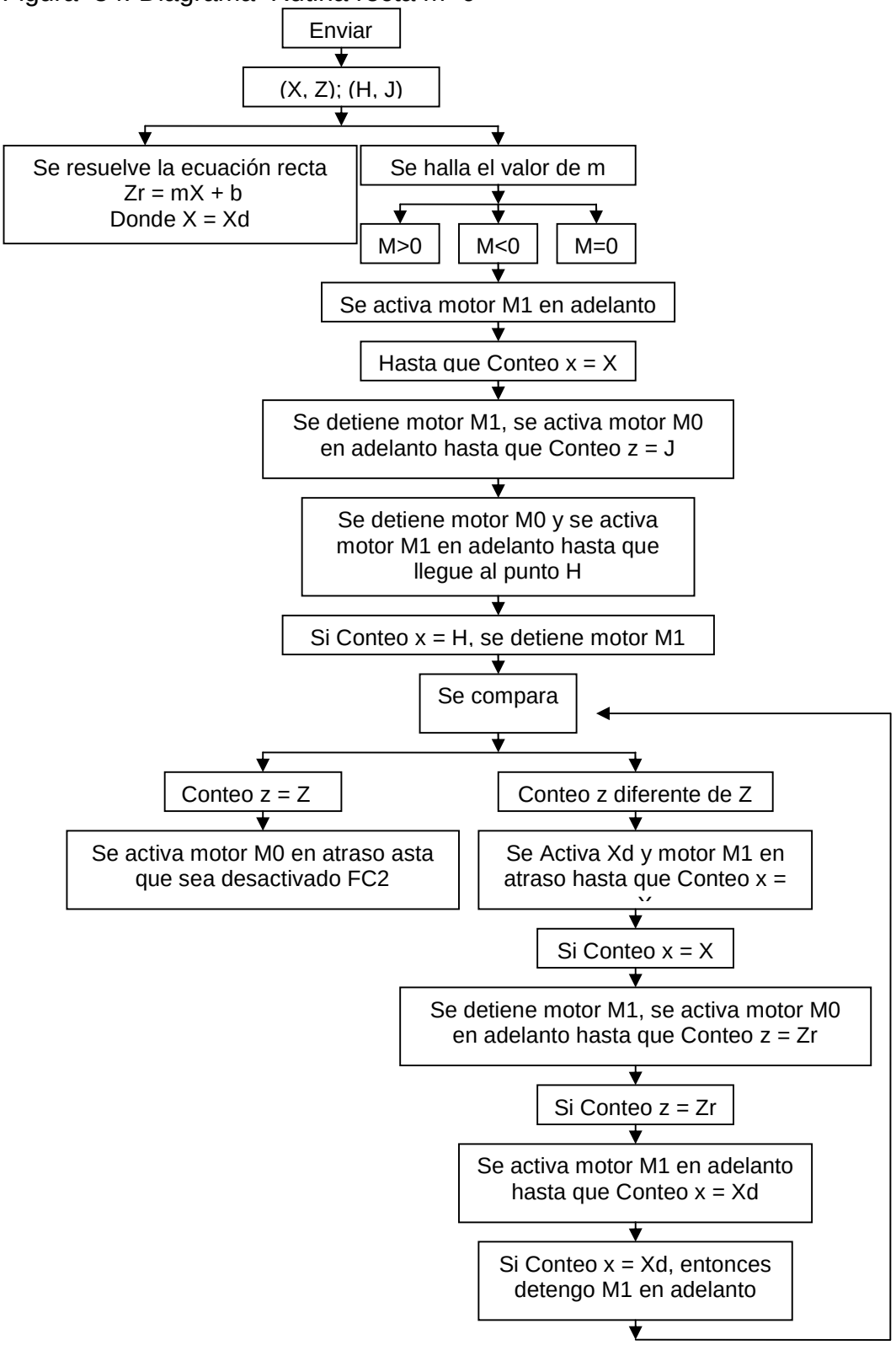


Figura 34. Diagrama Rutina recta m<0



El punto Xb es hallado de la siguiente forma:

Xb = H (H es un dato suministrado por el operario)
Xb = Xb – retroceso

Donde “retroceso” es una constante dada en el número de pasos que el programador quiere que disminuya. Lo que implica que Xb también está dada en pasos, en otras palabras,

Xb = H por El número de pasos por centímetro respectivo al eje X.

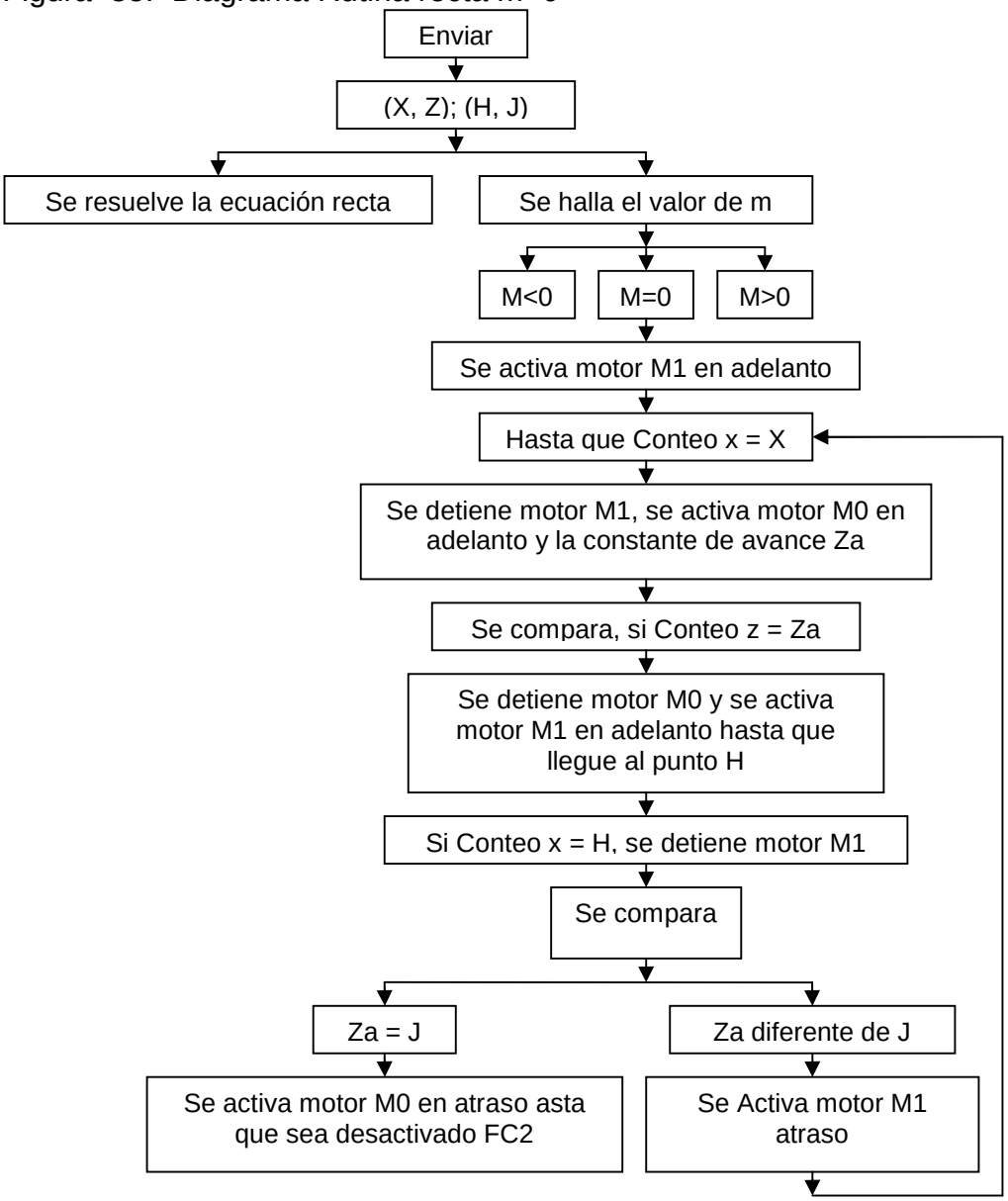
10.1.6.3 Si m=0, entonces ecuación de la recta es una constante.

En este caso, la ecuación de la recta es una constante, lo que conlleva que para cualquier valor de X el valor de Z siempre será el mismo (ver tabla 2).
El desarrollo de esta subrutina se hace con un barrido consecutivo en el eje horizontal entre los puntos X y H, sin tener en cuenta un Xa o un Xb. Como se aprecia en la figura35. Particularmente el avance se hacía en el eje X. Sin embargo, para m=0 el aumento solamente se va a realizar en el eje transversal pero manteniendo la misma condición de pregunta cada vez que llega al punto final H. El valor actual de Z es igual al valor final J, si lo es, el proceso termina con el retroceso del eje transversal, de lo contrario, la herramienta retrocederá en el eje horizontal hasta el punto X y en él se le dará un nuevo valor a Z, que será Za.

Za está dado por:

Za = 320 (320 es un dato suministrado por el programador)
Za = Za + aumento
“aumento” es una constante dada en el número de pasos que el programador quiere que avance, lo que implica que Za también está dada en pasos.

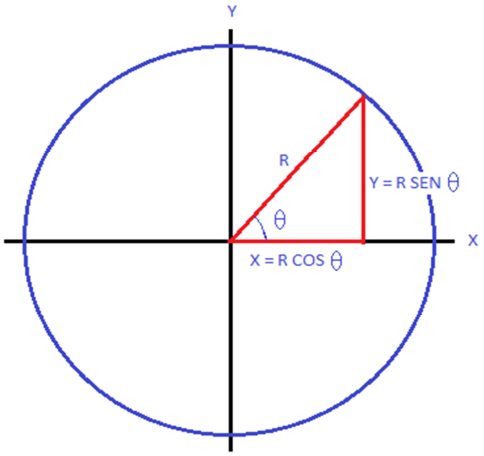
Figura 35. Diagrama Rutina recta m=0



6.1.7 Circunferencia

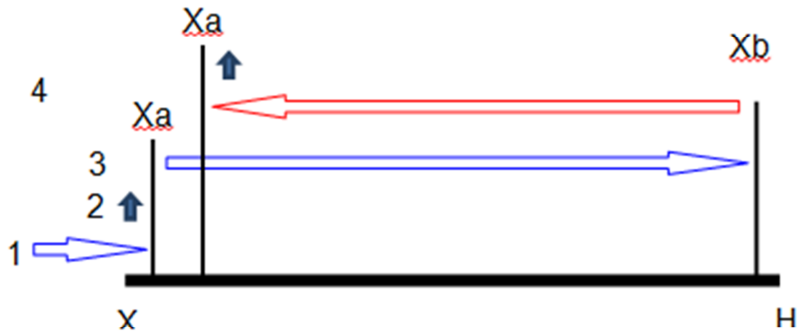
En esta sección de trabajo se desarrollo el código para realizar un corte circular convexo en la madera, implementando las ecuaciones que aparecen en la figura 36.

Figura 36. Ecuaciones de la circunferencia



El cálculo del radio se hizo con los valores dados en los puntos X y H. Esta rutina se desarrollo localizando la herramienta en el punto inicial X, a partir de este valor y con el valor del radio se halla el ángulo respectivo para ese punto y finalmente se calcula el valor de Z. Cuando es hallado z, se hace un barrido consecutivo en el eje horizontal hasta el punto H y se pregunta si ya se obtuvo el valor deseado en el eje z, si no lo es, el programa suministra dos nuevos puntos de trabajo que son Xa y Xb y se halla un nuevo valor de z teniendo en cuenta solamente el valor suministrado por Xa como se muestra en la figura 37. Cuando el valor en z es el deseado, el proceso termina con el retroceso del carro transversal.

Figura 37. Circunferencia, localización de los puntos Xa y Xb



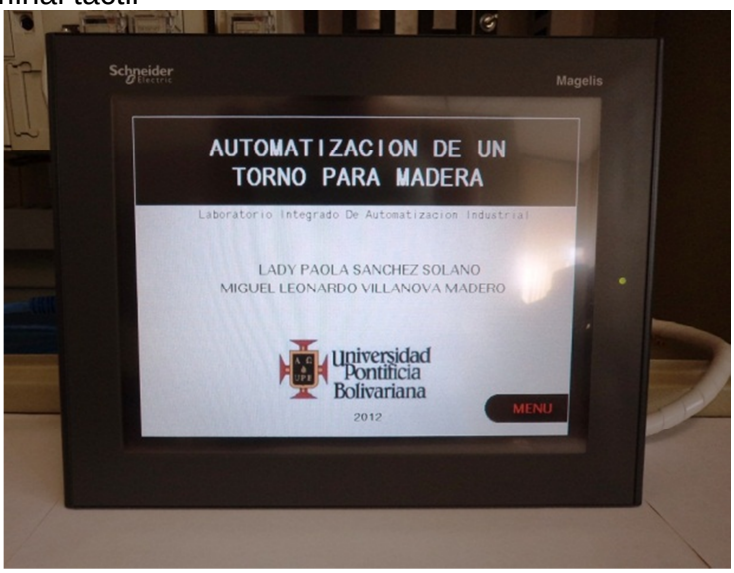
7. INTERFAZ DE USUARIO

La interacción entre el usuario y la máquina se va realizar por medio de un terminal táctil, permitiendo ejecutar y monitorear el proceso desde la HMI(Human Machine Interface).

Para la automatización del torno para madera se tiene un terminal grafico táctil de la marca Telemecanique, referencia Magelis XBTGT5330 10.4", que se aprecia en la figura 38, la cual permite la creación de varios paneles, ventanas emergentes, diferentes puertos para la comunicación, puertos USB que permiten la conexión de periféricos, entre otras características.

Para ver la especificaciones técnicas de la terminal táctil, ver Anexo F.

Figura 38. Terminal táctil



El software designado para la configuración de la HMI es el Vijeo Designer, software desarrollado por la empresa de Schneider Electric. En el cual se van a diseñar los diferentes paneles gráficos que van a permitir la interacción usuario-máquina.

7.1 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN VIJEO DESIGNER PARA LA TERMINAL TÁCTIL

El software para la programación de la terminal táctil permite la creación de paneles gráficos, brindado todas las herramientas necesarias para el diseño como:

pulsadores, pilotos, visualizadores numéricos, visualizador de mensajes, video, recetas, alarmas, tendencias, script y entre otras.

El PLC utiliza diferentes variables para la ejecución del proceso de automatización, algunas de ellas deben estar vinculadas con el terminal táctil. Estas variables se pueden configurar en el Vijeo designer y pueden ser forzadas y monitoreadas para garantizar el correcto funcionamiento del proceso.

Debido a que la HMI está vinculada con las rutinas del PLC, se debe confirmar que el PLC se encuentre en modo de ejecución para compartir los datos vinculados. Para garantizar el modo de ejecución, se cambia el estado de la llave selectora ubicada en el lateral derecho del gabinete central, llevándola a la opción "RUN". Como se muestra en la figura 39.

Figura 39. Llave selectora estado RUN/STOP del PLC

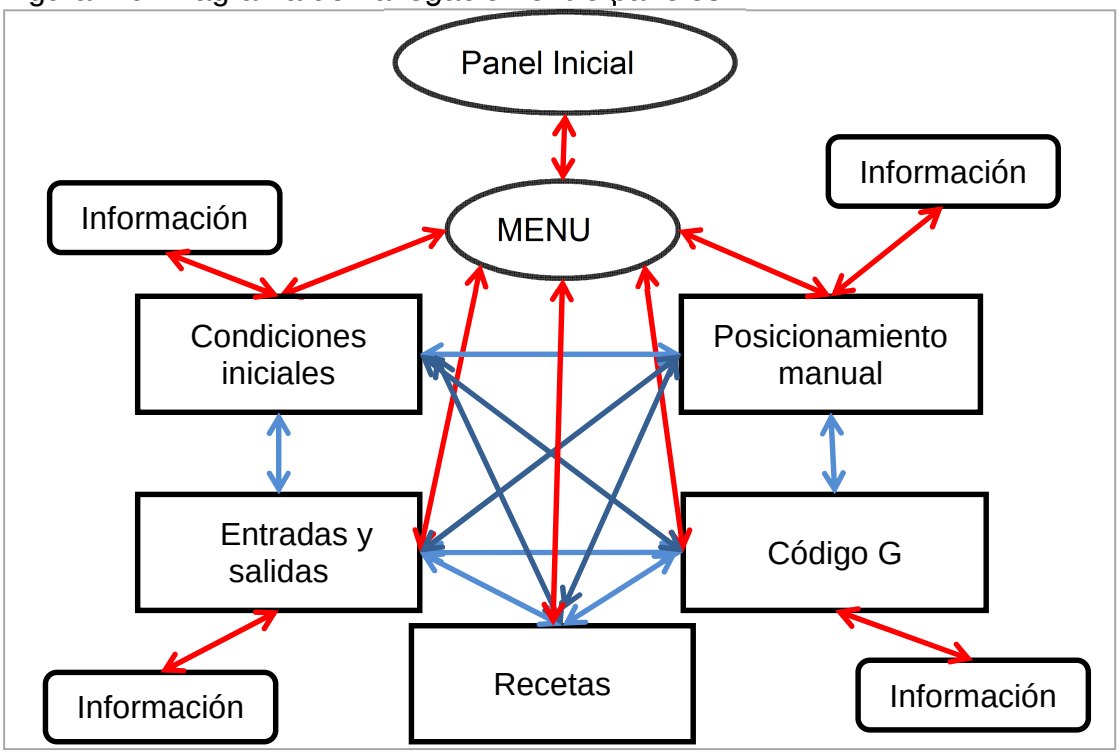


Para conocer la configuración de un proyecto nuevo en *VijeoDesigner*, Ver Anexo B.

7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PANELES GRÁFICOS

A continuación se describe el entorno grafico de cada uno de los paneles y su funcionalidad. La organización de los paneles de la HMI permite una navegación sencilla, como se aprecia en la figura 40.

Figura 40. Diagrama de navegación entre paneles



7.2.1 Panel Inicial

El Panel Inicial contiene la presentación del proyecto, el nombre, el laboratorio en el cual se encuentra el proyecto y los nombres de los autores. A través de este panel inicial se accede al menú principal.

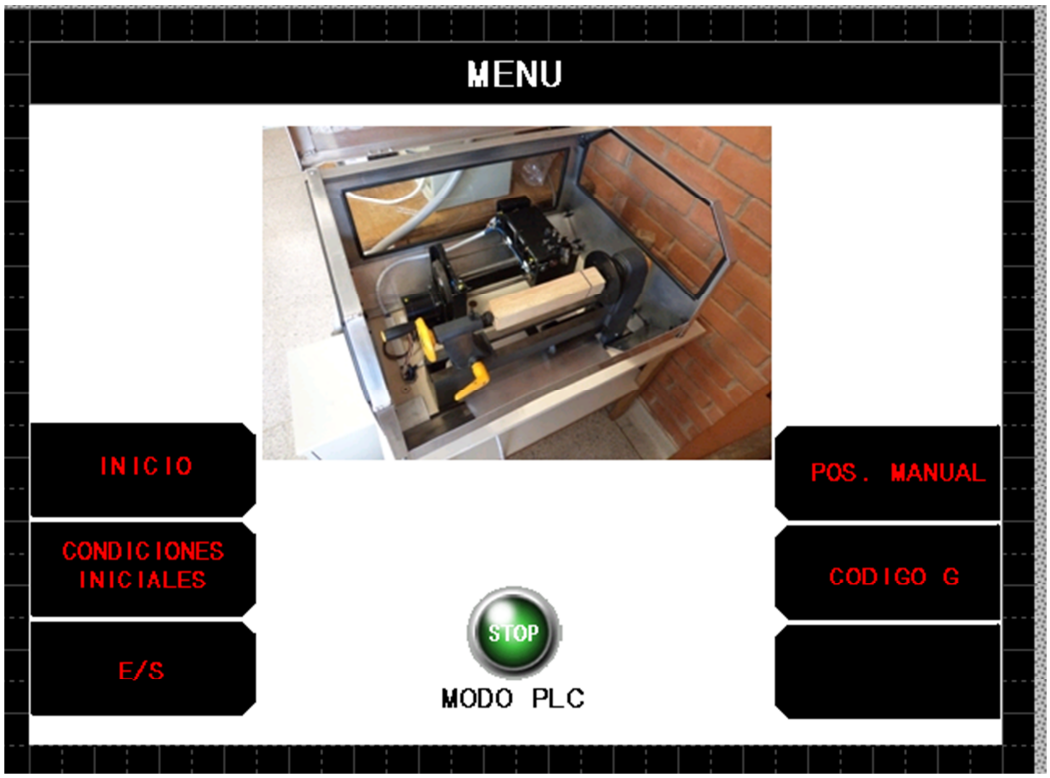
Figura 41. Panel inicial



7.2.2 Menú Principal

En el menú principal se encuentra una imagen de la estructura mecánica de la automatización y los pulsadores que permiten acceder a los diferentes paneles de la HMI. De igual manera, se observa un piloto que indica si el PLC se encuentra en estado de ejecución o parada, RUN/STOP. Como se observa en la figura 42.

Figura 42. Panel de menú



7.2.3 Condiciones iniciales

El panel de condiciones iniciales, que se aprecia en la figura 43, permite llevar la herramienta a la posición de inicio, con coordenadas (0,0).

En él se encuentran dos pulsadores; el pulsador verde, “START”, el cual pone en marcha la rutina de condiciones iniciales y el pulsador rojo, “STOP”, que detiene el proceso de desplazamiento de los carros. Si la herramienta se encuentra en movimiento, el piloto central se ilumina para alertar al usuario. Cuando el movimiento de los carros se detiene el piloto se apaga.

También se encuentran dos pilotos que indican el estado de los finales de carrera 1 y 2. Cuando los finales de carrera se encuentran activados, la etiqueta muestra la palabra ON y cambia su propiedad de color siendo verde para activado y rojo para desactivado, lo que indica que cuando los dos finales de carreras se encuentran activados es porque la herramienta ya ha llegado a su condición inicial.

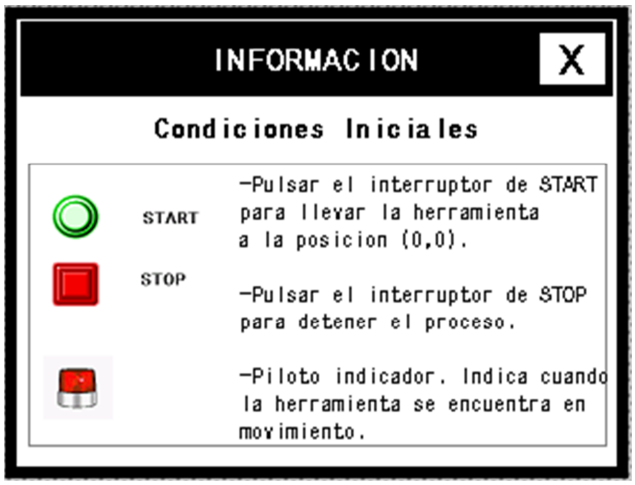
Además de permitir el posicionamiento de la herramienta, el panel también tiene la opción de acceder a los otros paneles de la HMI y posee un piloto que indica si el PLC se encuentra en estado de ejecución o parada, RUN/STOP.

Figura 43. Panel de condiciones iniciales



La HMI proporciona en cada panel un botón que le brinda información al usuario. Cuando el botón se selecciona, se abre un panel emergente en donde se encuentra una descripción y orientación del modo de funcionamiento del panel actual.

Figura 44. Panel de información condiciones iniciales



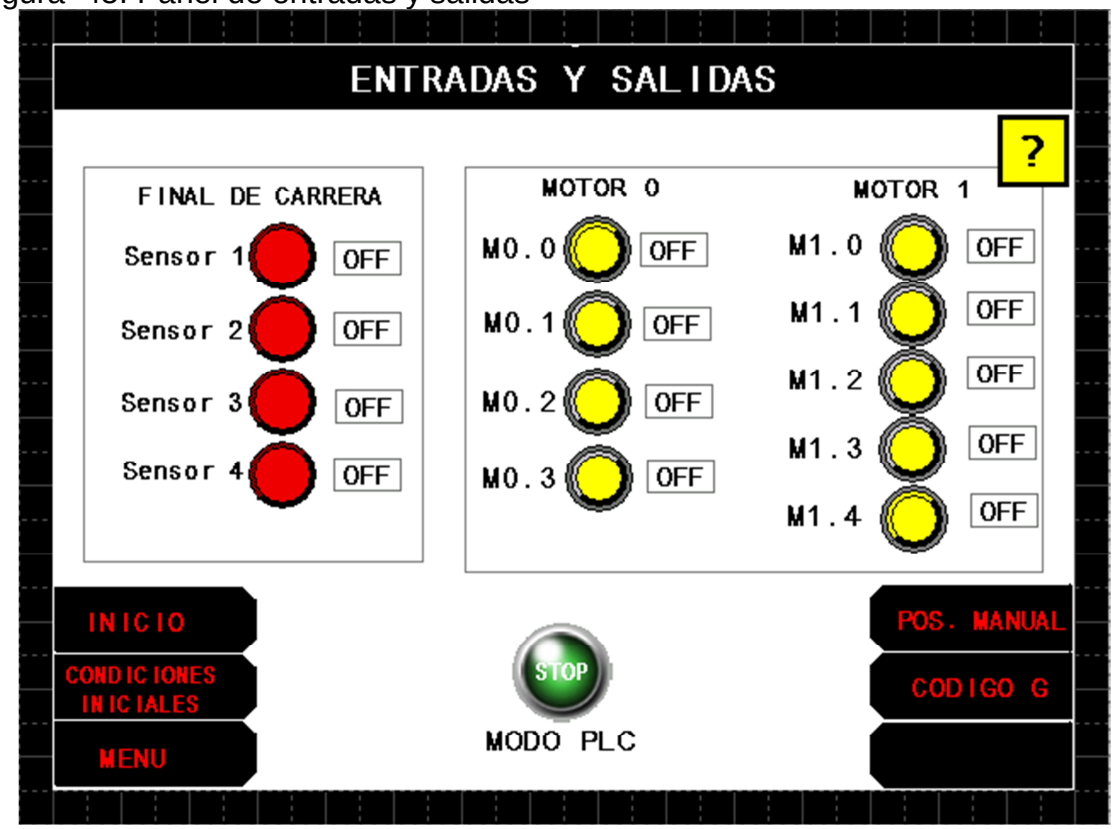
7.2.4 Entradas y salidas

Este panel permite monitorear y verificar el correcto funcionamiento de las entradas y salidas del proceso. Para el proceso de automatización se tienen 4 entradas que corresponden a los 4 finales de carrera y 9 salidas que corresponden a las bobinas de los motores paso a paso, el motor 1 es de cuatro bobinas y el motor 2 es de cinco. Desde el panel se pueden visualizarlos cambios de estado representados en el cambio de la etiqueta y en el cambio de la propiedad de color. Cuando las entradas están activadas se observan pilotos de color verde y su etiqueta muestra la palabra ON, cuando se encuentran desactivadas se observan de color rojo y su etiqueta muestra la palabra OFF.

De igual manera, se puede verificar el funcionamiento de las bobinas de los motores cuando se selecciona un pulsador; ya que lo que se hace es forzar el estado de las salidas en el PLC representado como la activación de cada una de las bobinas de los motores. Cuando las salidas están siendo forzadas, los pulsadores de color amarillo cambian de etiqueta y se muestra la palabra ON y cuando están desactivadas, la etiqueta muestra la palabra OFF.

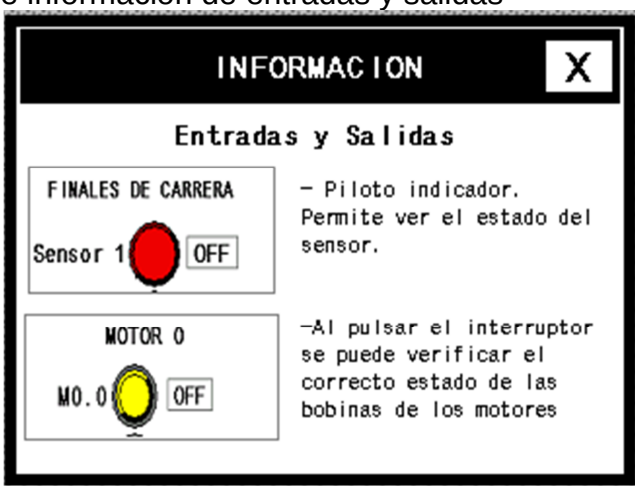
Además de permitir el monitoreo de entradas y salidas, el panel también tiene la opción de acceder a los otros paneles de la HMI y posee un piloto que indica si el PLC se encuentra en estado de ejecución o parada, RUN/STOP. Como se aprecia en la figura 45.

Figura 45. Panel de entradas y salidas



El panel de información describe las acciones que se pueden realizar con los diferentes pilotos y pulsadores del panel de entrada y salidas.

Figura 46. Panel de información de entradas y salidas

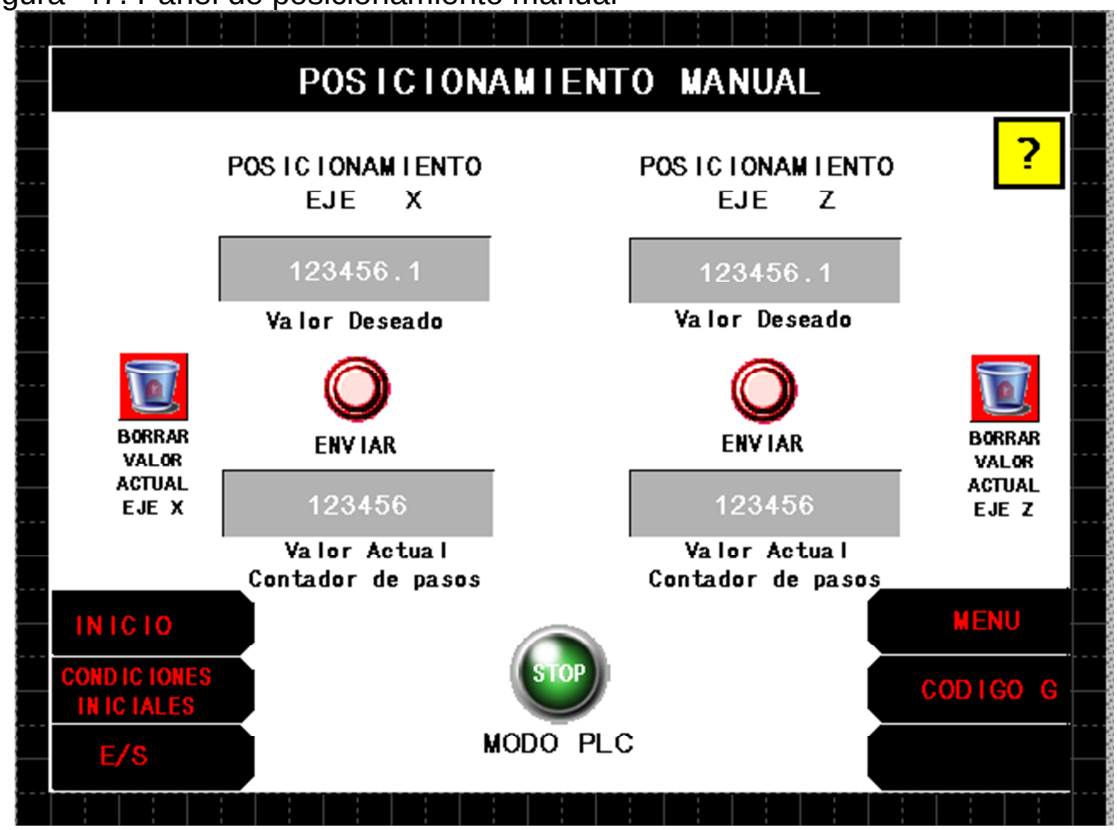


7.2.5 Posicionamiento manual

El panel de posicionamiento, figura 47, permite ubicar la herramienta en una coordenada deseada en cada uno de los ejes.

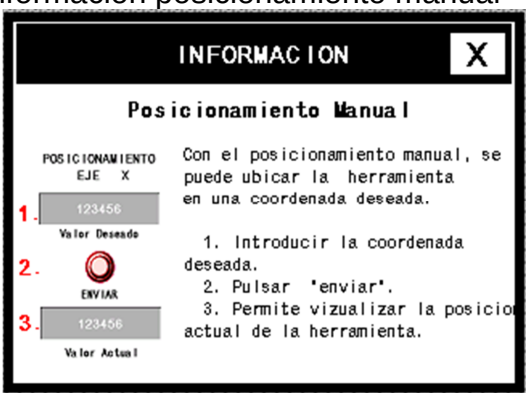
El panel tiene cuatro visualizadores numéricos, donde 2 tienen la opción de introducir información. Son estos dos últimos en donde se digitan los valores deseados dados en centímetros, valores que corresponden a la nueva posición a donde se quiere llevar la herramienta en cada uno de los ejes, después de introducir el dato, se debe seleccionar el pulsador con la etiqueta ENVIAR para dar la orden de ejecución al PLC. En los otros dos visualizadores se observa el conteo de pasos que realiza la rutina en el código fuente, para poder posicionarse en cada uno de los ejes.

Figura 47. Panel de posicionamiento manual



Al seleccionar el botón de ayuda, la ventana emergente muestra una descripción del funcionamiento del panel de posicionamiento manual, indicando como se utilizan cada uno de los visualizadores numéricos, los pulsadores y que proceso se debe llevar a cabo para realizar correctamente el posicionamiento. Como se muestra en la figura 48.

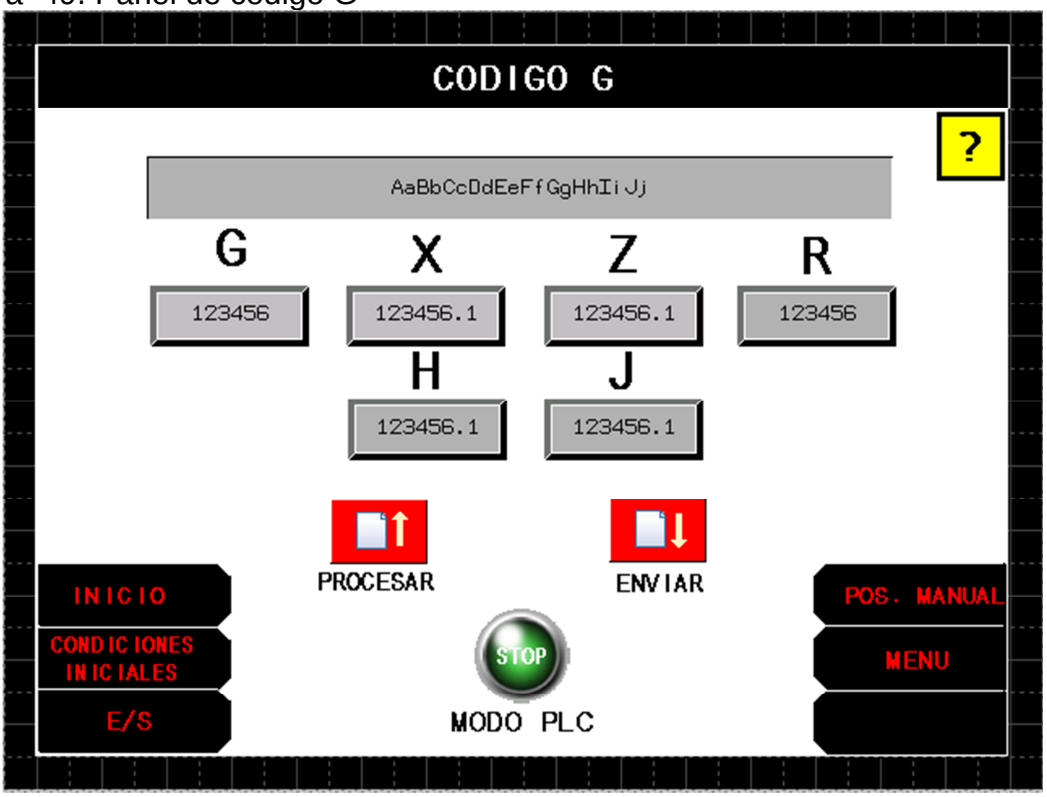
Figura 48. Panel de información posicionamiento manual



7.2.6 Códigos G

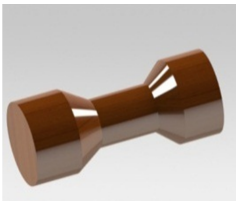
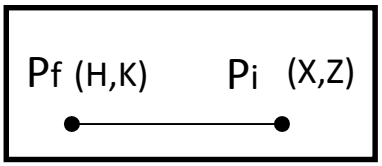
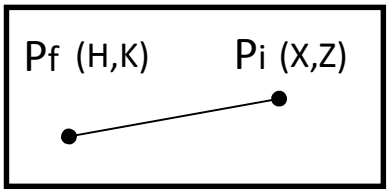
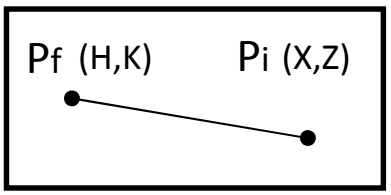
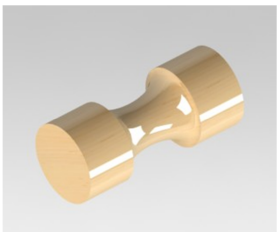
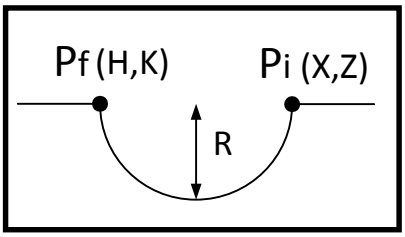
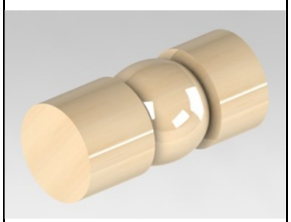
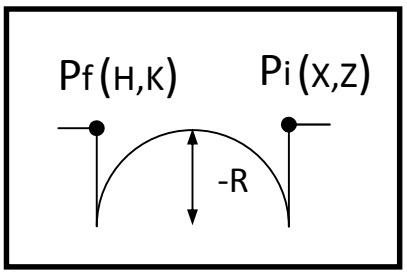
Los códigos G determinan el tipo de operación que va a realizar la máquina, en este caso, cada código G va a describir diferentes trayectorias de corte. Para ingresar un código G, también se debe incluir una información adicional para definir la trayectoria del corte que se desea realizar. En la figura 49 se puede apreciar el panel de la terminal táctil donde se va a introducir la información.

Figura 49. Panel de código G



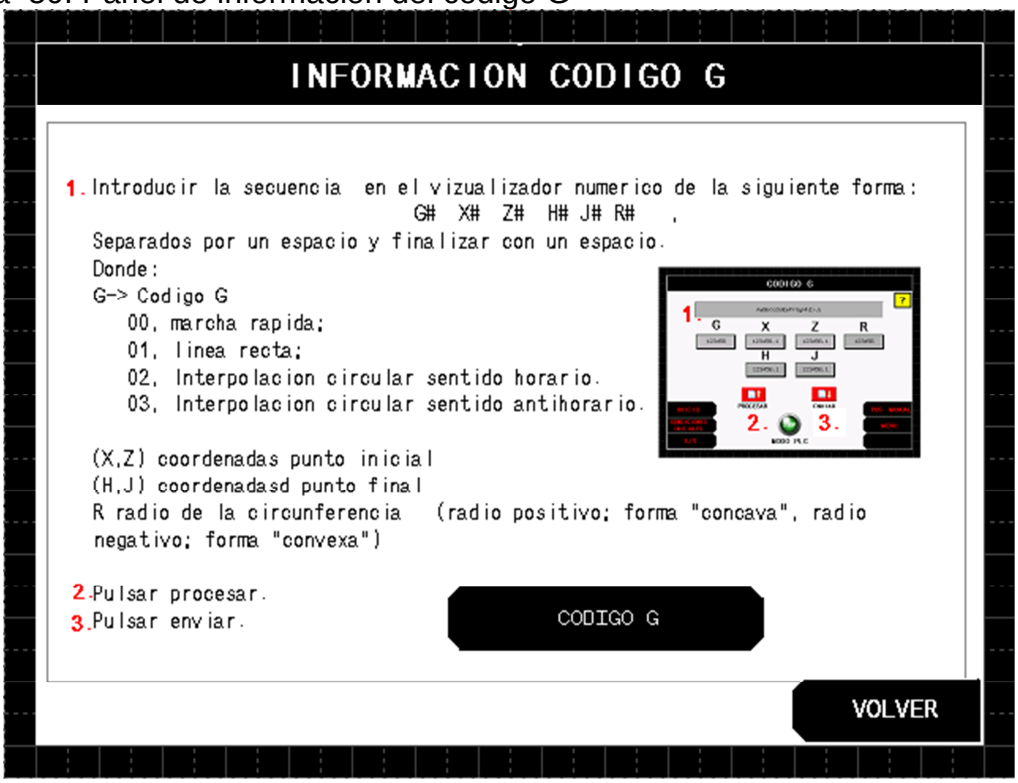
Para la automatización del torno se van a tener en cuenta principalmente 3 códigos.

Tabla 4. Código G

G01 Corte lineal	En el corte lineal se pueden presentar tres opciones de corte que dependen del valor de la pendiente de la recta que describe la trayectoria.		M=0  M>0  M<0 
G02 Corte circular en sentido horario	La trayectoria final de corte describe una forma cóncava		
G03 Corte circular en sentido anti horario	La trayectoria final de corte tiene una forma convexa.		

Al seleccionar el botón de ayuda del panel de código G, se realiza un cambio de panel en el cual se encuentra una descripción del proceso que se debe realizar para introducir, procesar y enviar un comando. Figura 50.

Figura 50. Panel de información del código G

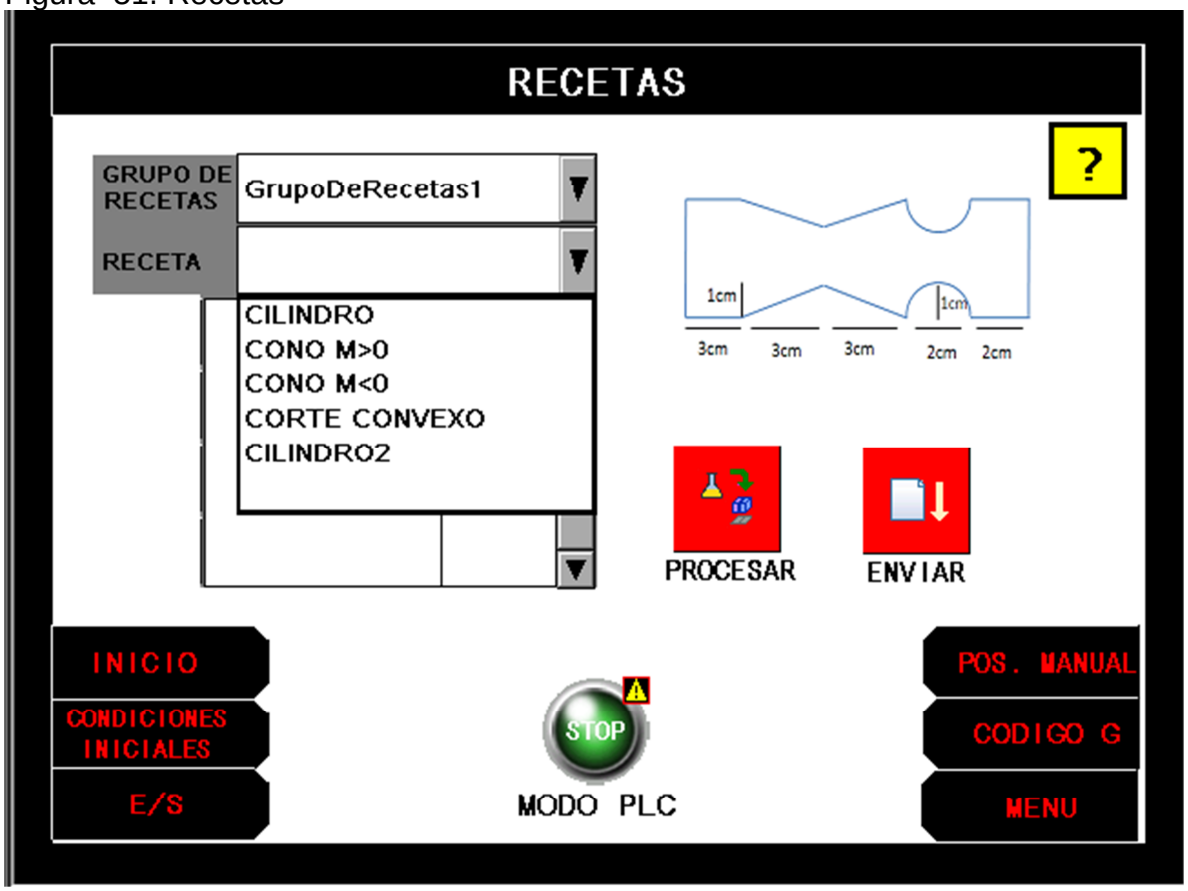


En el Anexo C se encuentra el manual de operación del proceso donde se describe que paso se deben seguir para poner en marcha correctamente la máquina herramienta.

7.2.7 Recetas

El panel de recetas permite seleccionar formas de cortes de una lista que hace parte de un grupo de recetas, en esta lista se pueden programar diferentes trayectorias de corte con las medidas predefinidas por el usuario, Como se aprecia en la figura 51, luego de seleccionar el corte que se quiere realizar, oprimir el botón de procesar y luego el de enviar para que el PLC reciba la información que define el tipo de corte y pueda hacer el calculo y el procesamiento.

Figura 51. Recetas



8. RESULTADOS

Para realizar las pruebas respectivas de torneado, una vez instalada la estructura mecánica, era necesario conocer la cantidad de pasos que debía dar cada motor para desplazar la herramienta un (1) centímetro, información que se necesitaba agregar a la programación del PLC. Finalizada esta prueba, se obtuvo un total de 1500 pasos para M0 y 1600 pasos para M1.

Para la realización de este proyecto se tomó como referencia el proyecto titulado "Automatización de un torno para madera implementado mediante PLC, motores pasos a paso y terminal táctil", desarrollado por CARREÑO Bernardo y LAFAURIE María José, del cual se obtuvo un buril, herramienta manual de corte o marcado formada por una barra de acero templado terminada en punta, cuando se realizaron las pruebas, se presentaron inconvenientes a razón que el buril es una herramienta de corte para metales y no tuvo el desempeño esperado en el corte de madera, la herramienta en lugar de cortar, quemaba la pieza debido a la fricción que se generaba. Por ende, se optó por cambiar la herramienta por un formón, herramienta diseñada para el trabajo con madera. Con ella, se obtuvo un mejor acabado, no presenta problemas de calentamiento en comparación con el buril debido a que tiene una mayor superficie, el calor se disipa de forma más rápida y hubo un aumento en la velocidad de torneado.

Al manejar avances de un (1) milímetro en el eje horizontal y al introducirlo en la ecuación de la recta se consigue un avance de 2mm en el eje transversal teniendo en cuenta que los pasos respectivos para cada motor no son iguales se obtiene una mayor precisión y acabado.

Para mejorar la precisión del torneado solamente es necesario variar el avance de 1mm a un menor valor. La desventaja que representa esta disminución radica en el tiempo, a menor valor de avance mayor es el tiempo de maquinado.

9. CONCLUSIONES

- El proyecto de automatización de un torno para madera permite afianzar temas que se deben tener en cuenta para automatizar cualquier proceso ya que facilita el estudio de temas como: diseño de estructuras mecánica, control por medio de un PLC, diseño de una interfaz de usuario, redes de comunicación y medios de seguridad para el operario.

- El diseño de una estructura mecánica es la base primordial para realizar la automatización de un proceso. En el caso del torno para madera, la estructura en conjunto con los acoples de los motores permiten el movimiento de la herramienta dando como resultado una máquina con características CNC capaz de efectuar el torneado de piezas de madera.

- El software *Unity Pro* permitió organizar la estructura del código en diferentes secciones de trabajo, lo que genera una optimización del programa porque cada rutina de trabajo está destinada a cumplir un propósito específico. Esta optimización para el proceso de maquinado de las piezas de madera se ve reflejada en la precisión que se logró gracias a que se pueden manejar avances de 1mm para el eje horizontal y de 2mm para el eje transversal, esta diferencia se debe a la cantidad de pasos que gasta cada motor para desplazar un carro en su respectivo eje. Estos avances pueden ser manipulados con el cambio de la constante interna que se implementó en las rutinas.

- Se logró diseñar un control capaz de dirigir posicionamientos en una estructura mecánica por medio de la introducción de datos numéricos en la terminal táctil, datos que son almacenados en la memoria del PLC para su procesamiento y ejecución de las rutinas responsables del accionamiento de los motores y posterior ubicación de la herramienta.

- Se diseñó una HMI (Human Machine Interface) que permite al usuario navegar por paneles que le ofrecen diferentes opciones; tiene la posibilidad de ubicar la máquina herramienta en condiciones iniciales, posicionar manualmente la herramienta en una coordenada deseada, introducir información para el procesamiento y ejecución de los códigos G y por último, monitorear el estado de los sensores y el avance de los motores. El usuario puede acceder y manipular fácilmente los diferentes entornos gráficos gracias a que los paneles proporcionan la información necesaria por medio de ayudas sobre el modo de operación de cada aplicación.

10. BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ PULIDO, Manuel. Controladores lógicos, Editorial Marcombo, 2004, 209 Pág.

BERLIN, David. Y CAMELIO, Jaime. Manual de programación y uso de un torno CNC, Escuela de ingeniería departamento de ingeniería mecánica y metalúrgica, Pontificia universidad católica de chile, 1997

CARREÑO, Bernardo, y LAFAURIE, María José. Automatización de un torno para madera implementado mediante PLC, motores paso a paso y terminal táctil. Trabajo de grado (Ingeniería electrónica). Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, 2010.

DOMINGO PEÑA, Joan. Diseños y aplicaciones con autómatas programables. Editorial UOC, 2003

GARCÍA HIGUERA, Andrés, CASTILLO GARCÍA, Fernando, CIM, el computador en la automatización de la producción. Ediciones de la castilla-la mancha, 2007,272 pág.

GARCÍA HIGUERA, Andrés, El control automático en la industria. Ediciones de la castilla-la mancha, 2005, 222pág.

ALIBABA. TORNO DE MADERA, CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES.[Página de Internet] http://spanish.alibaba.com/product-gs/wood-lathe-262968319.html

ARQUITECTURA DE LOS PLC´S [página de internet] http://davidrojasticsplc.wordpress.com/category/7-arquitectura-de-los-plc/

AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL. PRODUCTOS. [Página de Internet] http://www.schneider-electric.com.co/

CARACTERÍSTICAS DE UN TORNO PARA MADERA. [Página de internet] http://www.maquinariapro.com/obra/torno-para-madera.html

CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO. [Página de internet] www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/.../r25517.DOC

CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL [pagina internet]Documento.http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/FFlexible/El_CONTROL_NUMERICO_COMPUTARIZADO_EN_EL_DESARROLLO_INDUSTRIAL.pdf

DEFINICIÓN DE MÁQUINA- HERRAMIENTA [página de internet] http://www.logismarket.info/maquina-herramienta-definicion.html

RAMIREZ CORTES, Christian. Controladores lógicos programables. [Página de internet] http://www.infoplc.net/Documentacion/documentacion.html

REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE), MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, REPUBLICA DE COLOMBIA, [Página de internet]http://es.scribd.com/doc/2071996/RETIE.

VINNAKOTA, Sriramulu, Estructuras de acero: comportamiento y LRFD. Mc Graw Hill, 2006, pág. 31.

ANEXOS

ANEXO A: MANUAL DEL *SOFTWARE UNITY PRO*

Este manual se diseñó con la intención de crear nuevos proyectos de programación para trabajar con el PLC *Modicon Premium*. Por consiguiente, Las rutinas que se encuentran más adelante NO se tendrán en cuenta si se desea ejecutar el programa para el torneado de la madera hecho en la tesis de trabajo "AUTOMATIZACIÓN DE UN TORNO PARA MADERA CON CARACTERÍSTICAS DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO (CNC) CONTROLADO POR MEDIO DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) Y UNA TERMINAL TÁCTIL".

Antes de empezar a programar, cerciórese que el *software* de programación *UNITY PRO* se encuentre debidamente instalado en el PC en el que va a trabajar. De lo contrario, el encargado del laboratorio de Automatización de procesos industriales se lo suministrara.

1. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA

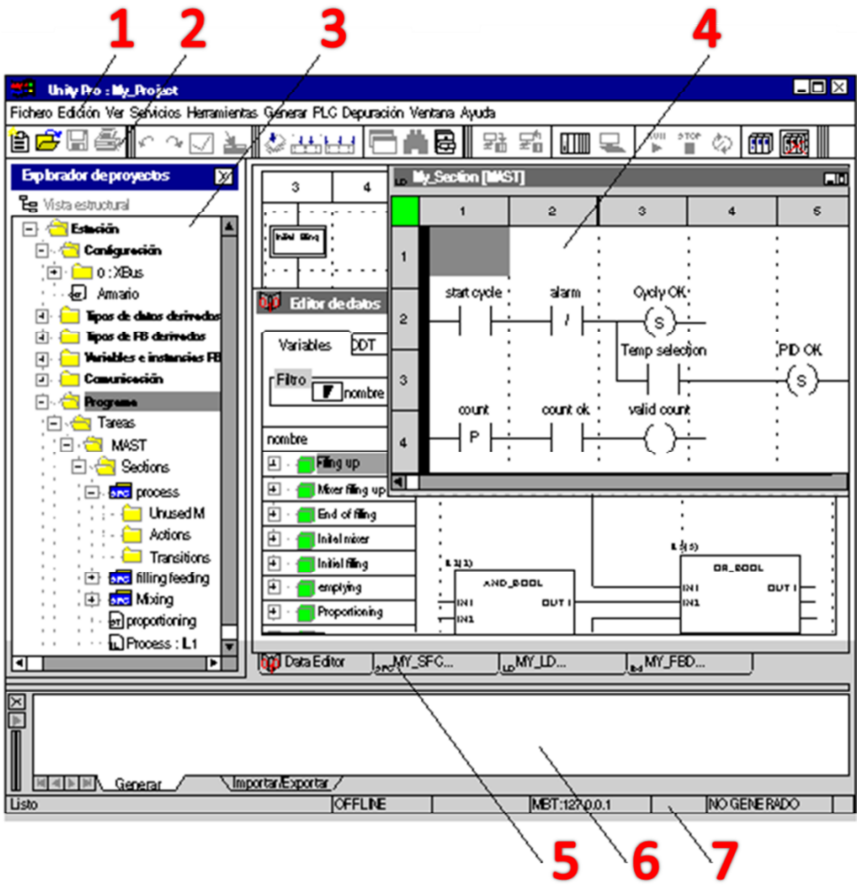
Para iniciar el programa se debe estar en la carpeta de escritorio del PC y seguir la siguiente ruta: inicio /programas/Schneider electric/ Unity Pro.

2. INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO

La interfaz gráfica de usuario que se aprecia en la figura 1 está conformada por:

1. Barra de menús.
2. Barra de herramientas.
3. Explorador de proyectos.
4. Ventana de editor (editores de lenguajes de programación, editor de datos, etc.)
5. Fichas para el acceso directo a la ventana del editor.
6. Ventana de resultados (proporciona información acerca de los errores producidos, del seguimiento de señales, de las funciones de importación, etc.).
7. Barra de estado.

Figura 1. Interfaz gráfica de usuario



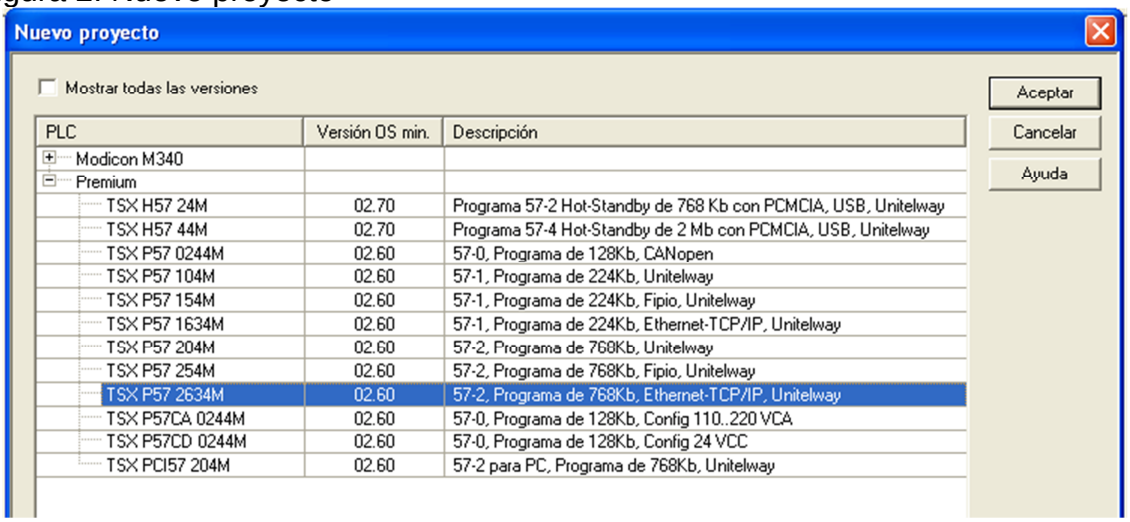
3. CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO

Para crear un nuevo proyecto dar clic en el menú fichero y seleccionar "Nuevo".

Se necesita primero especificar con que versión de PLC se va a trabajar.

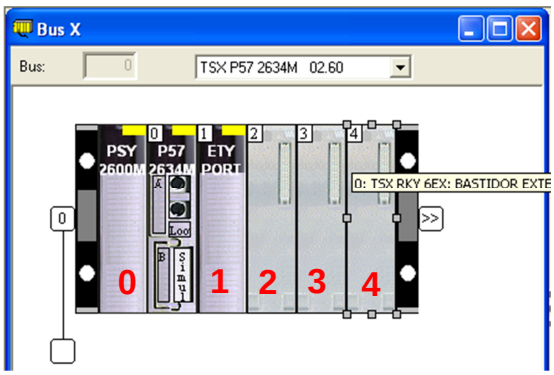
a. Seleccionar la opción "PREMIUM / TSXP572634M", como se muestra en la figura 2 y dar clic en "Aceptar".

Figura 2. Nuevo proyecto



b. En el explorador de proyectos escoger la opción “CONFIGURACIÓN” y dar doble clic en “BUS” se observara una ventana como se aprecia en la figura 3.

Figura 3. Bus



- Módulo De Entradas Digitales

c. Dar doble clic en el módulo 2 que se aprecia en la figura 3 y aparecerá una nueva ventana con el nombre de “NUEVO DISPOSITIVO” como se observa en la figura 4.

d. En la ventana de la figura 5, escoger la opción, BINARIO / TSX DEY 16D2, como se observa en la figura, dar clic en “Aceptar”.

Figura 4. Nuevo dispositivo

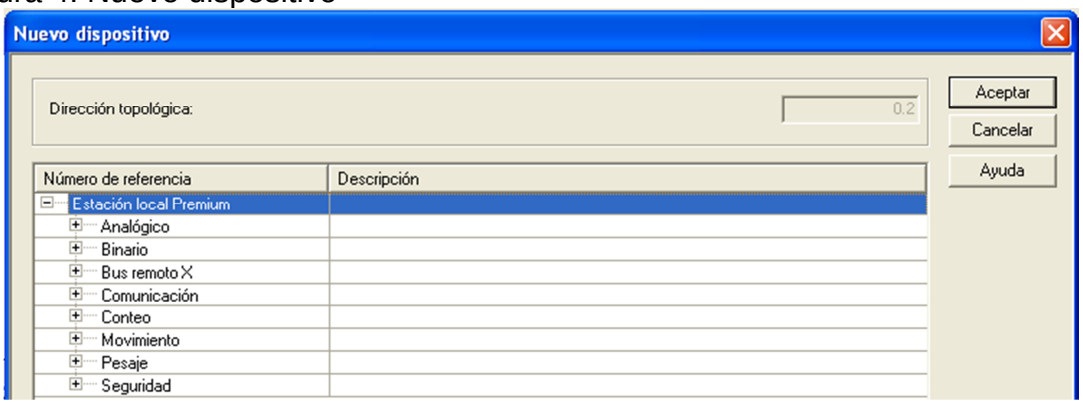
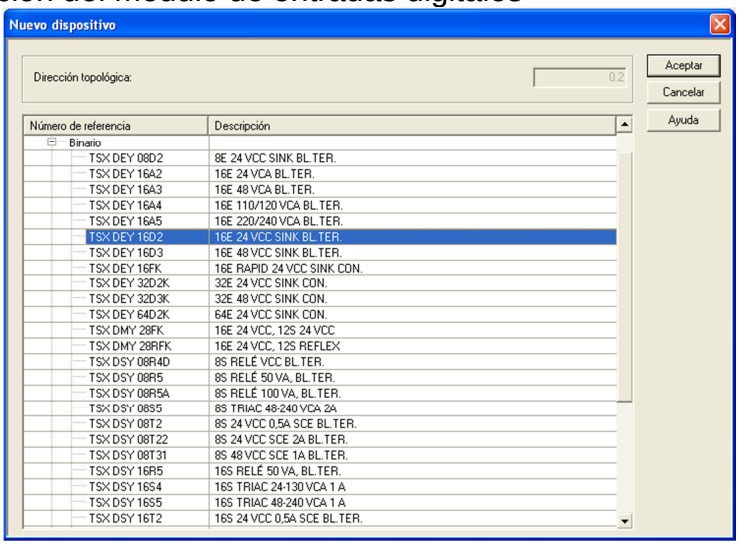


Figura 5. Selección del módulo de entradas digitales

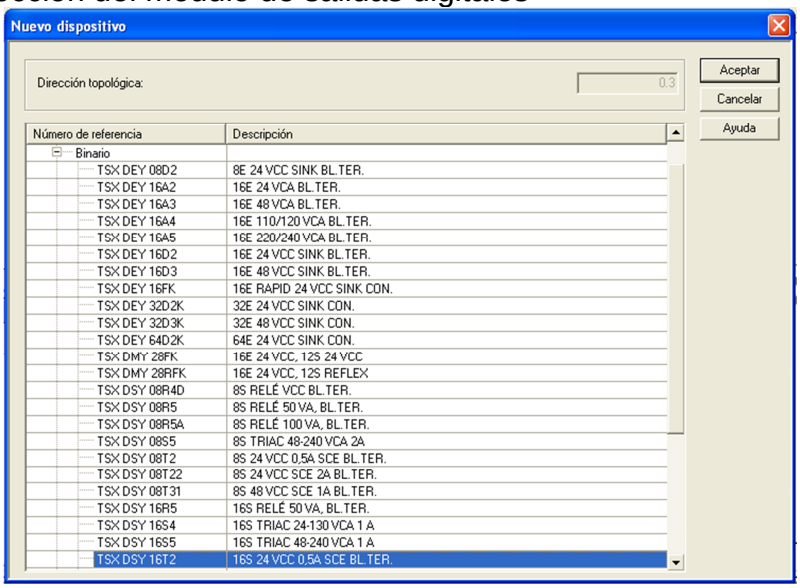


- Módulo De Salidas Digitales

e. Dar doble clic en el módulo 3 que se aprecia en la figura 3 y aparecerá una nueva ventana con el nombre de “NUEVO DISPOSITIVO” como se aprecia en la figura 4.

f. seleccionar la opción BINARIO / TSXDSY 16T2 como se aprecia en la figura 6, dar clic en “Aceptar”.

Figura 6. Selección del módulo de salidas digitales

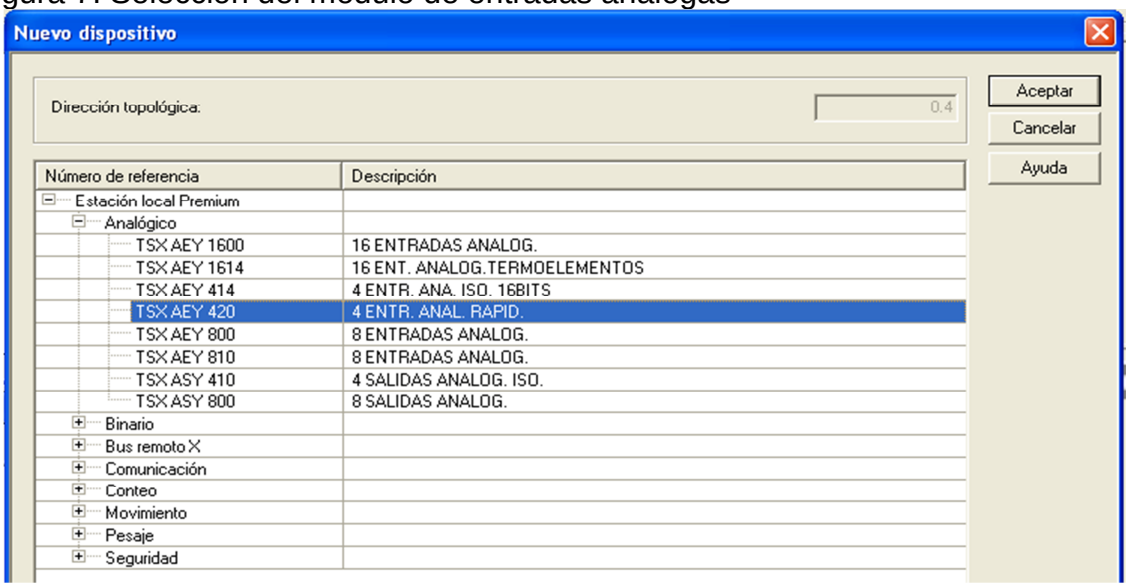


- Módulo De Entradas Análogas

g. Dar doble clic en el módulo 4, que se aprecia en la figura 3 y aparecerá una nueva ventana con el nombre de “NUEVO DISPOSITIVO” como se aprecia en la figura 4.

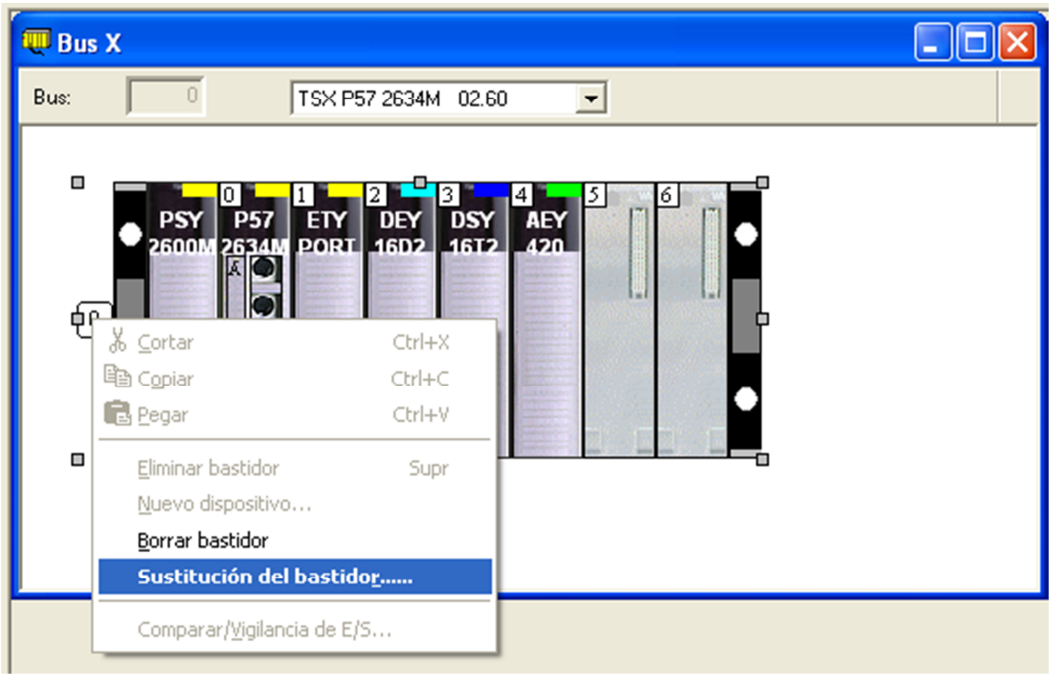
h. En la ventana de la figura 4, escoger la opción ANALÓGICO / TSXAEY 420 como se aprecia en la figura 7, dar clic en “Aceptar”.

Figura 7. Selección del módulo de entradas análogas



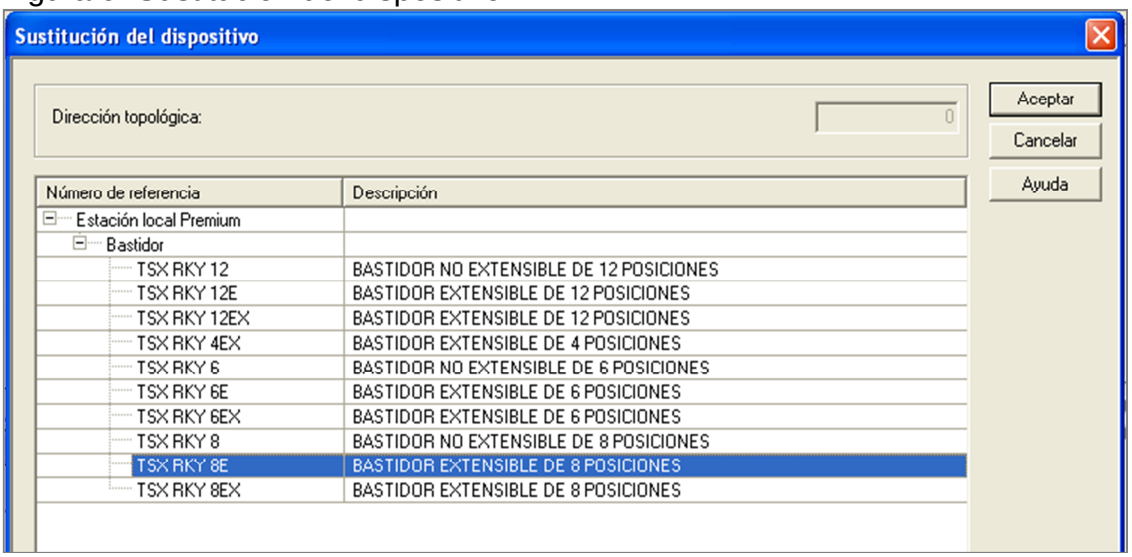
i. Se necesita un bastidor con mayor número de módulos, dar clic sobre el número del bastidor y luego hacer clic derecho, escoger la opción "SUSTITUCIÓN DEL BASTIDOR" como se aprecia en la figura 8.

Figura 8.Sustitución del bastidor



j. en la nueva ventana que aparece con el nombre de SUSTITUCIÓN DEL DISPOSITIVO, escoger la opción que más se acomode a su necesidad, pero en este caso se debe seleccionar la opción TSXRKY 8E, como se aprecia en la figura 9.

Figura 9. Sustitución del dispositivo

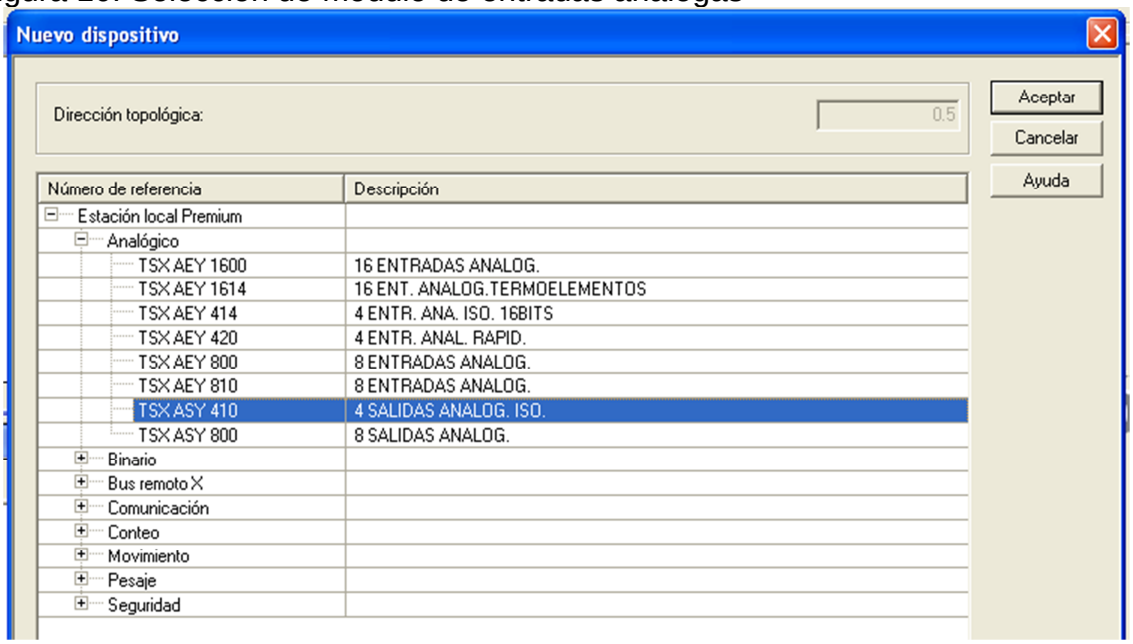


- Módulo De salidas Análogas

k. Hacer doble clic en el módulo 5 que se aprecia en la figura 3 y aparecerá una nueva ventana con el nombre de NUEVO DISPOSITIVO como se aprecia en la figura 4.

l. En la ventana de la figura 3, escoger la opción ANALÓGICO / TSXASY 410 como se aprecia en la figura 9. Y dar clic en “Aceptar”.

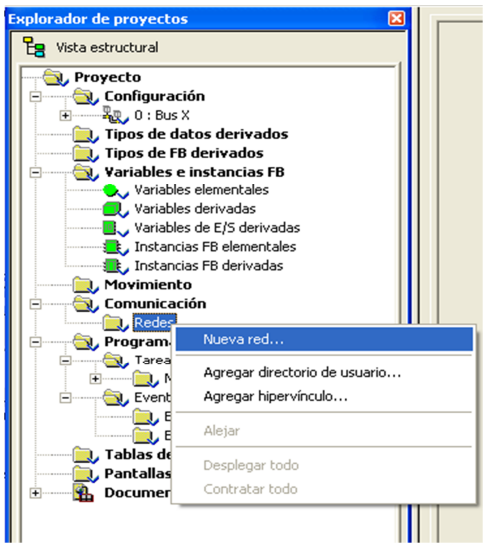
Figura 10. Selección de módulo de entradas análogas



4. CONFIGURACIÓN DE LA RED ETHERNET

En el explorador de proyectos, seleccionar la opción" COMUNICACIÓN" y hacer clic derecho en "REDES / NUEVA RED" como se aprecia en la figura 11.

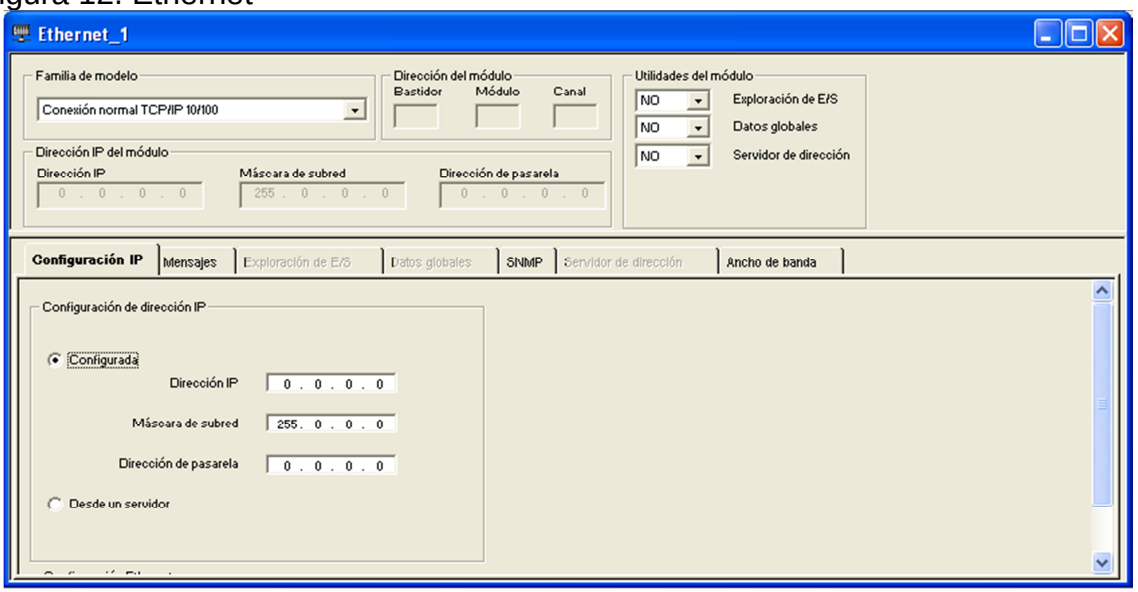
Figura 11. Nueva red



En la ventana de NUEVA RED se selecciona la opción RED / LISTA DE REDES DISPONIBLES / ETHERNET y hacer clic en aceptar.

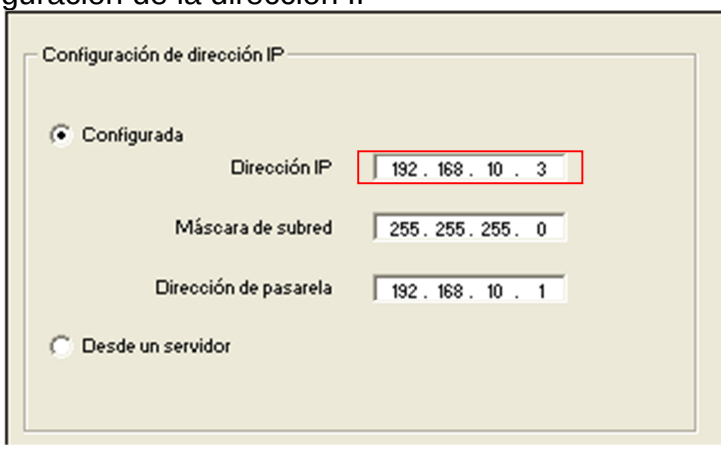
Para configurar la red Ethernet, abrir el explorador de proyectos y dar clic en COMUNICACIÓN / REDES y doble clic en ETHERNET_1 y aparecerá una ventana como se aprecia en la figura 12.

Figura 12. Ethernet



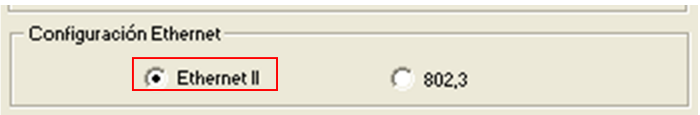
Para la configuración de la dirección IP seleccionar en modo de “Configurada” y digitar las dirección IP correspondiente al PLC, como se aprecia en la figura 13.

Figura 13. Configuración de la dirección IP



Comprobar que en la configuración de la red de Ethernet está seleccionada la opción ETHERNET II como se aprecia en la figura 14.

Figura 14. Ethernet II



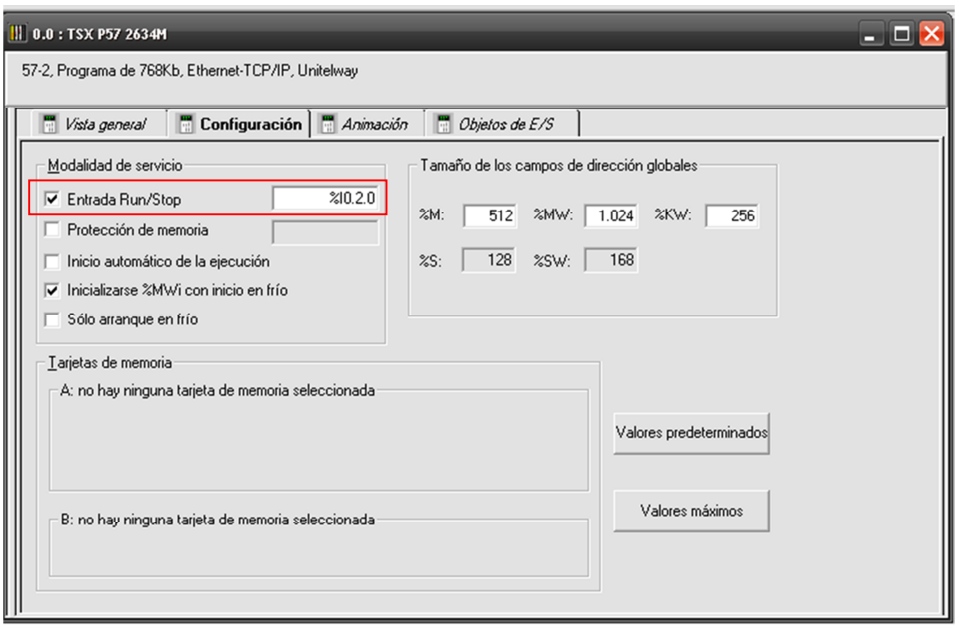
Sin cerrar la ventana de Ethernet_1, ir a la barra principal de menús y seleccionar el menú "EDICIÓN / VALIDAR" para guardar los cambios realizados.

5. CONFIGURACIÓN MODO RUN/STOP DEL PLC

La configuración del modo RUN/STOP es necesaria para poder cambiar el PLC a modo de ejecución, aun si estar conectado a un computador.

Para la configuración del el modo de operación del PLC, hacer clic en el módulo #0 y en la ventana emergente seleccionar la pestaña "configuración", escoger la opción "Entrada RUN/STOP" y cambiar la dirección de la salida, como se indica en la figura15.

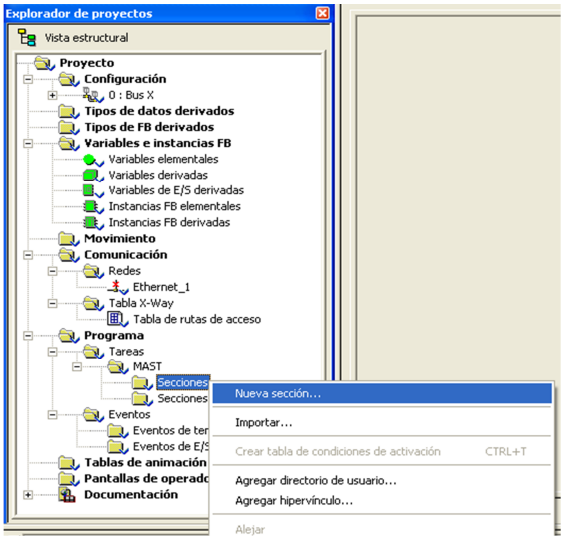
Figura 15. Entrada RUN/STOP



6. CREACIÓN DEL ENTORNO DE PROGRAMACIÓN

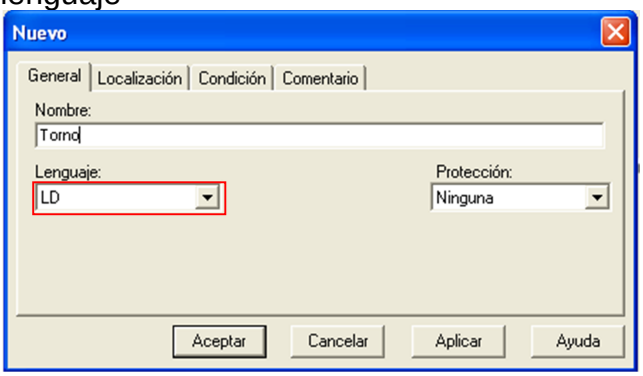
Para crear el entorno de programación, seleccionar en el explorador de proyectos MAST, hacer clic derecho en SECCIONES / NUEVA SECCIÓN, como se aprecia en la figura 16.

Figura 16. Nuevo sección



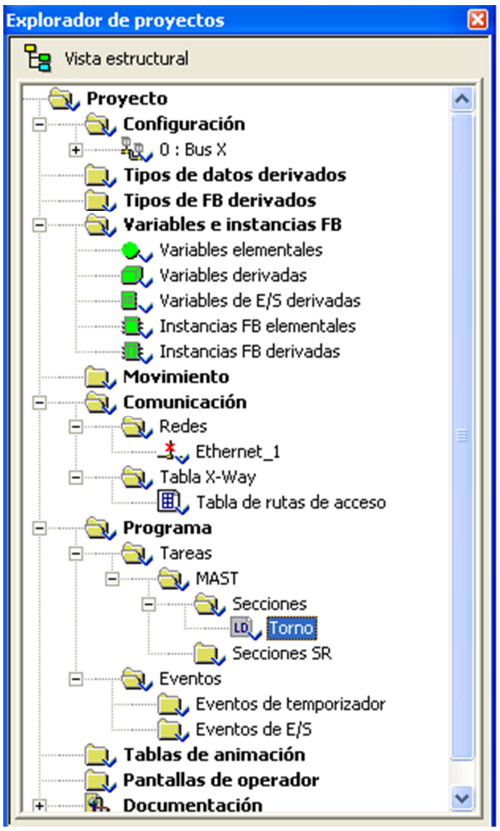
En la ventana emergente, como se muestra en la figura 17, dar clic en la casilla del NOMBRE asignar el nombre que se desee para el programa, para el tipo de Lenguaje seleccionar "LD" y en protección, seleccionar la opción "NINGUNA". Dar clic en "Aplicar" y luego en "Aceptar".

Figura 17. Tipo de lenguaje



Para abrir el entorno de programación, ir al Explorador de Proyectos / Programa / Tareas / MAST / Secciones y dar doble clic en el nombre del archivo, como se aprecia en la figura 18.

Figura 18. Sección



En la barra de menú seleccionar PLC / ESTABLECER DIRECCIÓN y aparecerá una ventana emergente, como la de la figura 19.

Figura 19. Establecer dirección



Para establecer la conexión con Ethernet, introducir los datos que aparecen en la figura 19.

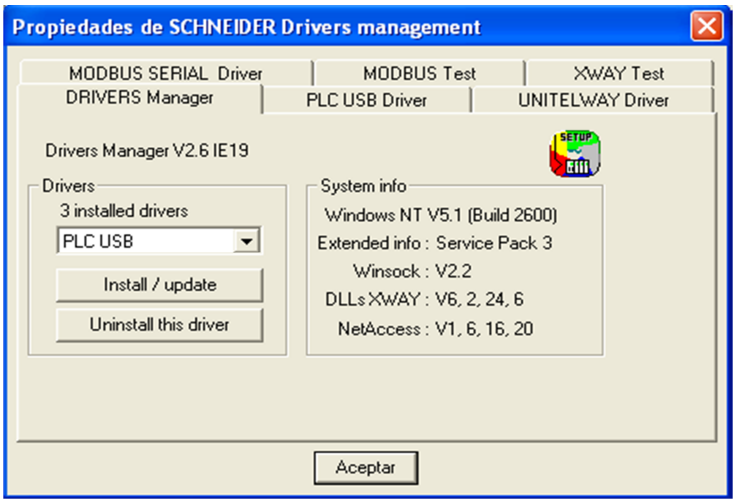
En el menú PLC dar clic en el botón de parámetros de comunicación y aparecerá una ventana como se muestra en la figura 20.

Figura 20. Parámetros de comunicación



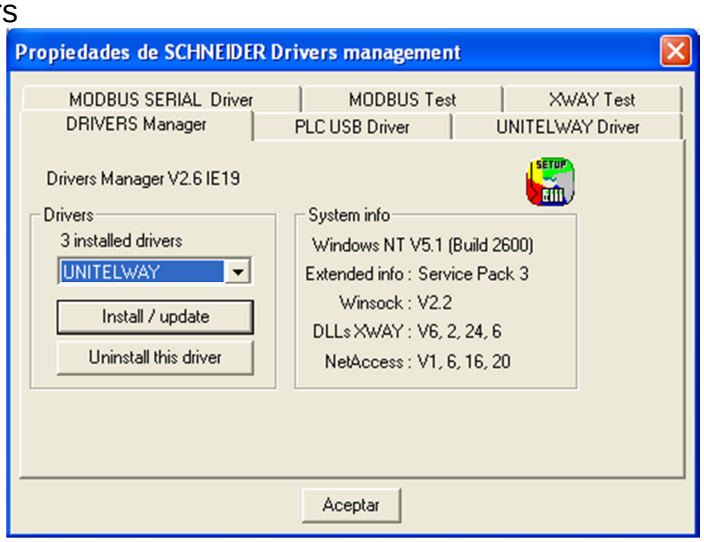
En la ventana de la figura 20, dar clic en “Ajustes del controlador” y aparecerá una ventana como la que se muestra en la figura 21.

Figura 21. Propiedades de los drivers



En la pestaña de "DRIVERS Manager", seleccionar la opción UNITELWAY como se muestra en la figura 22 y dar clic en Aceptar.

Figura 22. Drivers

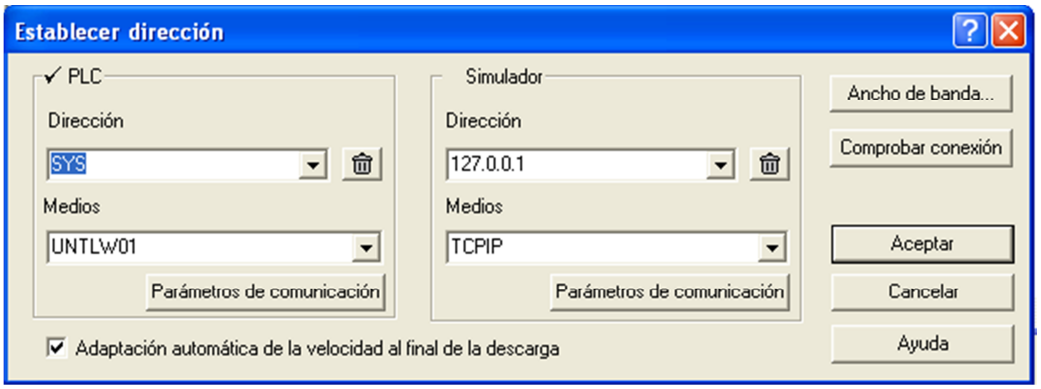


Dar Clic en "Aceptar" en la ventana de la figura 22 y figura 20.
Para realizar la conexión entre el software y el PLC dar clic en la barra de menú, "PLC / Conectar". Y a continuación dar clic en "Transferir proyecto a PLC".

7. CONFIGURACIÓN DE LA RED MODBUS

Para hacer conexión con el PLC por medio de la red MODBUS, solamente es necesario hacer un cambio en la ventana de la figura 19, establecer dirección. En la opción de Dirección seleccionar “SYS” y en la opción de Medios escoger la opción “UNTLW01” como se aprecia en la figura 23, comprobar conexión y finalmente dar clic en Aceptar.

Figura 23. Modbus



ANEXO B: MANUAL *DEL SOFTWARE VIJEO DESIGNER*

El software *Vijeo Designer* es el designado para la programación de terminales táctiles porque permite crear paneles gráficos para diferentes aplicaciones.

A continuación se encuentra la información necesaria para crear por primera vez un proyecto para la terminal, como configurar la referencia que se va a utilizar, que en este caso particular es una Magelis_XBTGT5330, configuración de la conexión con el PLC, y como descargar el proyecto en la terminal táctil.

Es necesario verificar que el computador asociado al proyecto tenga instalado el software Vijeo Designer V 5.0, en caso que no se encuentre el software solicitarlo al encargado del laboratorio.

1. EJECUTAR EL PROGRAMA

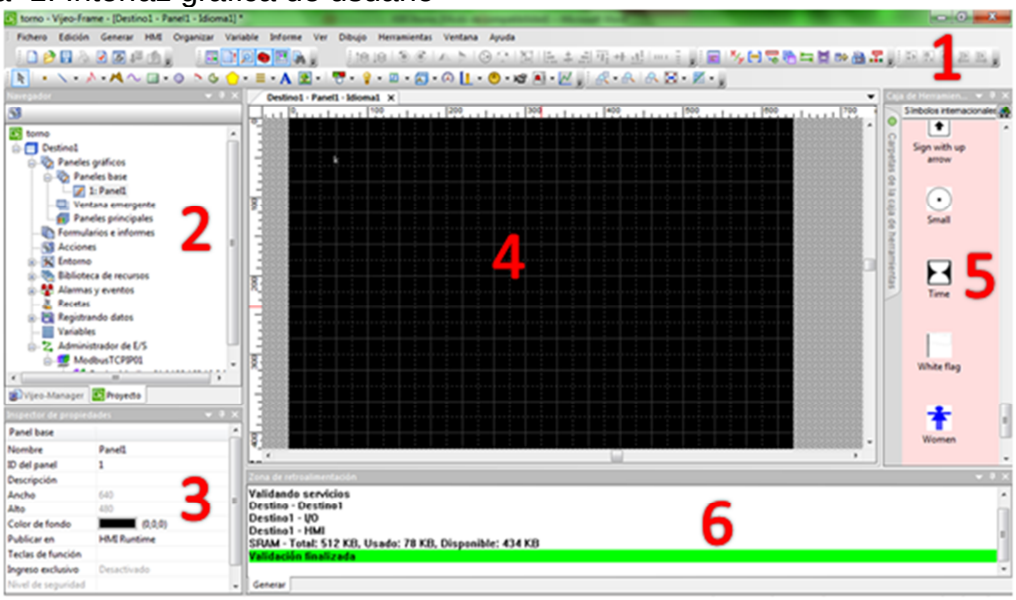
Para iniciar el programa se debe seguir la siguiente ruta: inicio /programas/Schneider electric/ Vijeo Designer/ Vijeo Designer.

2. INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO

En la figura 1 se aprecia las diferentes ventanas que componen el entorno grafico del *Vijeo Designer* y que se describen a continuación.

1. Barra de herramientas: muestra el menú contextual y la barra de iconos
2. Navegador: esta área permite visualizar el árbol de las diferentes partes del proyecto.
3. Inspector de propiedades: esta área muestra las propiedades de los diferentes objetos.
4. Área de trabajo: en esta área se puede visualizar los diferentes paneles que hacen parte de la aplicación.
5. Caja de herramientas: permite acceder a librerías que contiene imágenes y objetos predefinidos.
6. Zona de retro-alimentación: permite conocer la información de diagnóstico de errores de un proyecto

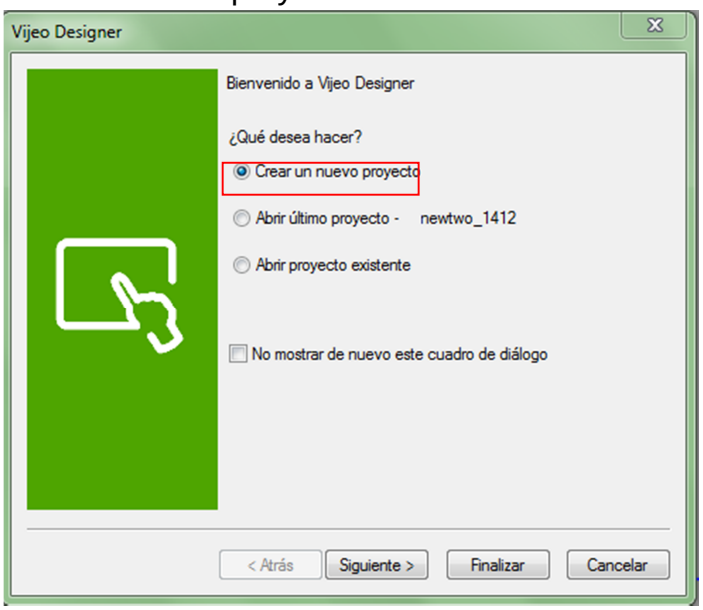
Figura 1. Interfaz gráfica de usuario



3. CREACIÓN DE UN PROYECTO

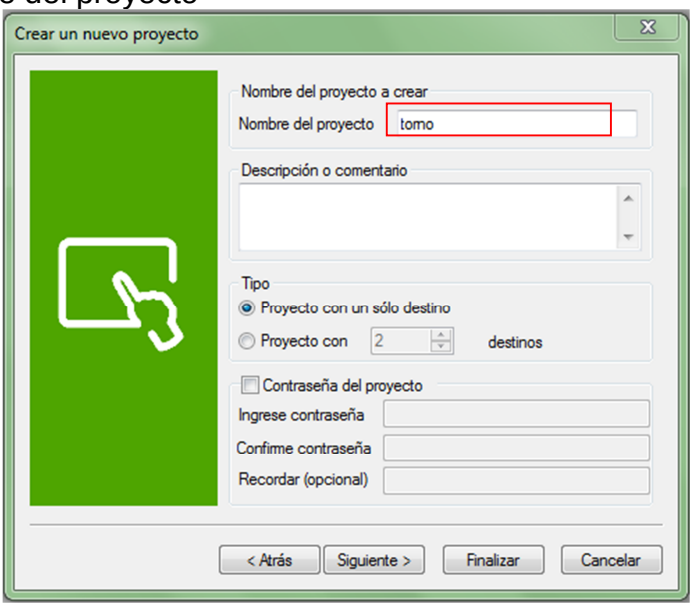
a. Para la creación de un nuevo proyecto seleccionar la opción “crear un nuevo proyecto” y dar clic en “Siguiente”. Como se aprecia en la figura 2.

Figura 2. Creación de nuevo proyecto



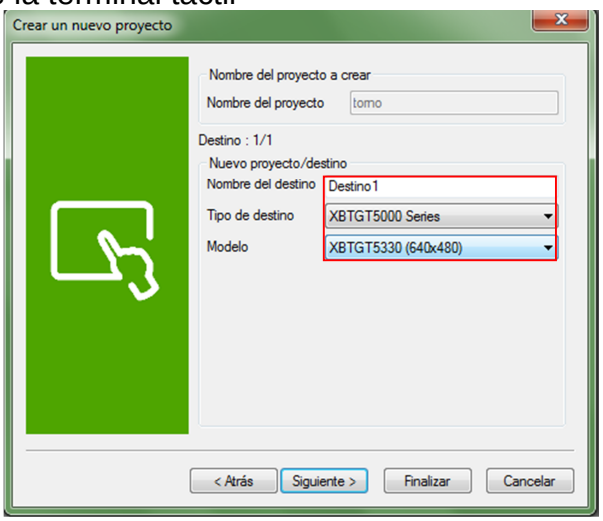
b. Asignar el nombre al nuevo proyecto y dar clic en siguiente como se aprecia en la figura 3.

Figura 3. Nombre del proyecto



c. Seleccionar el tipo de destino y el modelo del destino. (Modelo de la pantalla táctil) Como se aprecia en la figura 4.

Figura 4. Modelo de la terminal táctil



d. Para configurar la conexión con el destino se debe asigna la dirección IP para la correcta comunicación entre los diferente dispositivos. La dirección IP de la máquina destino es 192.168.10.4

Figura 5. Configuración de la dirección IP

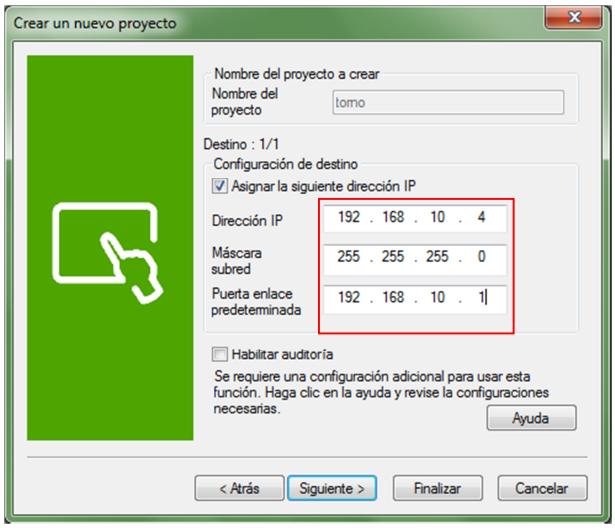
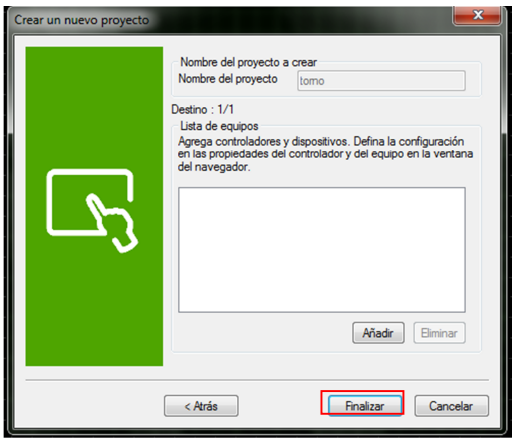
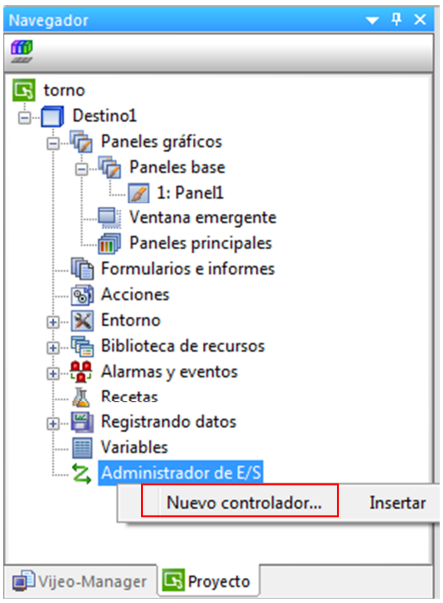


Figura 6. Finalizar



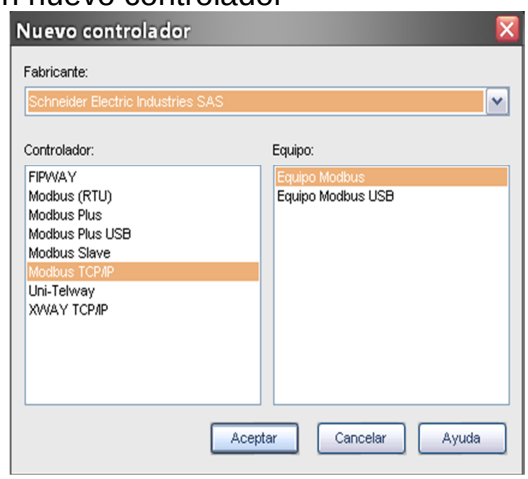
e. Para crear la conexión entre el PLC (controlador) y la pantalla (destino) se debe configurar las direcciones IP que permiten la comunicación entre los diferentes dispositivos. En la ventana “Navegador” dar clic en “Administrador de entrada y salidas”, dar clic derecho para insertar un nuevo controlador.

Figura 7. Nuevo controlador



f. Para la configuración del nuevo controlador se debe seleccionar las siguientes opciones:
   - Fabricante: Schneider Electric Industries SAS.
   - Controlador: ModbusTCP/IP.
   - Equipo: equipo Modbus.

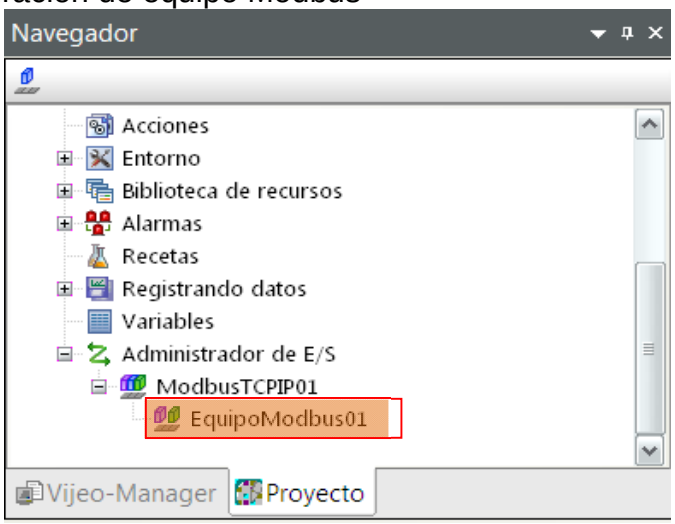
Figura 8. Configuración nuevo controlador



Dar clic en aceptar para continuar.

g. Se debe asignar la dirección IP al equipo Modbus, creado en el paso anterior, para realizar la configuración dar clic derecho en Equipo Modbus.

Figura 9. Configuración de equipo Modbus



h. Definir la dirección IP de equipo (controlador), dirección que esta predefinida para el PLC.

Activar la opción **IEC61131 Sintaxis** permite definir las especificaciones de la a sintaxis con el fin de estandarizar el lenguaje de los PLC.

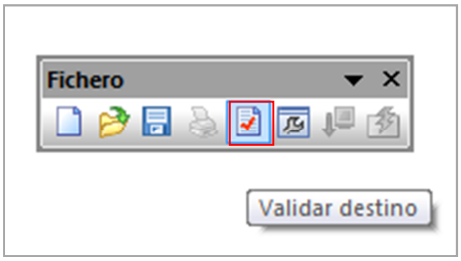
Figura 10. Configuración del equipo



4. Descargar proyecto en la máquina destino.

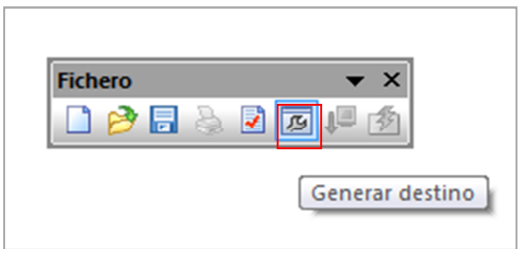
a. Para descargar correctamente un programa a la máquina de destino se debe realizar primero una validación del proyecto para buscar si existen errores potenciales. La información de diagnóstico se muestra en la Zona de retro-alimentación la cual contiene problemas específicos que pueden solucionarse antes de iniciar la descarga.
Para realizar la validación dar clic en el icono resaltado en la figura 11, icono que se encuentra en la barra de herramienta.

Figura 11. Validar destino



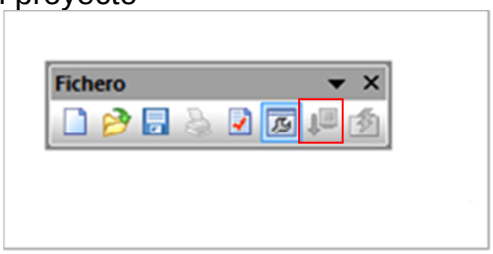
b. Ademas de la validacion del proyecto, se debe generar el proyecto para que el software realice el proceso de compilar, generar el código de bytes en java y crear la imagen del proyecto en la memoria. Para general dar clic en el icono que se muestra en la figura 12.

Figura 12. Generar destino



c. A continuación dar clic en el icono que se muestra en la figura 13 para descargar el proyecto en la máquina destino.

Figura 13. Descargar el proyecto



ANEXO C: MANUAL DE OPERACIÓN

Para realizar prácticas con el torno para madera automatizado, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Revisar el correcto estado y la limpieza de los diferentes elementos de la estructura.

Figura 1.Automatización de un torno para madera

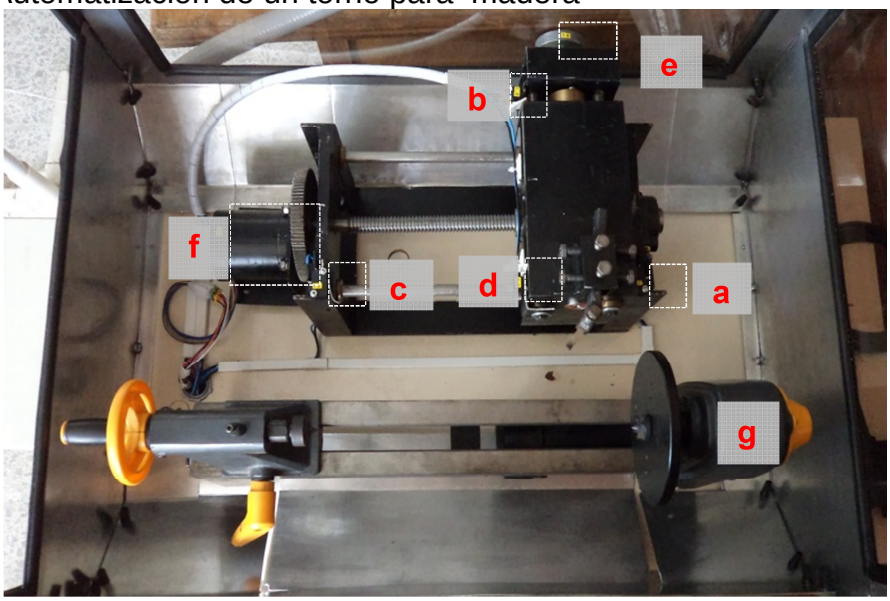


Figura 2. Caja de control del cabezal giratorio

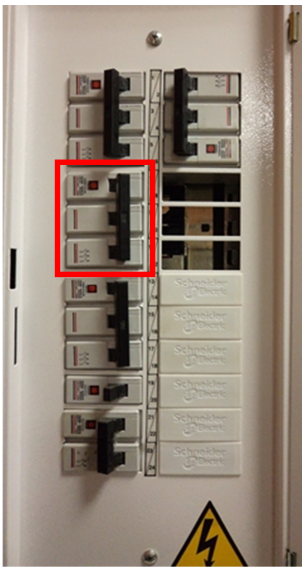


a. Sensor 1. Final de carrera que indica que el carro horizontal se encuentra en el punto de origen del eje horizontal.
b. Sensor 2. Final de carrera que indica que el carro transversal se encuentra en el punto de origen del eje transversal.

c. Sensor 3. Final de carrera que indica que el carro horizontal se encuentra en la posición final del eje horizontal.
d. Sensor 4. Final de carrera que indica que el carro transversal se encuentra en la posición final del eje transversal.
e. Motor 0. Motor de eje transversal.
f. Motor 1. Motor del eje horizontal.
g. Torno para madera.
h. Caja de control de velocidad del cabezal giratorio del torno.

2. Activar el *breaker* del tablero de automáticos que corresponde a la alimentación del gabinete principal de la máquina. Ver figura 3.

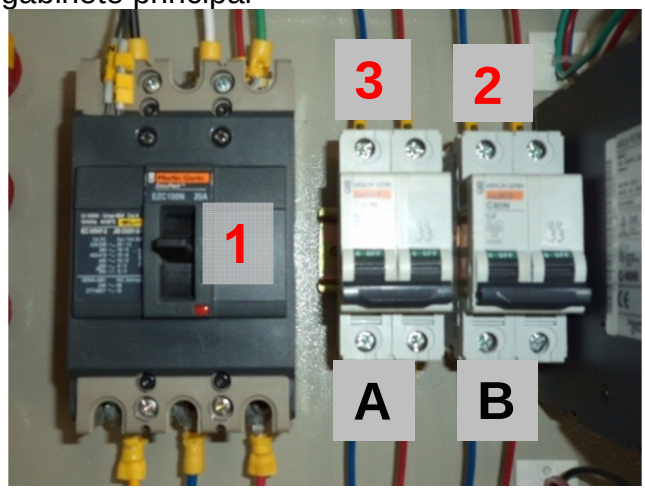
Figura 352. Tablero de automáticos



3. Para encender el gabinete principal se recomienda activar los dispositivos de protección en la siguiente secuencia.

1. *Breaker* principal. Ver figura 4, elemento 1.
2. *Breaker* bipolar B, este dispositivo se encarga de proteger la fuente del PLC de sobrecargas eléctricas. Ver figura 4, elemento B
3. *Breaker* bipolar A, este dispositivo se encarga de proteger la fuente auxiliar y la terminal táctil de sobrecargas eléctricas. Ver figura 4, elemento A.

Figura 4. *Breaker* gabinete principal



4. Encender la fuente de voltaje variable que se aprecia en la figura 5 y ajustar el valor del voltaje a 6v. La fuente externa alimenta el motor que desplaza el eje horizontal.

Figura 5. Fuente externa 6V



5. Ubicación de la pieza de madera en el torno.

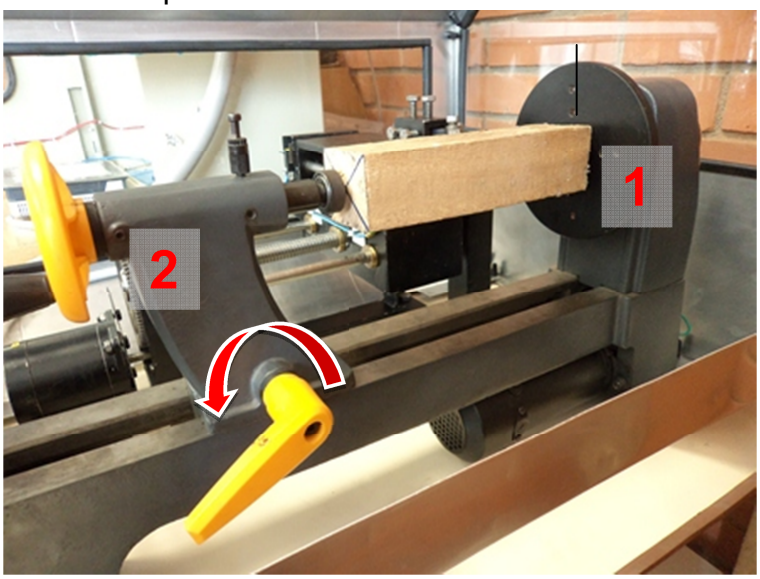
La pieza de madera a la cual se le va a realizar el maquinado debe tener el mismo alto y ancho para permitir que el sólido de revolución sea isométrico.

Figura 6. Pieza de madera



Ubicar el centro de la pieza alineada con las mordazas del cabezal, ver figura 7, elemento 1 y la contrapunta, ver figura 7 elemento 2. La rueda manual permite ajustar la pieza en su lugar, dependiendo del largo de la pieza se puede mover el carro para ajustar el tamaño. Para asegurar la contrapunta, mover la manija como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Ubicación de la pieza de madera

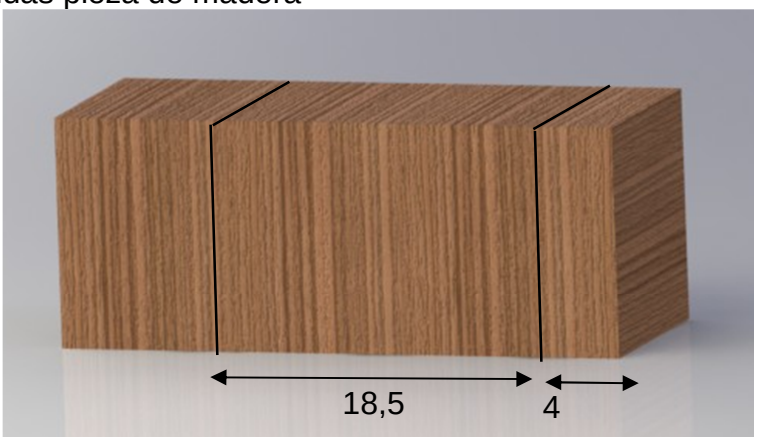


.

El maquinado de la pieza va a empezar a 4 cm como se aprecia en la figura 8, que corresponde a la posición inicial de la herramienta, la estructura permite

realizar 18.5 cm de maquinado, condiciones que están dadas de acuerdo al diseño de la estructura.

Figura 8. Medidas pieza de madera



Características de la pieza de madera:
Valores máximos para una pieza cuadrada.
Alto: 9.89 cm.
Ancho: 9.89 cm.
Largo: 25 cm.
Valores máximos para una pieza cilíndrica.
Diámetro: 14 cm.
Largo: 25 cm.

Hay que tener en cuenta que cuando la pieza a tornear es más pequeña, se debe posicionar el eje transversal en un nuevo punto de inicio, y si es necesario, la herramienta debe ajustarse para que haga el corte deseado.
Para posicionar la herramienta en un nuevo punto de partida, se va al panel de condiciones iniciales y se suministra un valor (el cual se desee que avance) en el eje z y pulsar enviar. Cuando el carro se encuentra en el punto deseado, se debe resetear la casilla del contador de pasos con el botón rojo que se encuentra al lado derecho y de esta forma el eje z queda posicionado para empezar a trabajar con la pieza de dimensiones más pequeñas.

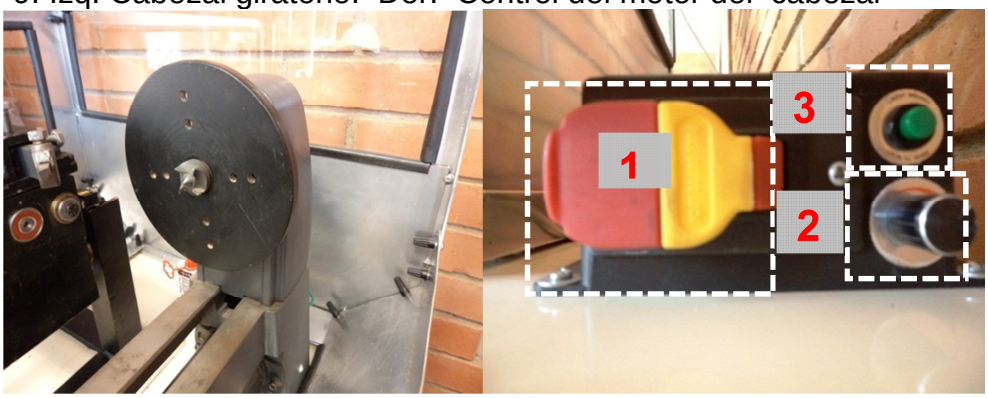
6. El motor del cabezal giratorio del torno debe encenderse solo en el momento en el que se procede a realizar un corte en la madera, siempre y cuando la cubierta se encuentre cerrada, de lo contrario debe apagarse

para evitar accidentes.

La caja donde se controla el motor del cabezal tiene:

- Interruptor de encendido y apagado, ver figura 9, elemento 1.
- Potenciómetro para variar la velocidad del motor entre 300 Rev. y 5000 Rev. Ver figura 9, elemento 2.
- Botón de reajuste que permite detener el motor mientras se mantiene pulsado el mismo, ver figura 9, elemento 3.

Figura 9. Izq. Cabezal giratorio. Der. Control del motor del cabezal



Para poder ejecutar la rutina que se encuentra en la memoria del PLC se debe cambiar al estado RUN de la llave selectora como se indica en la figura 10, llave que se encuentra ubicada en el lateral derecho del gabinete principal. El pulsador rojo normalmente cerrado que se aprecia debajo de la llave selectora corresponde a una entrada designada para el parado del proceso que se incluye en las rutinas del PLC.

Figura 10. Llave selectora modo RUN/STOP, parada de proceso



En el gabinete principal cuenta con un pulsador que cumple la función de como parado de emergencia, como se puede apreciar en la figura12. Cuando el parado de emergencia es presionado toda alimentación del gabinete queda Físicamente interrumpida.

Figura 11. Paro de emergencia



7. Manejo de la terminal táctil.

La interacción entre el usuario y la máquina se va realizar por medio de un terminal táctil, permitiendo ejecutar y monitorear el proceso desde la HMI.

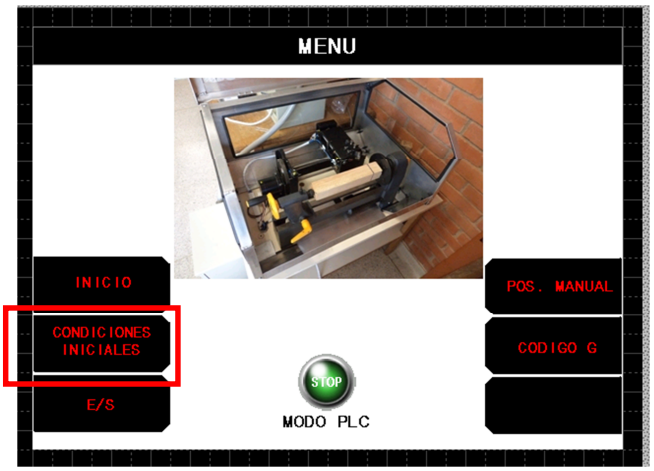
Figura 12. Terminal táctil.



7.1. Panel de condiciones iniciales

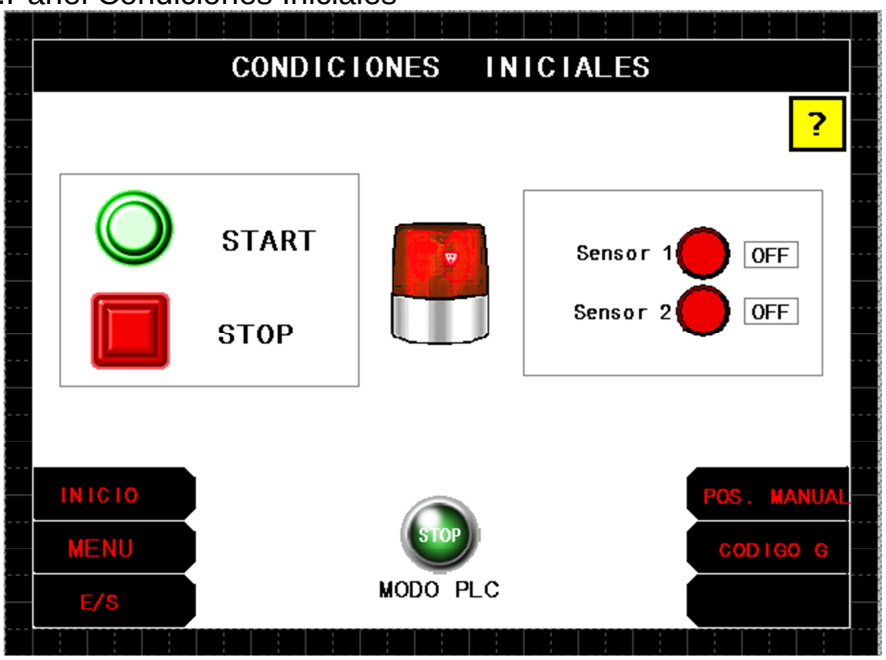
Para acceder al panel de condiciones iniciales ingresar al menú desde el panel inicial y seleccionar el pulsador de condiciones iniciales. Como se aprecia en la figura 13.

Figura 13. Panel de menú



Antes de iniciar algún proceso de corte se debe colocar la máquina en sus condiciones iniciales (0,0). Para realizar esta acción, debe ubicarse en el panel de condiciones iniciales y presionar el botón de “START” para dar inicio al desplazamiento de los carros, cuando los carros están en movimiento, se puede observar en el panel un piloto indicando que la rutina se encuentra en ejecución, cuando la rutina finaliza los dos sensores deben quedar activados comprobando la posición final de los carros. Oprimir el botón de “STOP” solamente si se quiere detener el proceso en algún punto. Cuando la herramienta llega a la posición de condiciones iniciales el proceso se detiene automáticamente.

Figura 14.Panel Condiciones Iniciales



8.1.1 Calibración de la máquina

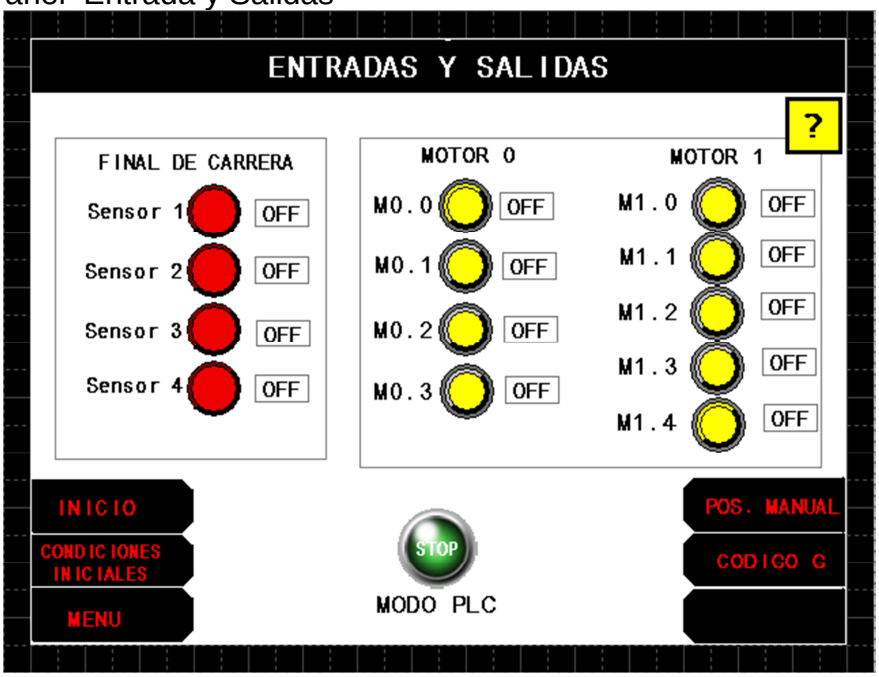
Luego de colocar la máquina en sus condiciones iniciales, se procede a calibrar y esto se hace en el panel de posicionamiento manual, suministrando un valor (recomendado el numero 1) tanto al eje X como al eje Z y enviar. Cuando los carros de desplazamiento llegan al punto deseado, se detienen y en este punto se vuelve a introducir un nuevo valor para el eje X y otro para el eje Z, el cual será cero (0) obligatoriamente y enviar. Con la anterior

instrucción se lleva de nuevo el proceso a condiciones (0, 0). Nótese que cuando los finales de carrera FC1 y FC2 estén activos, las casillas de conteo de pasos posiblemente no hayan llegado aún a cero, lo que indica que la máquina no estaba ajustada. Como ambos motores paso a paso están desactivados por sus finales de carrera respectivos y el conteo de pasos no es cero, lo que se procede hacer es resetear ambas casillas por medio de los botones rojos que se encuentran al lado derecho e izquierdo del panel de posicionamiento manual, con esto el conteo de pasos es igual a cero y el punto de partida es exactamente ese, la máquina ya está calibrada.

7.2. Panel de entradas y salidas

El panel de entradas y salidas permite monitorear las diferentes salidas y entradas digitales del PLC que están siendo utilizadas.
Los sensores corresponden a los 4 finales de carrera, aquí se puede observar el estado.
Adema s, se puede comprobar el correcto funcionamiento de cada una de las bobinas de los dos motores paso a paso. También encuentra un botón de ayuda que le dará una idea clara sobre el funcionamiento del panel.

Figura 15. Panel Entrada y Salidas



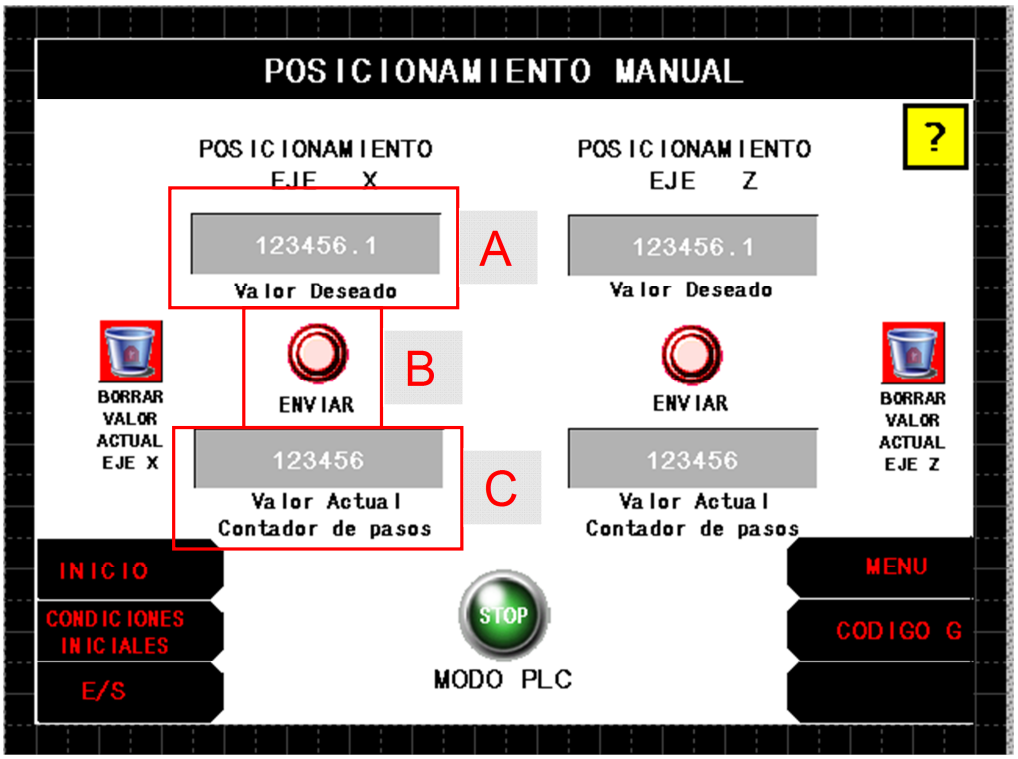
7.3. Panel de posicionamiento manual.

El panel de posicionamiento manual permite llevar la herramienta a las coordenadas deseadas.

Para llevar el carro a una coordenada deseada se debe llevar a cabo los siguientes pasos.

1. Introducir la coordenada deseada del respectivo eje en el visualizador numérico, ver figura 16, elemento A.
2. Presionar el botón de “enviar”. Ver figura 16, elemento B.
3. Visualizar la posición actual en pasos del motor de la herramienta en el respectivo eje. Ver figura 16, elemento C.

Figura 16. Panel Posicionamiento Manual

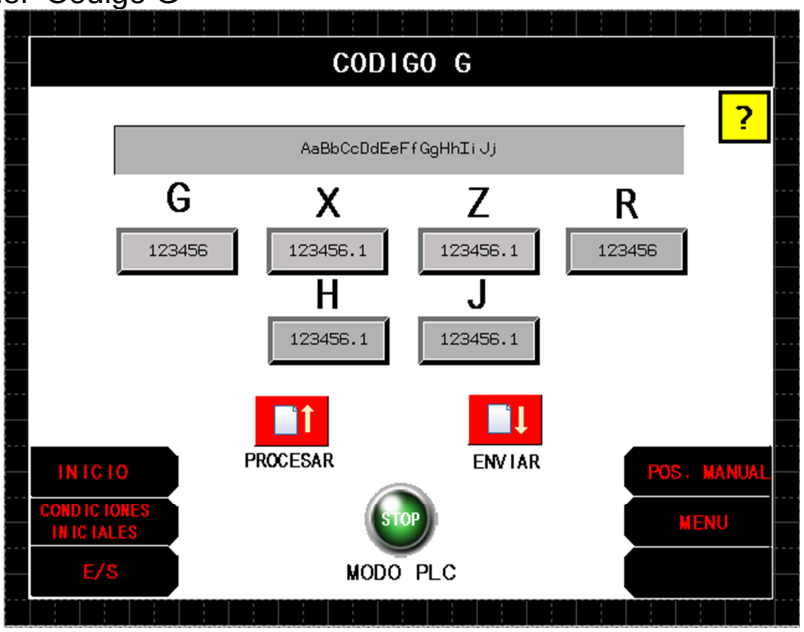


7.4. Panel Código G

Los códigos G determinan el tipo de operación que va a realizar la máquina, en este caso cada código G va a describir diferentes trayectorias de corte.

Para ingresar un código G, también se debe incluir una información adicional para conseguir la trayectoria del corte que se desea realizar.
En la figura 17, Se aprecia el panel de la terminal táctil donde se va a introducir la información.

Figura 17. Panel Código G



1. Se introduce la secuencia en el visualizador numérico de la siguiente forma:

   G# X# Z# H# J# R# ,

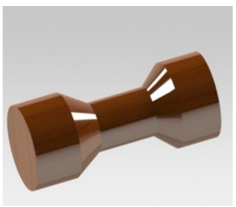
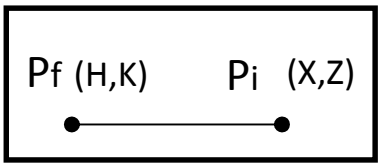
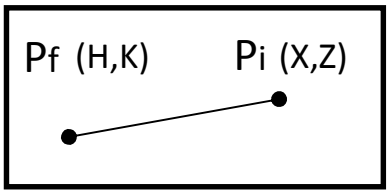
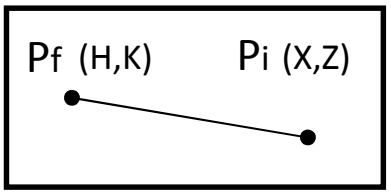
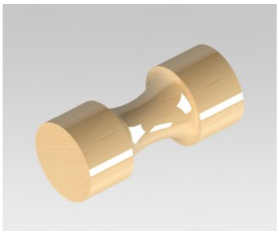
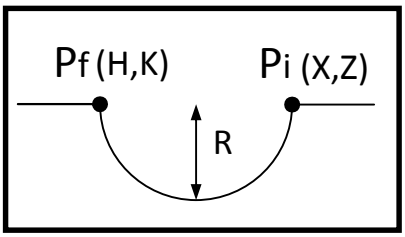
   Separar con un espacio y finalizar con un espacio.
   Donde:
   (G) corresponde al código G
   00 Marcha rápida.
   01 Corte lineal.
   02 Corte circular sentido horario.
   03 Corte circular sentido anti horario.

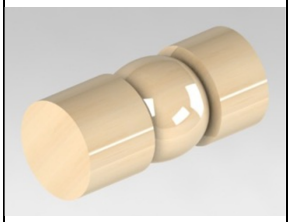
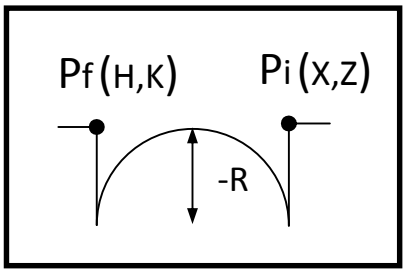
   (X,Z) Coordenadas del punto inicial
   (H,J) coordenadas del punto final.
   (R) Radio de la circunferencia, (radio positivo: corte de forma cóncava, radio negativo: corte de forma convexa)

2. Presionar el botón Procesar
3. Presionar el botón Enviar.

Ej: G01 X1 Z1 H3 J1 ,
01 Corte lineal.
(1,1) Coordenadas del punto inicial
(3,1) coordenadas del punto final.
En la tabla 1, se encuentra la descripción de los diferentes tipos de corte que se pueden realizar.

Tabla 1. CODIGO G, Descripción de cortes

G01 Corte lineal	En el corte lineal se pueden presentar tres opciones de corte que dependen del valor de la pendiente de la recta que describe la trayectoria.		M=0  M>0  M<0 
G02 Corte circular en sentido horario	La trayectoria final de corte describe una forma cóncava		

G03 Corte circular en sentido anti horario	La trayectoria final de corte tiene una forma convexa.		

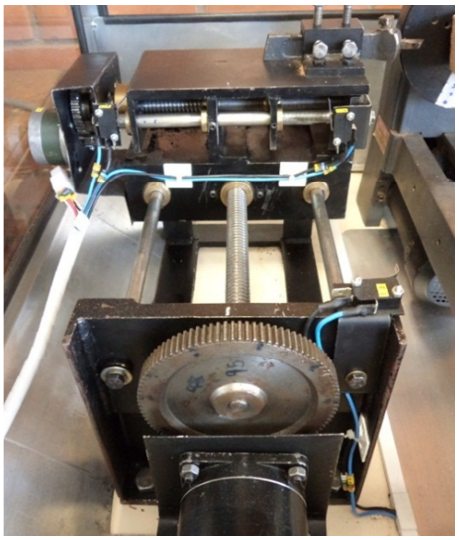
8. Una vez terminado el proceso de maquinado, se debe:

- Apagar el motor del cabezal giratorio.
- Retirar la pieza de madera.
- Apagar la fuente externa de 6 V.
- Girar la llave selectora, para colocar el PLC en estado “STOP”.
- Apagar el *breaker* A.
- Apagar del *breaker* B.
- Apagar el *breaker* del gabinete principal.
- Apagar el *breaker* del tablero de automáticos.

9. La máquina necesita un mantenimiento en el que se incluyen los siguientes aspectos que deben ser revisados periódicamente.

Los ejes necesitan estar libres de viruta y deben estar engrasados para permitir un desplazamiento sin fricción.

Figura 18. Estructura mecánica



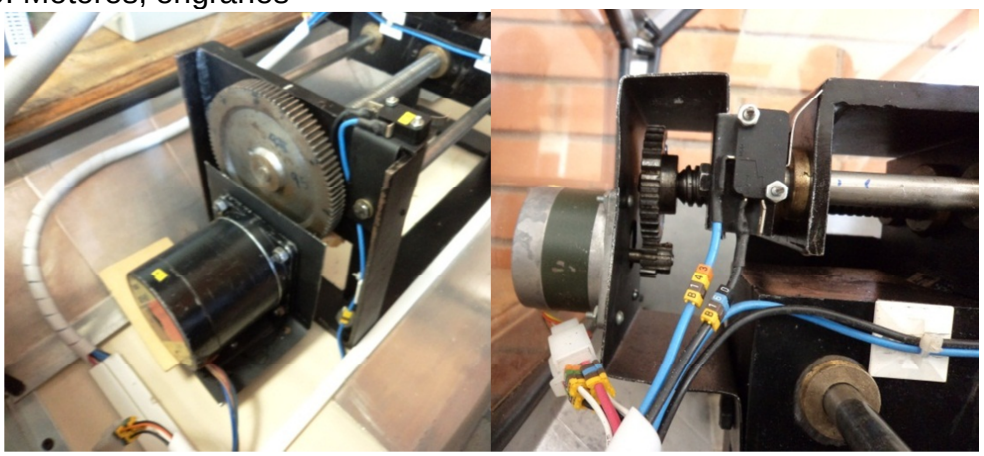
La chumacera necesita tener aceite para permitir fácilmente la rotación del eje horizontal. El aceite debe ser aplicado por medio de la boquilla que se encuentra en la parte lateral de la chumacera.

Figura 19. Chumacera



Revisar las conexiones de los sensores, los motores y el estado de los engranes.

Figura 20. Motores, engranes



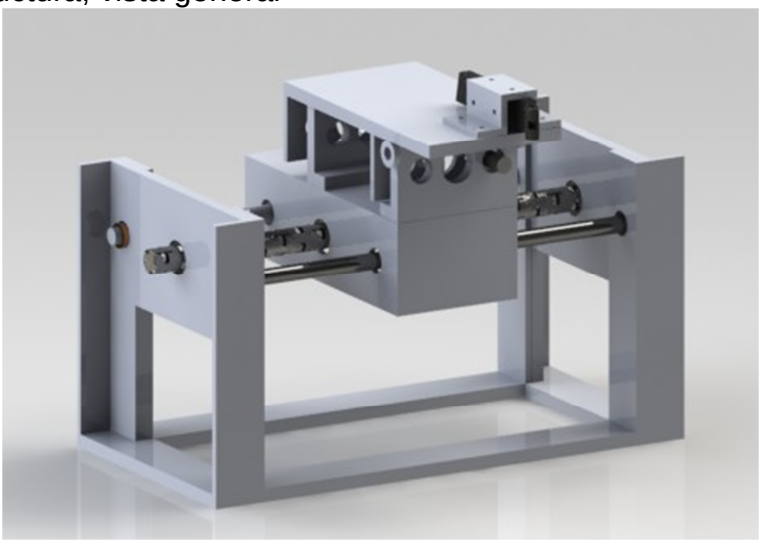
Revisar los tornillos de ajustes de las diferentes partes de la estructura mecánica, los cuales por la vibración de la máquina pueden desajustarse.

ANEXO D: DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA

ANEXO D: **DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA**

Para el diseño del modelo se utilizó el software *Solidworks* especializado para la creación de piezas y ensamblajes en tres dimensiones.

Figura 1. Estructura, vista general



DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE LAS DIFERENTES PIEZAS QUE COMPONEN EL ENSAMBLAJE.

La estructura esta compuesta por varias piezas la cuales se acoplan entre si, a continuación se observan las descripción de la medidas de cada una de las piezas.

Todas la medidas que se observan a continuación están dadas en milímetro (mm).

- **PIEZA 1: BASE**

Figura 2. Base

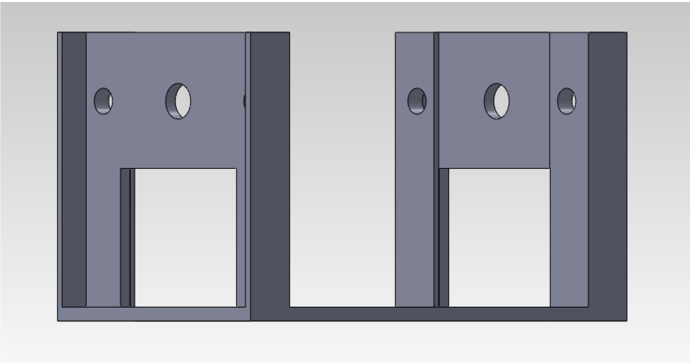


Figura 3. Base, vista lateral

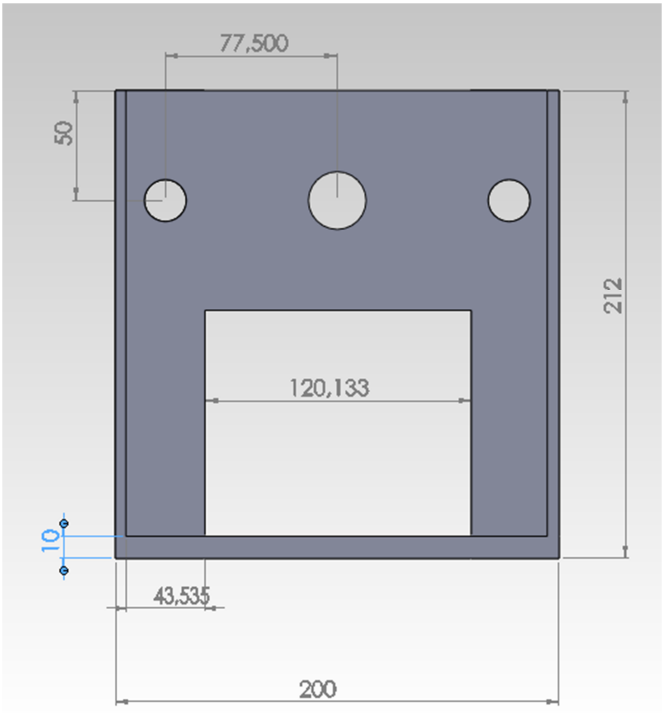
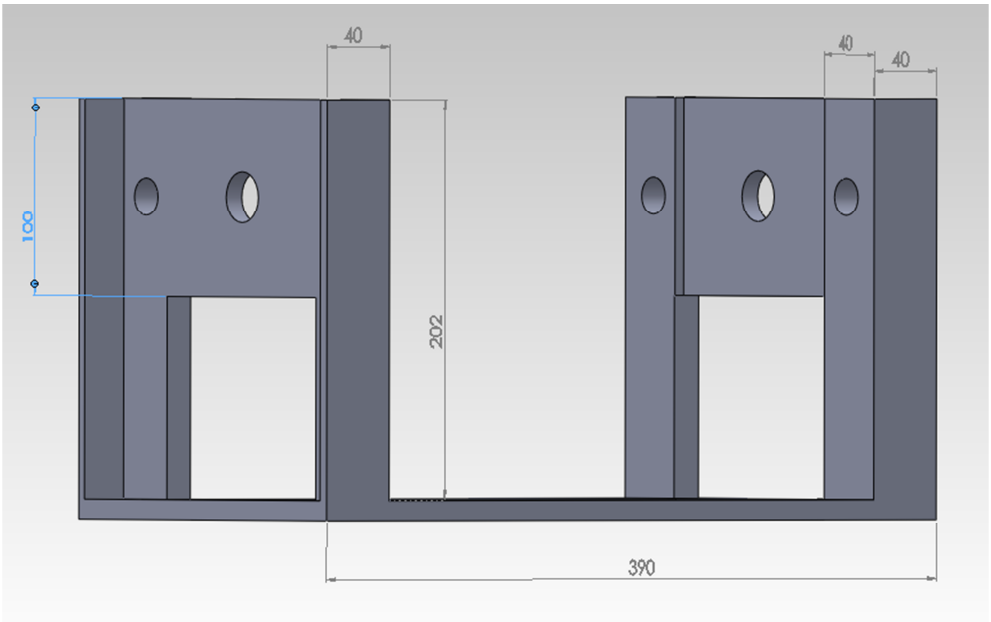


Figura 4. Base, vista lateral y frontal



- **PIEZA 2: CARRO HORIZONTAL**

Figura 553. Carro horizontal

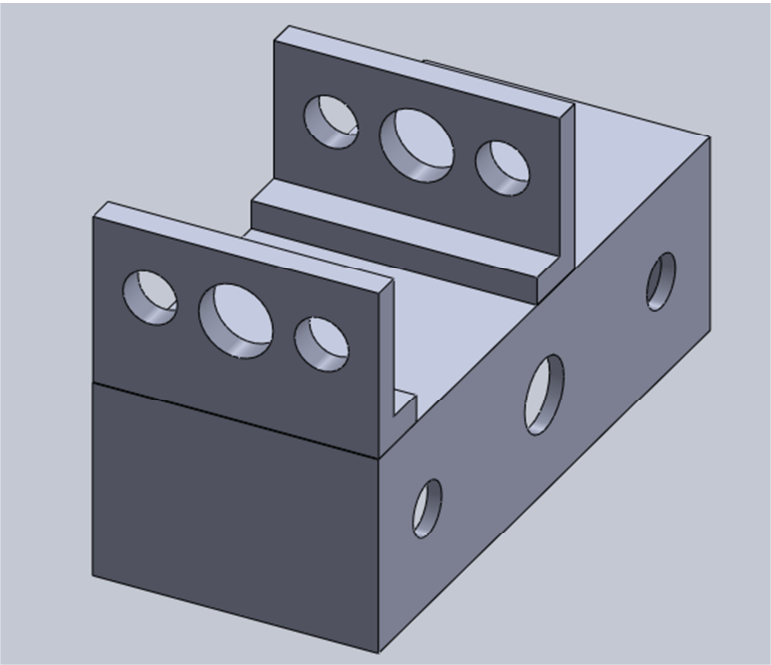


Figura 6. Carro horizontal, vista frontal

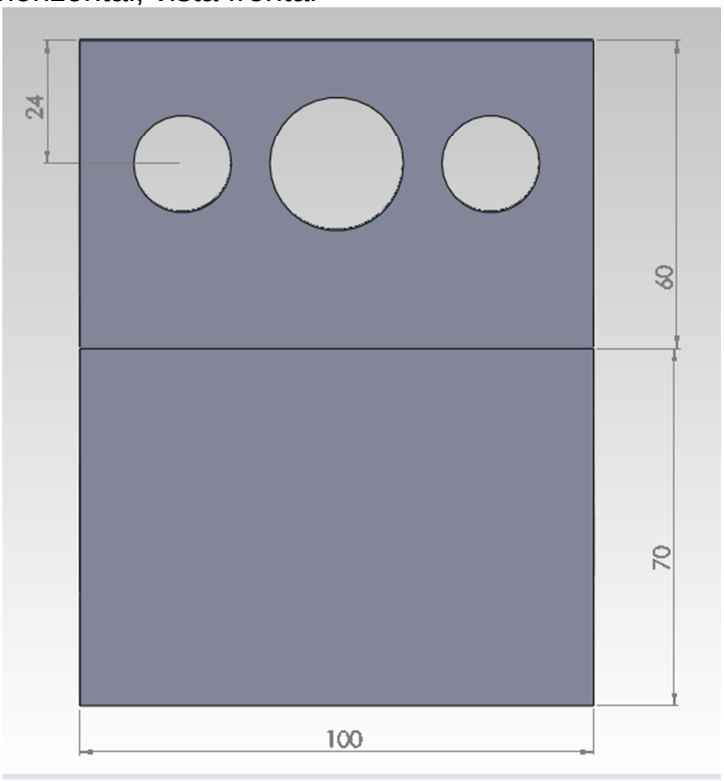
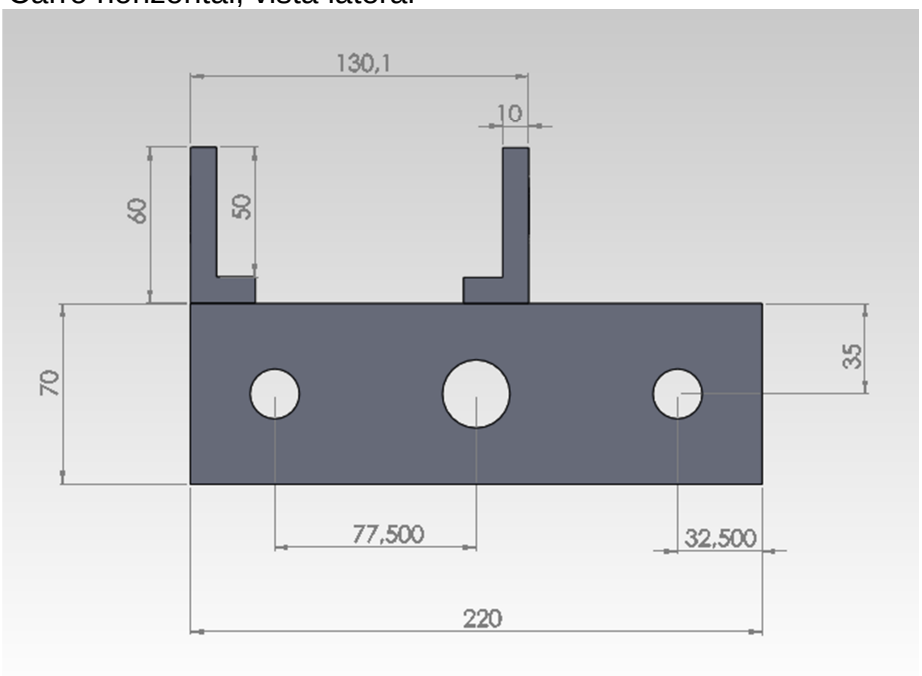


Figura 7. Carro horizontal, vista lateral



PIEZA 3: CARRO TRANSVERSAL

Figura 8. Carro transversal

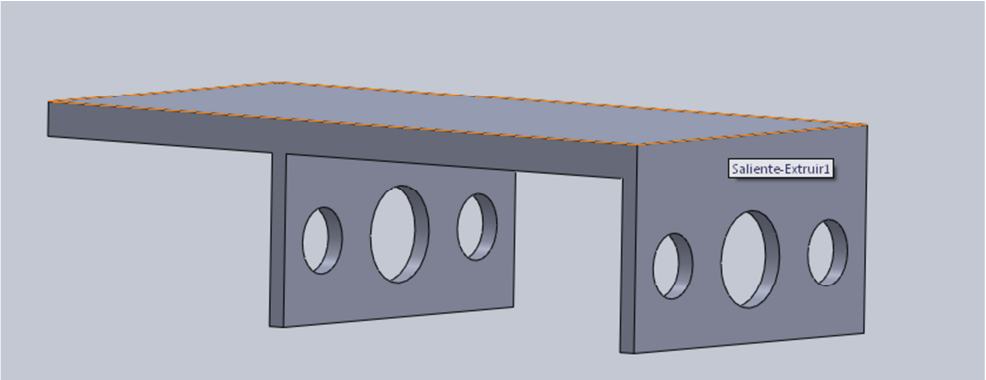


Figura 9. Carro transversal, vista lateral

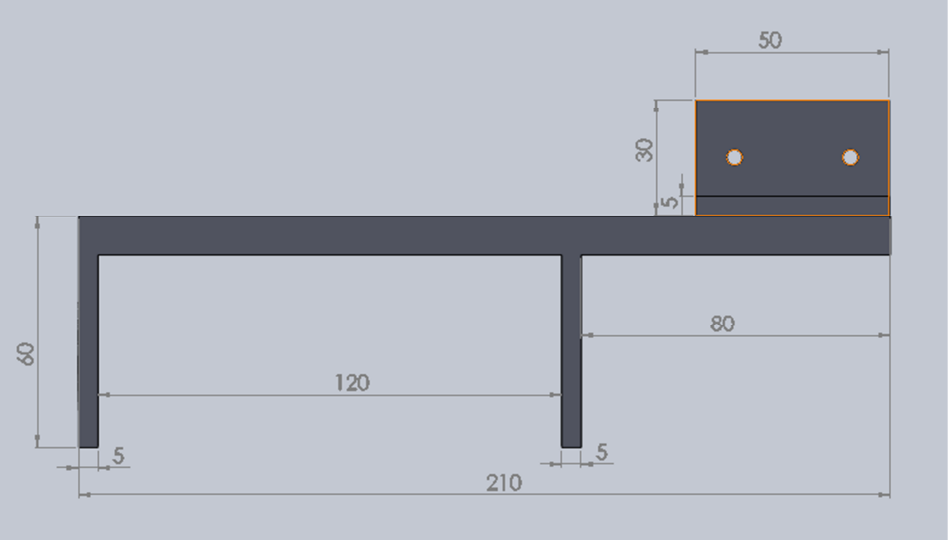


Figura 10. Carro transversal, vista frontal

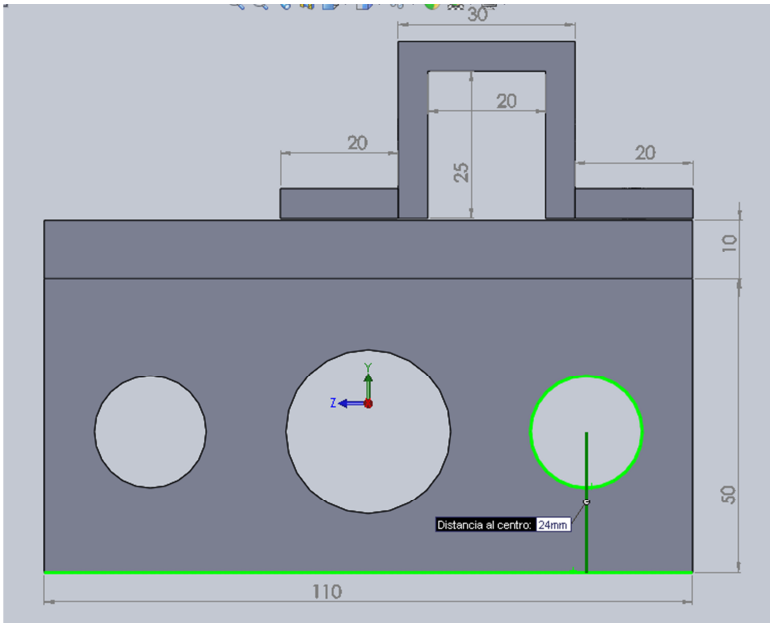


Figura 11. Medidas de la perforación para el paso del husillo

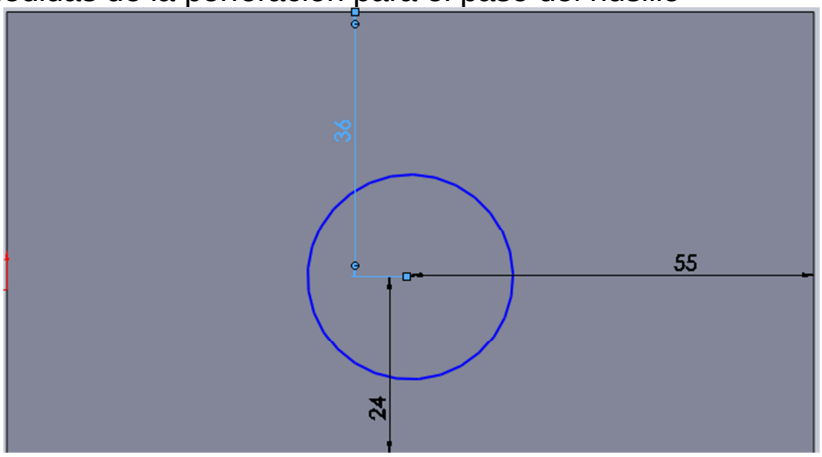
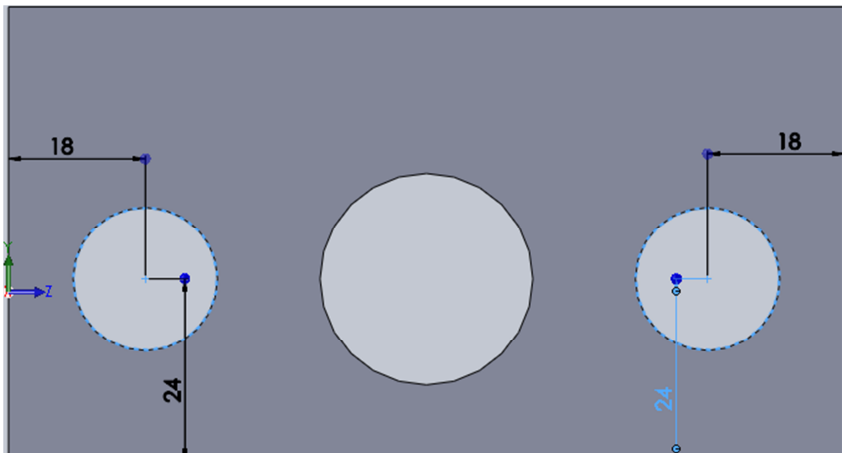


Figura 12. Medidas de las perforaciones para el paso de las guías



DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE LOS BUJES

Los bujes están elaborados en bronce y de acuerdo con el diseño se necesitaban bujes de dos medidas diferentes, unos para ejes de ½" de diámetro que corresponden a los ejes usados como guías y los otros son para ejes de ¾" de diámetro, que corresponden a la medida de los husillos. Las medidas están dadas en milímetros.

Medida diámetro interior	Cantidad
BUJE ½"	16
BUJE ¾"	4

Figura 13. Buje de 1/2" vista lateral

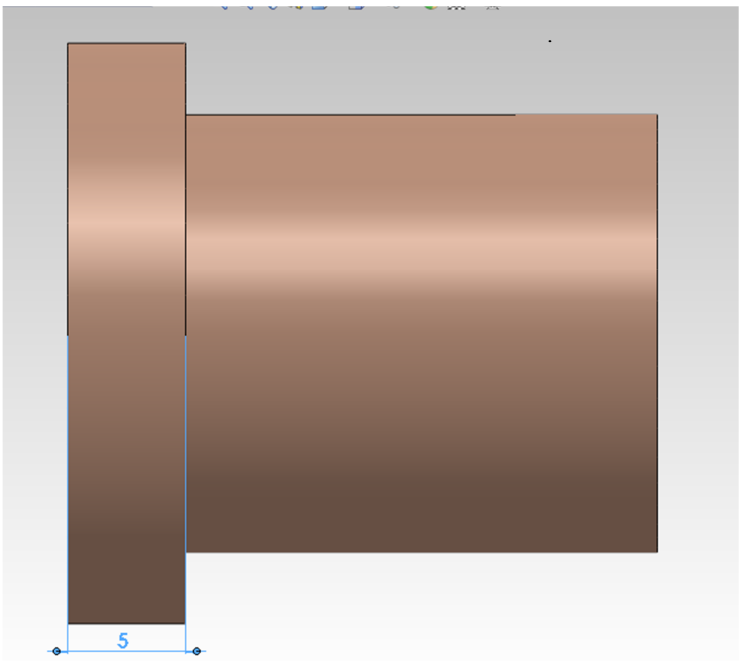


Figura 14. Buje de 1/2", vista posterior

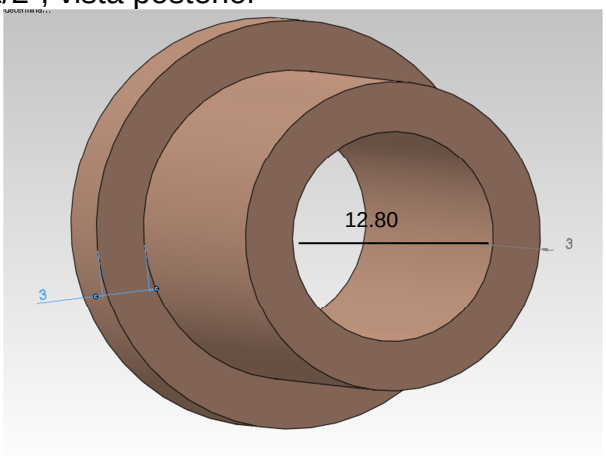


Figura 15, Buje de 3/4", vista posterior

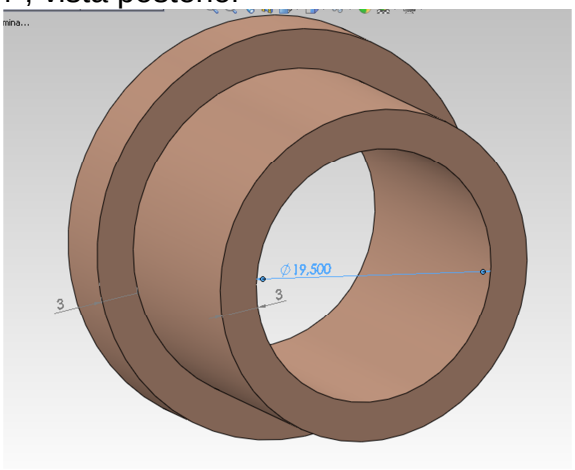
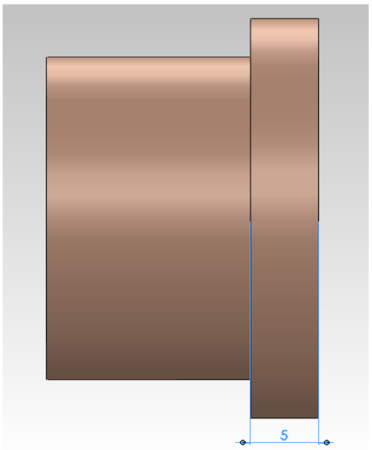


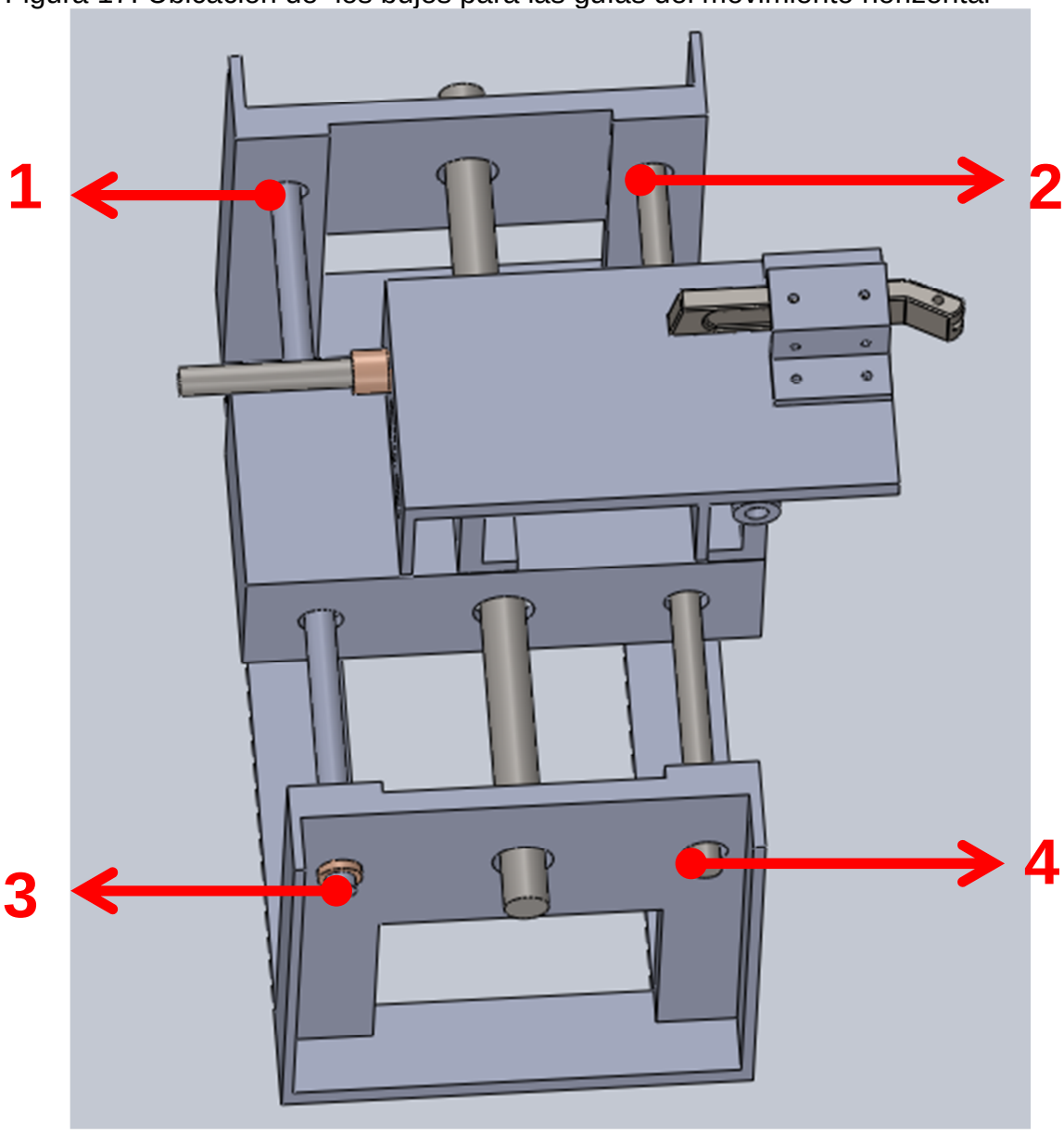
Figura 16. Buje de 3/4", vista lateral



Descripción de la ubicación de los diferentes bujes en la estructura.

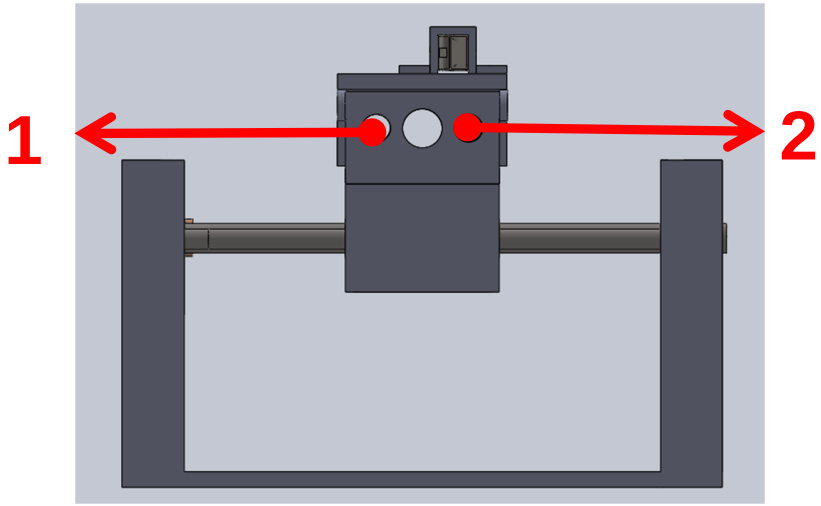
En la figura 17 se aprecia la ubicación de 4 de los bujes de ½" que están instalados en la base y que dan apoyo a las guías del movimiento horizontal.

Figura 17. Ubicación de los bujes para las guías del movimiento horizontal



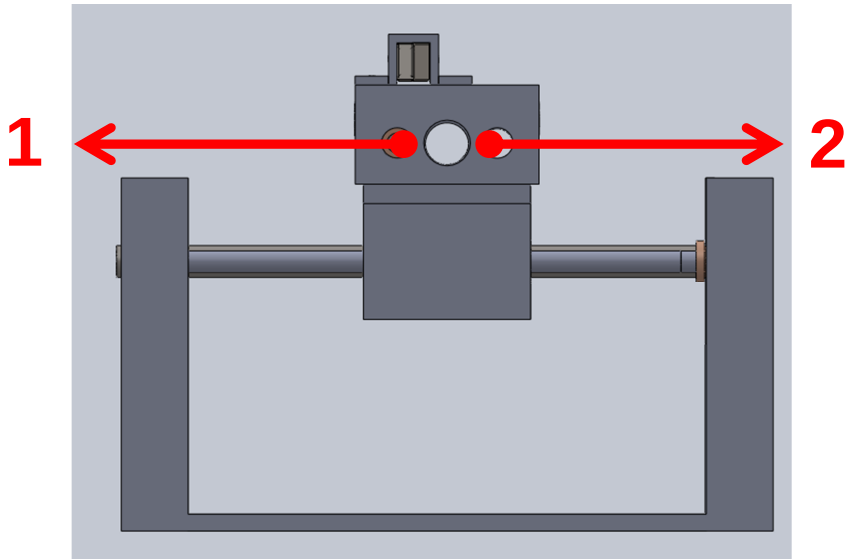
En la figura 18 se aprecia la ubicación de dos de los bujes de ½" que están instalados en el carro horizontal y que dan apoyo a las guías del movimiento transversal.

Figura 18.Ubicación de los bujes para las guías del movimiento transversal, vista frontal.



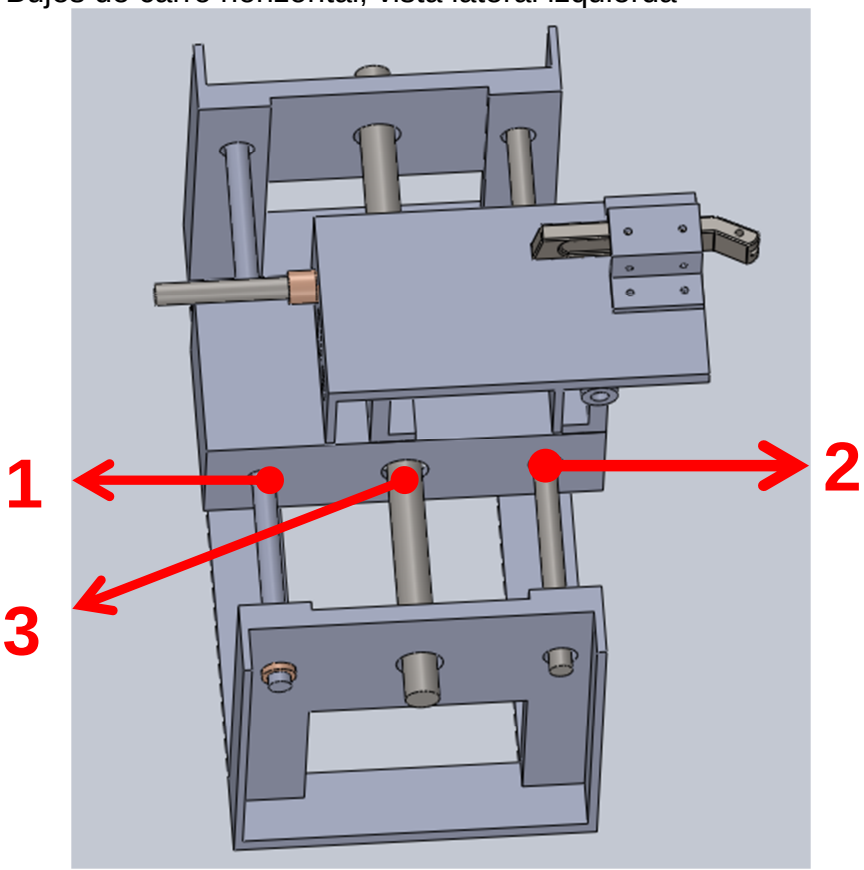
En la figura 19 se aprecia la ubicación de dos de los bujes de ½" que están instalados en el carro horizontal y que dan apoyo a las guías del movimiento transversal.

Figura 19. Ubicación de los bujes para las guías del movimiento transversal, vista posterior



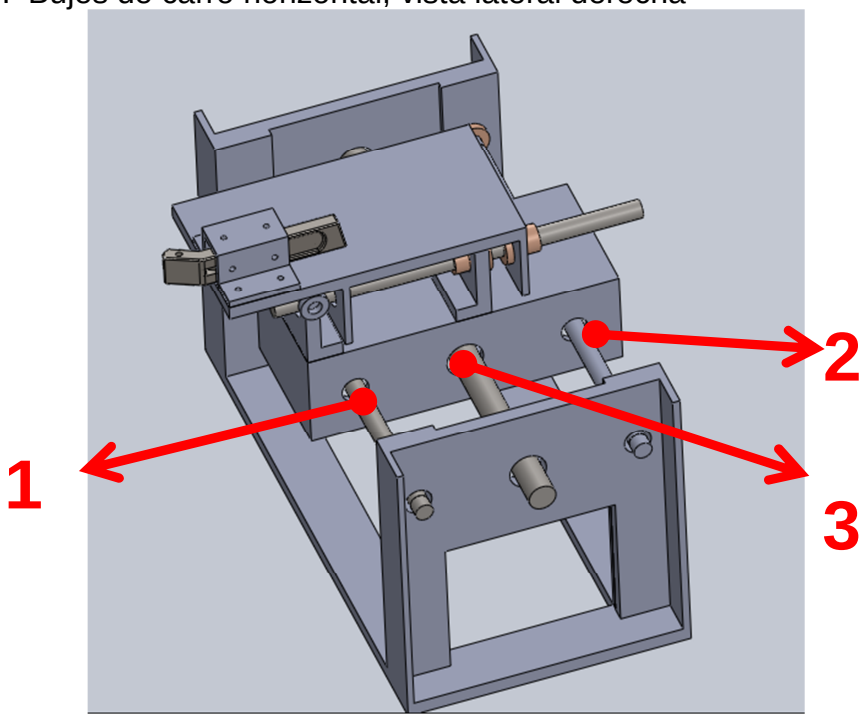
A continuación se aprecia la ubicación de los bujes que están instalados en el carro horizontal, los elementos 1 y 2 de la figura 20 corresponden a bujes de ½" y el elemento 3 corresponde a un buje de ¾".

Figura 20. Bujes de carro horizontal, vista lateral izquierda



A continuación se aprecia la ubicación de los bujes que están instalados en el carro horizontal, los elementos 1 y 2 de la figura 21 corresponden a bujes de ½" y el elemento 3 corresponde a un buje de ¾".

Figura 21. Bujes de carro horizontal, vista lateral derecha



ANEXO E: DESCRIPCIÓN DISEÑO DE LA CUBIERTA DE PROTECCIÓN

Anexo E: DESCRIPCIÓN DISEÑO DE LA CUBIERTA DE PROTECCIÓN

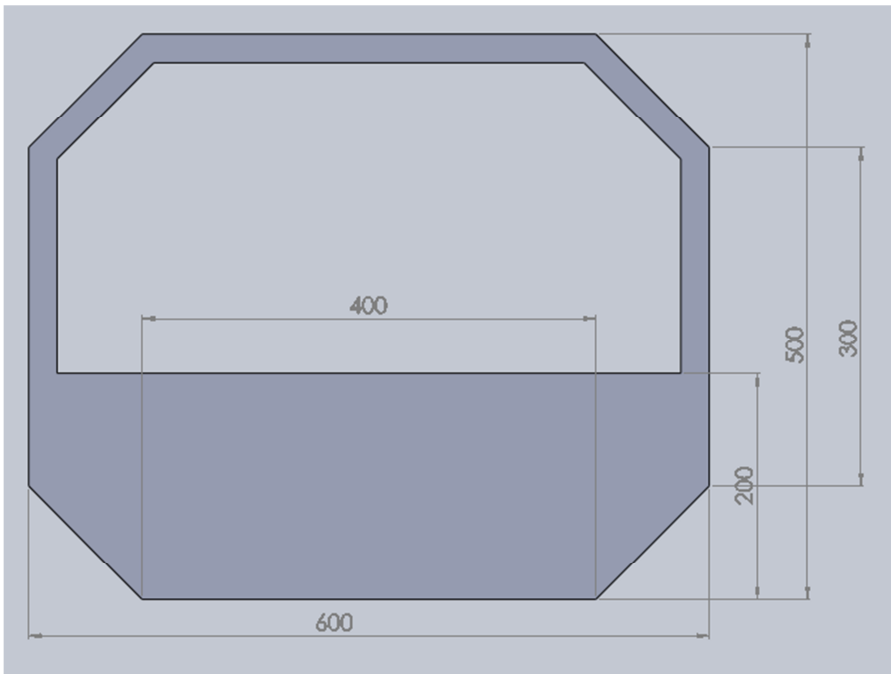
Figura 1. Cubierta de protección, ensamblaje



1. **Descripción de las medidas de cada una de las piezas que componen el ensamblaje.**

- Pieza lateral

Figura 2. Pieza lateral



- Pieza frontal

Figura 3. Pieza frontal, vista lateral

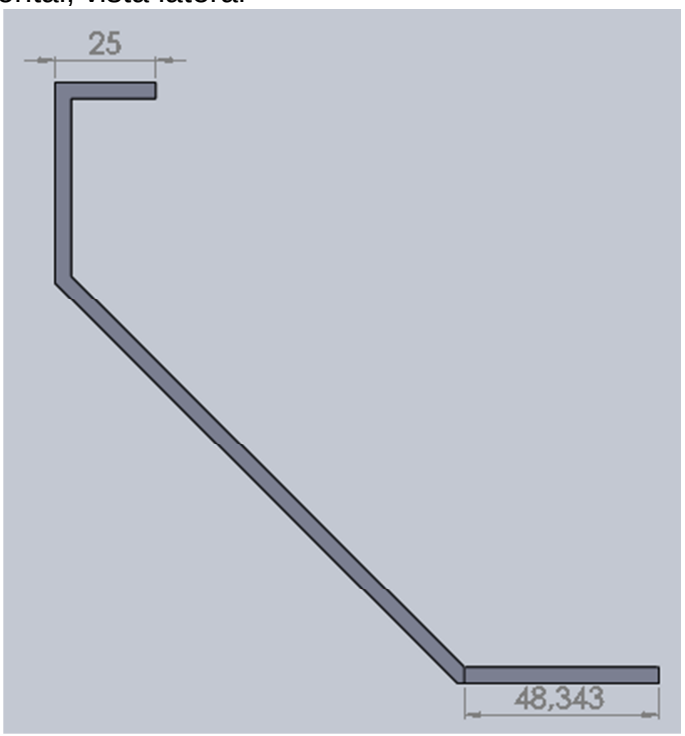


Figura 4. Pieza frontal, vista frontal



- Pieza posterior

Figura 554. Pieza posterior, vista lateral

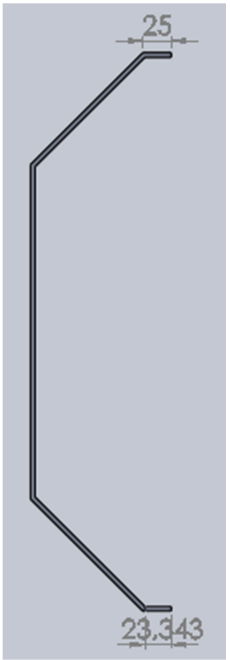
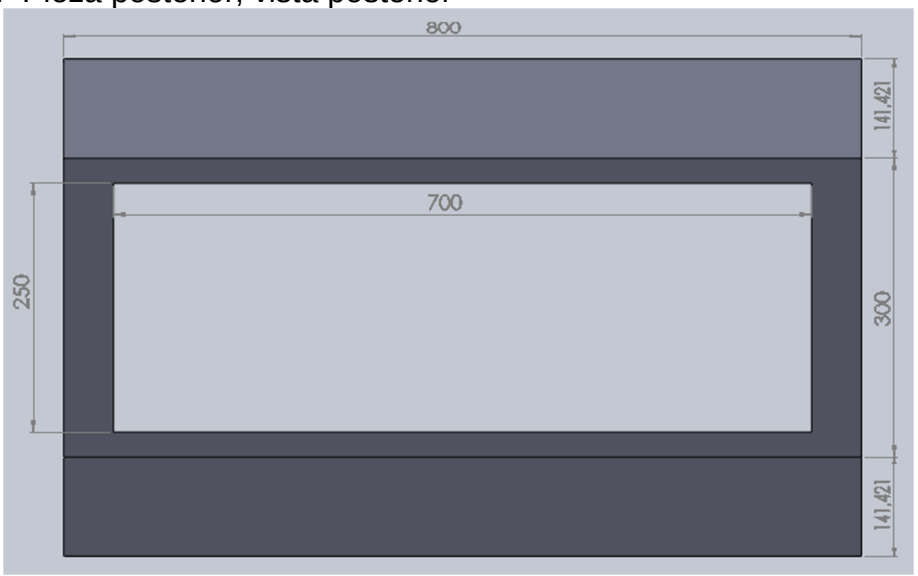


Figura 6. Pieza posterior, vista posterior



- Pieza superior

Figura 7. Pieza superior, vista lateral

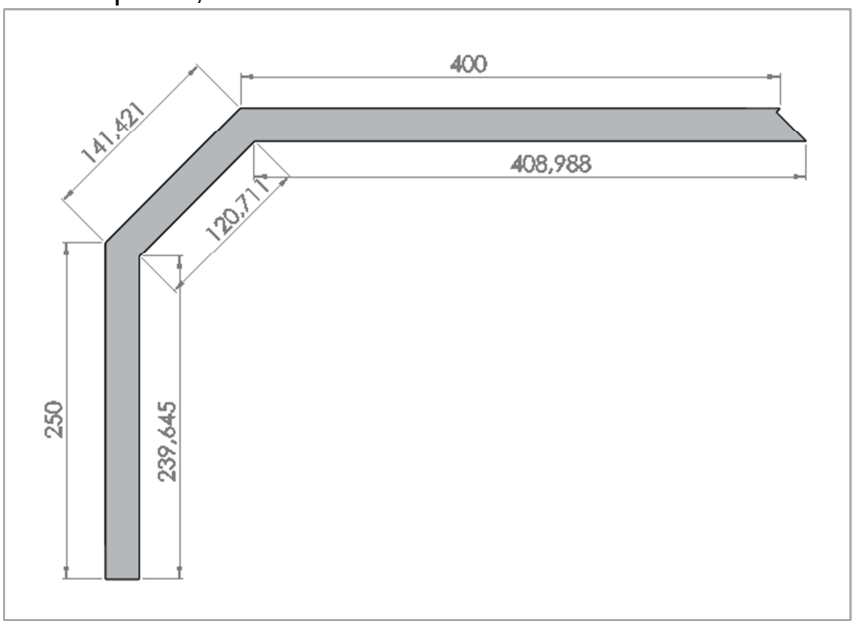


Figura 8.. Pieza superior, vista superior

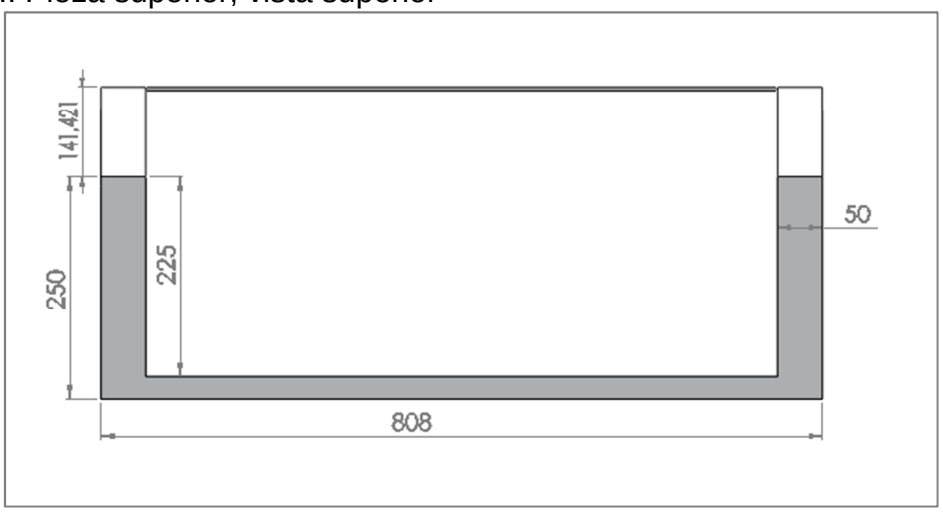
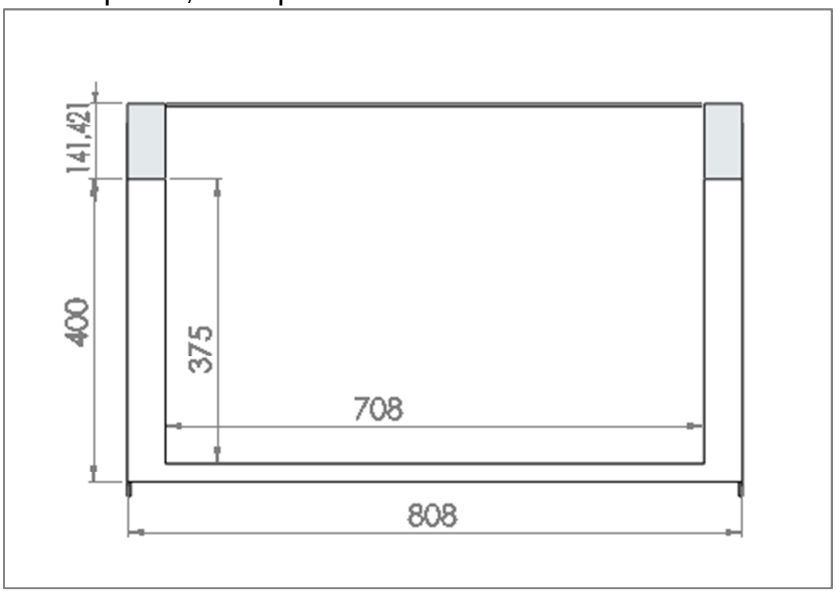


Figura 9. Pieza superior, vista posterior



ANEXO F: Magelis XBTGT5330

Product data sheet
Characteristics

XBTGT5330
terminal táctil 10.4" tft, cf, 2 USB, Ethernet



Principal

Rango de producto	Magelis XBTGT
Tipode producto o componente	Panel de pantalla táctil avanz
Tipo de pantalla	LCD TFT a color retroiluminado
Color de pantalla	65536 colores
Resolución de la pantalla	640 x 480 pixels VGA
Tamaño de pantalla	10,4 pulg.
Tipo de software	Software de configuración
Designación de software	Vijeo Designer
Sistema operativo	Magelis
Nombre de procesador	CPU RISC
Frecuencia de procesador	266 MHz
Descripción de memoria	Memoria de aplicaciones flash EPROM 32 MB Copia seg. datos SRAM 512 kB batería litio
Tipo de conexión integrada	2 puertos maestros USB tipo A (V1.1) Ethernet TCP/IP RJ45 3 salidas digitales blq term rosca extrbls Salida audio blq term rosca extrbls Enlace serie COM1 SUB-D 9 macho RS232C/ RS422/RS485 <= 115,2 kbits/s Enlace serie COM2 RJ45 RS485 <= 187,5 kbit/s MPI Siemens (187,5 kbitios/s) Entrada digital blq term rosca extrbls Alimentación blq term rosca extrbls
Resistencia a descargas electroestáticas	6 kV IEC 61000-4-2 nivel 3
Dimensiones de corte	259 (+ 1/- 0) x 201 (+ 1/- 0) mm

Complementario

Zona sensible al tacto	1024 x 1024
Panel táctil	Analógico
Vida útil de la luz posterior	54.000 horas
Brillo	8 niveles por panel táctil
Contraste	8 niveles por panel táctil
Fuente del carácter	ASCII (caracteres europeos) Chino (chino simplificado) Japonés (ANK, kanji) Coreano Taiwanés (chino tradicional)
Tensión de alimentación	24 V CC
Alimentación	Fuente de alimentación externa
Límites tensión alimentación	19.2...28.8 V
Corriente de entrada	<= 30 A
Consumo de potencia en W	30 W
Señalizaciones frontales	1 LED (verde o naranja) para funcionamiento normal/fallo iluminación contraluz
Número de páginas	Limitado por capacidad de memoria interna

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein.
This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications.
It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof.
Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Protocolos descargables	FIPWAY Telemecanique Modicon Modbus Plus Telemecanique Modicon Modbus TCP Telemecanique Modicon Modbus Telemecanique Modicon Protocolos de terceros Mitsubishi Melsec Protocolos de terceros Omron Sysmac Protocolos de terceros Rockwell Automation Allen-Bradley Protocolos de terceros Siemens Simatic Uni-TE Telemecanique Modicon
Reloj en tiempo real	Incorporado
Tipo de memoria	1 ranura para tarjeta Compact Flash (de 128 MB a 1 GB)
Tipo ranura integr.	Para 1 tarjeta de comunicación fieldbus 1 (Device Net, Profibus DP)
Puerto Ethernet	10BASE-T/100BASE-TX
Montaje de producto	Montaje empotrado
Modo de fijación	Por 4 abrazaderas de rosca Con 4 clips de resorte
Material frontal	Aleación de aluminio
Material de envolvente	PPT
DESC	CE
Ancho	270.5 mm
Alto	212.5 mm
Fondo	57 mm
Peso del producto	2.5 kg

Entorno

Inmunidad a microcortes	<= 10 ms
Normas	CSA C22-2 nº 14 EN 61131-2 FCC Class A IEC 61000-6-2 UL 1604 UL 508
Certificados de producto	Zona ATEX 2/22 CSA Clase 1 División 2 T4A CSA Clase 1 División 2 T5 C-Tick CULus UL Clase 1 División 2 T4A UL Clase 1 División 2 T5
Temperatura ambiente de funcionamiento	0...50 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-20...60 °C
Humedad relativa	10...90 % sin condensación
Altitud máxima de funcionamiento	< 2000 m
Grado de protección IP	IP20 (panel trasero) de acuerdo con IEC 60529 IP65 (panel frontal) de acuerdo con IEC 60529
Grado de protección NEMA	NEMA 4X panel frontal (uso interior)
Resistencia a los choques	15 gn para 11 ms de acuerdo con IEC 60068-2-27
Resistencia a las vibraciones	1 gn conforming to IEC 60068-2-6 (f = 9...150 Hz 3.5 mm conforming to IEC 60068-2-6 (f = 5...9 Hz
Resistencia a campos electromagnéticos	10 V/m de acuerdo con IEC 61000-4-3
Resistencia a transitorios rápidos	2 kV de acuerdo con IEC 61000-4-4 nivel 3

ANEXO G: TSX RKY 12

Product data sheet
Characteristics

TSXRKY12

non-extendable rack - for single rack configuration - 12 slots - IP20

Main

Range of product	Modicon Premium Automation platform
Product or component type	Non-extendable rack
Product specific application	For single rack configuration
Number of slots	12
Protective treatment	TC

Complementary

Product compatibility	I/O module TSXP57 processor TSXPSY power supply Specific application module
Fixing mode	By 4 M6 screws on panel By clips on 35 mm symmetrical DIN rail
Marking	CE
Product weight	2.31 kg

Environment

Standards	73/23/EEC 89/336/EEC 92/31/EEC 93/68/EEC CSA 22-2 No 142 CSA 22-2 No 213 Class I Division 2 Group A CSA 22-2 No 213 Class I Division 2 Group B CSA 22-2 No 213 Class I Division 2 Group C CSA 22-2 No 213 Class I Division 2 Group D IEC 61131-2 UL 508
Product certifications	ABS BV DNV (Det Norske Veritas) GL LR RINA RMRS
Ambient air temperature for operation	0...60 °C
Ambient air temperature for storage	-25...70 °C
Relative humidity	5...95 % without condensation for storage 10...95 % without condensation for operation
Operating altitude	0...2000 m
IP degree of protection	IP20
Pollution degree	2
RoHS EUR conformity date	0831
RoHS EUR status	Compliant

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein.
This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications.
It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof.
Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Presentación de los racks estándar/extensibles TSX RKY..

49

Objeto

Este capítulo trata sobre:

- las generalidades relacionadas con los racks TSX RKY,
- la descripción física de dichos racks.

Contenido de este capítulo

Este capítulo contiene los siguiente apartados:

Apartado	Página
Bastidores estándar y extensibles TSX RKY	372
Bastidor estándar: descripción	376
Bastidor extensible: descripción	378

Bastidores estándar y extensibles TSX RKY

Generalidades

Los bastidores TSX RKY constituyen el elemento básico de los PLC Premium.

Estos bastidores garantizan las siguientes funciones:

- **Función mecánica:**
  permiten fijar el conjunto de los módulos de una estación de PLC (módulos de alimentación, procesadores, entradas/salidas analógicas/TON, módulos específicos de la aplicación). Se pueden fijar en armarios, en los armazones de las máquinas o en paneles.
- **Función eléctrica:**
  los bastidores incorporan un bus, denominado bus X, que garantiza la distribución de:
  - la alimentación necesaria para cada módulo de un mismo bastidor, y
  - las señales de servicio y de datos para el conjunto de la estación de PLC en el caso de que ésta se componga de varios bastidores.

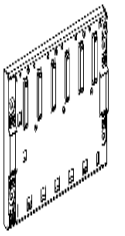
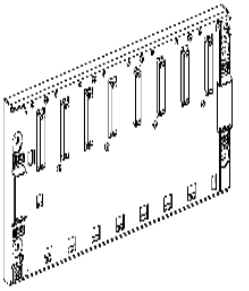
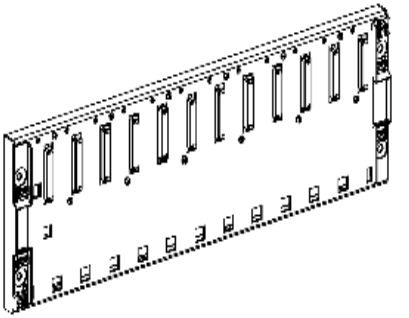
NOTA: Se ofrecen dos familias de racks en varios grupos modulares (4, 6, 8 y 12 posiciones):

- **bastidores estándar**
- **bastidores extensibles**

Bastidores estándar

Permiten crear una estación de PLC limitada a un solo bastidor.

En esta tabla se muestran los diferentes **bastidores estándar**:

Designación	Ilustración
TSX RKY 6	Bastidor de 6 posiciones 
TSX RKY 8	Bastidor de 8 posiciones 
TSX RKY 12	Bastidor de 12 posiciones 

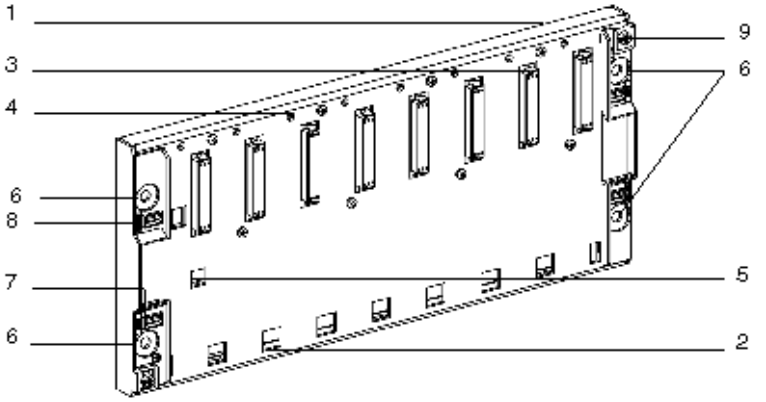
Bastidor estándar: descripción

Presentación

Permiten crear una estación de PLC limitada a un solo bastidor.

Ilustración

Bastidor estándar



Descripción

En la tabla siguiente se describen los distintos elementos de un bastidor estándar.

Número	Descripción
1	Chapa metálica que garantiza las funciones de: ● Soporte de la tarjeta electrónica del bus X y protección de ésta frente a las interferencias **EMI** y **ESD**. ● Soporte de los módulos y ● mantenimiento de la rigidez física del bastidor.
2	Ventanas destinadas al entintado de los pines del módulo.
3	Conectores hembra 1/2 DIN de 48 pines que garantizan la conexión entre el bastidor y cada módulo. Durante la entrega del rack, estos conectores están protegidos por tapas que se deberán retirar antes de colocar los módulos. El conector situado en el extremo izquierdo e identificado como PS siempre está destinado al módulo de alimentación del bastidor. Los conectores restantes, que se identifican de 00 a **..**, están destinados a alojar todos los demás tipos de módulos.
4	Orificios de rosca para los tornillos de fijación del módulo.
5	Ventana que asegura la decodificación durante el montaje de un módulo de alimentación. Los módulos de alimentación están provistos de un saliente en la parte posterior, por lo que su montaje no se podrá realizar en ninguna otra posición.
6	Orificios para la fijación del bastidor en un soporte. Estos orificios admiten tornillos M6.
7	Slot para la indicación de la dirección del bastidor.
8	Slot para la indicación de la dirección de red de la estación.
9	Terminales de tierra para la puesta a tierra del bastidor.

TSX RKY.., bastidores estándar y extensibles: instalación/montaje

50

Objeto

En este capítulo se describe lo siguiente:

- La instalación de bastidores, y
- el montaje de estos bastidores.

Contenido de este capítulo

Este capítulo contiene los siguiente apartados:

Apartado	Página
Instalación de bastidores	382
Montaje y fijación de bastidores	385
Conexión a tierra de un bastidor TSX RKY	387

Instalación de bastidores

Introducción

El montaje de los bastidores **TSX RKY ••** requiere que se sigan determinadas reglas de instalación.

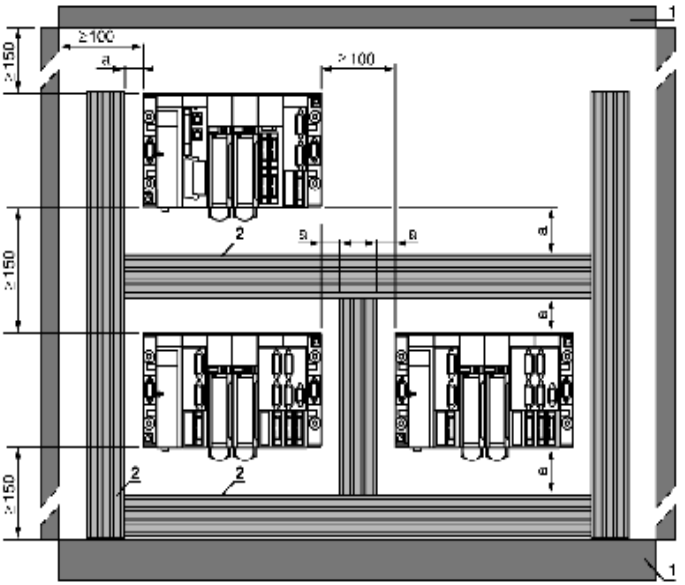
Reglas de instalación de los bastidores: descripción

- **1** Como los distintos módulos (de alimentación, procesadores, E/S binarias, etc.) se refrigeran mediante convección natural, es **obligatorio instalar los distintos bastidores horizontal y verticalmente** para facilitar la ventilación *(véase página 439)*.
- **2** Si se instalan varios bastidores en un mismo armario, es conveniente respetar las disposiciones siguientes:
  - Es necesario dejar un espacio mínimo de 150 mm entre dos bastidores superpuestos para permitir el paso de los conductos de cableado y facilitar la circulación del aire.
  - Es conveniente colocar los aparatos que generen calor (transformadores, alimentación del proceso, conector de potencia, etc.) sobre los bastidores.
  - Se debe dejar un espacio mínimo de 100 mm a cada lado del bastidor para permitir el paso de los cables y facilitar la circulación del aire.

NOTA: En caso de que se haya instalado el hardware fuera del armario electrónico metálico en un área en la que los límites de emisión entre 30 MHz y 1 GHz deben supervisarse (norma EN 55022), se recomienda utilizar los bastidores TSX RKY 8EX o TSXRKY6EX, en lugar de los bastidores TSXRKY8 y TSXRKY6.

Figura

La ilustración muestra las reglas de instalación.



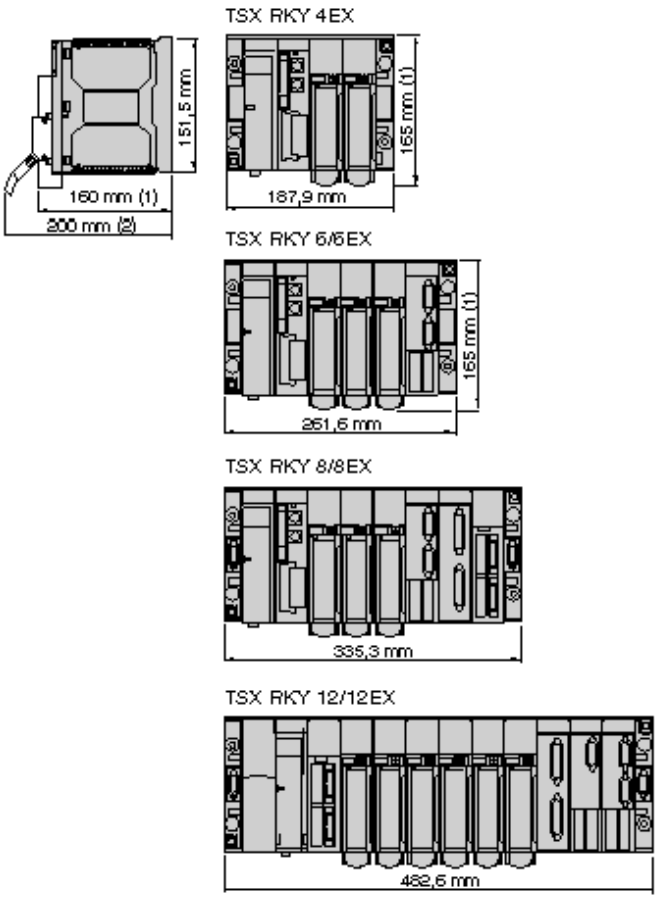
a Superior o igual a **50 mm**.

1 Instalación o carcasa.

2 Conducto o codo de tubo de cableado.

Dimensiones de los bastidores: ilustraciones

Las figuras siguientes muestran las dimensiones generales de los bastidores **TSX RKY ••**.



(**1**) Con módulos de bloque de terminales con tornillos.

(**2**) Profundidad máxima con todos los tipos de módulos y sus conexiones asociadas.

Montaje y fijación de bastidores

Introducción

Los bastidores **TSX RKY••** y **TSX RKY••EX** se pueden montar:

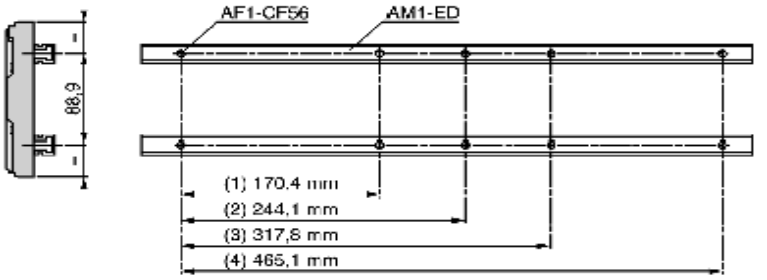
- en un raíl de montaje DIN con una longitud de 35 mm con fijación mediante tornillos M6x25, o
- en una platina perforada Telequick o en un panel.

Las normas de instalación *(véase página 382)* se deben respetar sea cual sea el tipo de montaje.

Montaje en un raíl DIN con una longitud de 35 mm

Fijación mediante cuatro tornillos M6 x 25 + arandelas y tuercas de ¼ de vuelta deslizantes AF1-CF56

Esquema que muestra el montaje



(**1**) TSX RKY 4EX

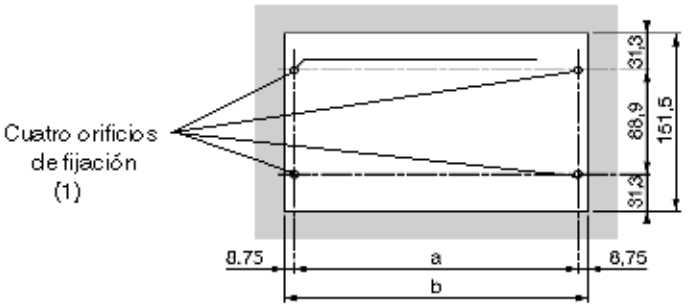
(**2**) TSX RKY6 y TSX RKY 6EX

(**3**) TSX RKY8 y TSX RKY 8EX

(**4**) TSX RKY 12 y TSX RKY 12EX

Montaje en panel

Plano de la perforación (dimensiones en milímetros):



(1) El diámetro de los orificios de fijación debe permitir el paso de tornillos M6.

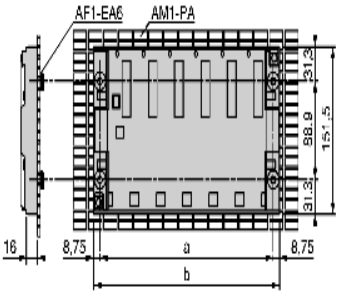
(**1**) El diámetro de los orificios de fijación debe permitir el paso de tornillos M6.

a y **b** véase la tabla.

Montaje en platina perforada Telequick AM1-PA

Se debe fijar el bastidor mediante cuatro tornillos M6 x 25 + arandelas y tuercas antideslizantes AF1-EA6.

Plano de la perforación (dimensiones en milímetros):



En la siguiente tabla se muestran las características de montaje según los diferentes bastidores **TSX RKY**:

Bastidores	**a**	**b**	**Fondo**
TSX RKY 4EX	170,4 mm	187,9 mm	16 mm
TSX RKY 6/6EX	244,1 mm	261,6 mm	16 mm
TSX RKY 8/8EX	317,8 mm	335,3 mm	16 mm
TSX RKY 12/12EX	465,1 mm	482,6 mm	16 mm

NOTA: Par de sujeción máxima de los tornillos de fijación: 2.0.N.m.(1.6 Lb.-ft.)

Conexión a tierra de un bastidor TSX RKY

Conexión a tierra de bastidores

La parte posterior, que es metálica, permite la conexión a tierra funcional de los bastidores.

Esto significa que se garantiza que los PLC cumplen las normas medioambientales; sin embargo, se presupone que los bastidores están fijados a un soporte metálico que está correctamente conectado a tierra. Los distintos bastidores que pueden crear una estación de PLC TSX P57/TSX H57 deben estar montados en el mismo soporte o en soportes distintos, siempre que estos últimos estén interconectados correctamente.

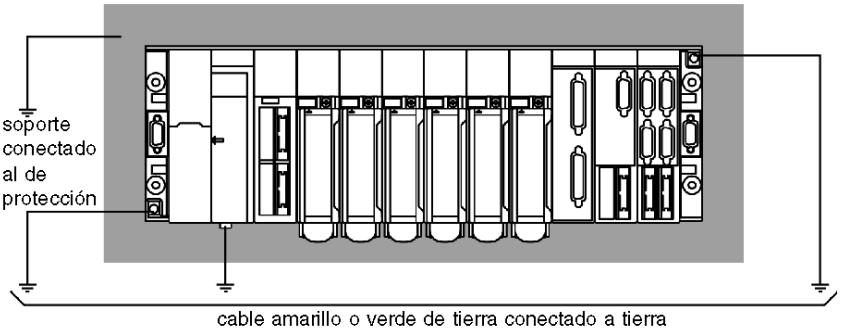
⚠ PELIGRO

Procedimiento de conexión a tierra correcto

- Cada terminal de conexión a tierra del bastidor debe estar conectado a la toma de tierra con protección.
- Utilice un cable verde/amarillo con una sección mínima de 2,5 mm (12 AWG) y con la menor longitud posible.
- Par de apriete máximo en el tornillo de conexión a tierra: 2,0 N.m (1.5 lb-ft).
- La instalación debe cumplir todos los códigos locales y nacionales.

Si no se siguen estas instrucciones provocará lesiones graves o incluso la muerte.

Ilustración:



NOTA: Los 0 V internos del PLC están conectados a tierra, siempre que la conexión a tierra esté conectada a tierra.

ANEXO H: TSX PSY 2600

Alimentaciones TSX PSY... : presentación

34

Objeto

Esta parte tiene el objetivo de presentar las alimentaciones TSX PSY**...** .

Contenido de este capítulo

Este capítulo contiene los siguiente apartados:

Apartado	Página
Introducción general	266
Módulos de alimentación: descripción	268
Catálogo de los módulos de alimentación TSX PSY...	270

Introducción general

Presentación

Los módulos de alimentación **TSX PSY…** están diseñados para suministrar alimentación a los bastidores **TSX RKY…** y sus módulos. El módulo de alimentación se selecciona de acuerdo con la red de distribución (corriente continua o alterna) y la potencia requerida (modelo de formato estándar o doble).

Existen varios tipos de módulos de alimentación:

- **Módulos de alimentación para redes de corriente alterna**, y
- **Módulos de alimentación para redes de corriente continua**.

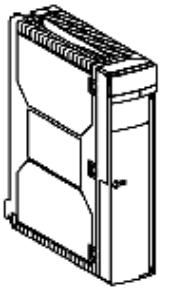
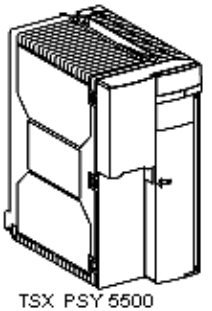
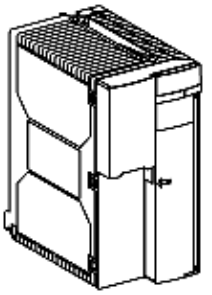
Funciones auxiliares de los módulos de alimentación

Cada módulo de alimentación cuenta con las siguientes funciones auxiliares:

- un panel de visualización,
- un relé de alarma,
- un slot para una batería de almacenamiento de datos en la memoria RAM del procesador,
- un botón de reinicio que, cuando se pulsa, simula una interrupción de la fuente de alimentación y ejecuta un reinicio en caliente de la aplicación, y
- una alimentación del sensor de 24 VCC (sólo para los modelos abastecidos por una red de corriente alterna).

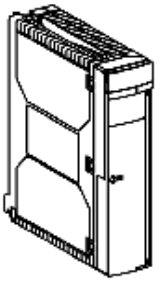
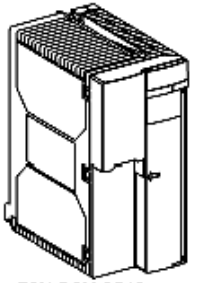
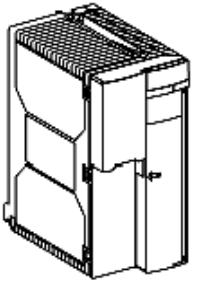
Módulos de alimentación para redes de corriente alterna

En la tabla siguiente se muestran los tipos de módulos de alimentación según su formato:

Modelo de formato estándar	Modelo de formato doble
 TSX PSY 2600 100...240 VCA	 TSX PSY 5500 100...120 VCA  TSX PSY 8500 200...240 VCA

Módulos de alimentación para redes de corriente continua

En la tabla siguiente se muestran los tipos de módulos de alimentación según su formato:

Modelo de formato estándar	Modelo de formato doble
 TSX PSY 1610 24 VCC no aislado	 TSX PSY 3610 24 VCC no aislado  TSX PSY 5520 De 24 a 48 VCC aislado

Módulos de alimentación: descripción

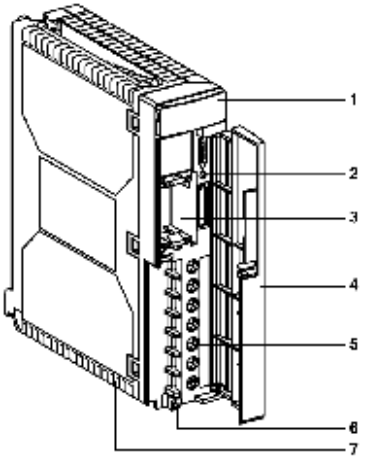
Presentación

Los modelos de alimentación adoptan la forma de:

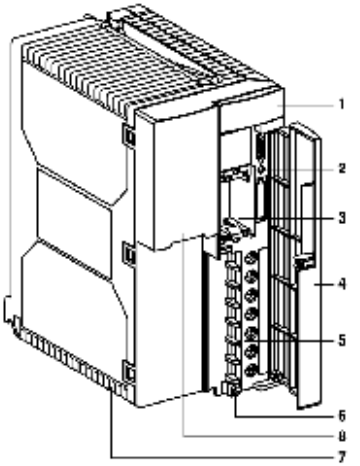
- módulos de formato estándar, para módulos TSX PSY 2600 y TSX PSY 1610.
- módulos de formato doble, para módulos TSX PSY 5500/3610/5520/8500.

Ilustración

Estas ilustraciones indican los distintos componentes de un módulo de alimentación estándar y un módulo de alimentación de formato doble:



Formato estándar



Formato doble

Descripción

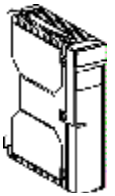
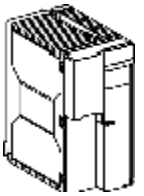
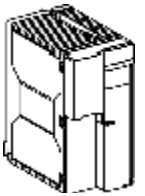
En esta tabla se describen los componentes de un módulo de alimentación:

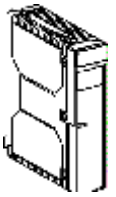
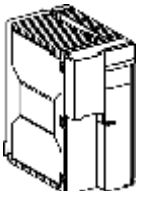
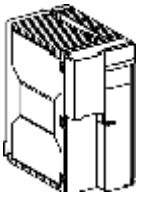
Número	Función
1	Bloque de visualización que consta de: ● un indicador luminoso **OK** (verde), que se ilumina si existe tensión y es correcta. ● un indicador luminoso **BAT** (rojo), que se ilumina cuando falta la batería o está gastada. ● un indicador LED de 24 V (verde), que se ilumina cuando el sensor de tensión está presente. Únicamente los módulos de alimentación de corriente alterna TSX PSY 2600/5500/8500 disponen de este indicador LED.
2	Botón de reinicio **RESET** que, cuando se pulsa, activa un reinicio en caliente de la aplicación.
3	Slot para una pila que garantiza la salvaguarda de la memoria **RAM** interna del procesador.
4	Puerta que garantiza la protección del panel frontal del módulo.
5	Bloque de terminales con tornillos para efectuar la conexión de: ● la red de alimentación, ● el contacto del relé de alarma, y ● la alimentación del sensor para módulos de alimentación de corriente alterna TSX PSY 2600/5500/8500.
6	Orificio que permite el paso de una abrazadera de fijación de los cables.
7	Fusible ubicado debajo del módulo que protege: ● la tensión de 24 VR del módulo de alimentación de corriente continua TSX PSY 3610. ● la tensión primaria del módulo de alimentación de corriente continua TSX PSY 1610. **Nota:** En los módulos de alimentación TSX PSY 2600/5500/5520/8500, el fusible de protección de tensión primaria se encuentra en el interior del módulo y no es posible acceder a él.
8	Selector de tensión 110/220, disponible únicamente en los módulos de alimentación de corriente alterna TSX PSY 5500/8500. En el momento de la entrega, el selector está establecido en 220.

Catálogo de los módulos de alimentación TSX PSY...

Catálogo de los módulos de alimentación por red de corriente alterna

En la tabla siguiente se describen las principales características (máximas) de los módulos de alimentación TSX PSY **...** 2600/5500/8500.

Referencias	**TSX PSY 2600**	**TSX PSY 5500**	**TSX PSY 8500**
			
Características de las entradas			
Tensiones nominales	De 100 a 240 VCA	De 100 a 120 VCA/ De 200 a 240 VCA	De 100 a 120 VCA/ De 200 a 240 VCA
Umbrales	De 85 a 264 VCA	De 85 a 140 VCA/ De 190 a 264 VCA	De 85 a 140 VCA/ De 190 a 264 VCA
Frecuencia límite	de 47 a 63 Hz	de 47 a 63 Hz	de 47 a 63 Hz
Duración aceptada de los microcortes de corriente	Inferior o igual a 10 ms	Inferior o igual a 10 ms	Inferior o igual a 10 ms
Potencia aparente	50 VA	150 VCA	150 VCA
Corriente nominal de entrada	De 0,5 A a 100 V De 0,3 A a 240 V	De 1,7 A a 100 V De 0,5 A a 240 V	De 1,7 A a 100 V De 0,5 A a 240 V
Características de las salidas			
Alimentación total	26 W	50 W	80 W
Tensiones de salida	5 V, 24 VR (1) 24 VS (2)	5 V, 24 VR (1) 24 VS (2)	5 V, 24 VS (2)
Corriente nominal de 5 V	5 A	7 A	15 A
Corriente nominal de 24 VR	0,6 A	0,8 A	No suministrado
Corriente nominal de 24 VC	0,5 A	0,8 A	1,6 A
Funciones auxiliares			
Relé de alarma	Sí (un contacto en el cierre, sin potencial en el bloque de terminales)		

Referencias	TSX PSY 2600	TSX PSY 5500	TSX PSY 8500
			
Visualización	Sí, mediante un indicador LED en la parte delantera		
Sostén de batería	Sí (un indicador LED situado en la parte frontal del módulo supervisa el estado)		
Conformidad con las normas	CEI 1131-2		

(1) Tensión de 24 V para la alimentación de los relés instalados en los módulos de "salidas de relé".

(2) Tensión de 24 V para los sensores de alimentación.

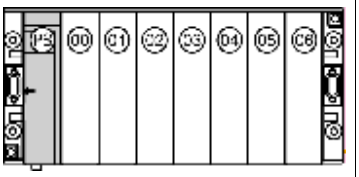
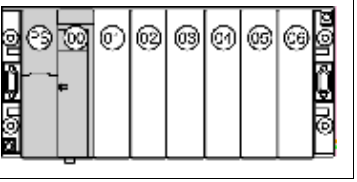
Instalación/montaje de los módulos de alimentación TSX PSY

Montaje

El montaje del módulo de alimentación TSX PSY es igual al montaje de los módulos de procesador y, de un modo general, igual al montaje de los otros módulos (véase *Montaje de los módulos de procesador, página 100*).

Instalación

En esta tabla se describe el principio de instalación de los módulos de alimentación:

Tipo de módulo de alimentación	Descripción	Ilustración
Formato estándar: TSX PSY 2600/1610	Se instalan en el primer slot de cada bastidor TSX RKY y ocupan la posición **PS**.	
Formato doble: TSX PSY 3610/5500/5520/8500	Se instalan en los dos primeros slot de cada bastidor TSX RKY y ocupan las posiciones **PS** y **00**.	

NOTA: Cada módulo de alimentación está provisto de un sistema de descodificación que sólo permite instalarlos en los slots mencionados más arriba.

NOTA: El módulo de alimentación TSX PSY 8500 no emite tensión de 24 VR. De este modo, un bastidor equipado con un módulo de alimentación no podrá recibir determinados módulos, como los módulos de salidas de relé y de pesaje.

Reglas para la conexión de los módulos de alimentación TSX PSY

Generalidades

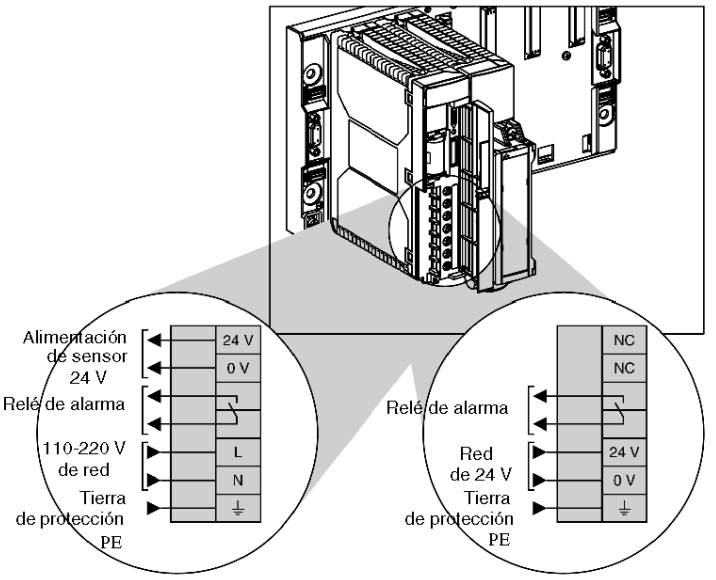
Los módulos de suministro de alimentación TSX PSY ••• que forman parte de cada bastidor están provistos de un bloque de terminales que no se puede extraer, suministrado con una tapa que permite la conexión a la corriente, del relé de alarma, de la tierra de protección y, para las alimentaciones de corriente alterna, de la alimentación de los sensores de 24 VCC.

Este bloque de terminales de tornillos está provisto de tornillos de sujeción imperdibles que tienen una capacidad máxima de conexión de dos cables con una sección de 1,5 mm^2 (14 AWG) con extremos o un cable con una sección de 2,5 mm^2 (12 AWG) (par de apriete máximo en los terminales de tornillo: 0,8 N.m (0.6 lb-ft)).

La salida de los conectores se realiza verticalmente hacia abajo Estos cables se pueden mantener en su lugar con un clip para cables.

Ilustración

Este esquema muestra los bloques de terminales con tornillos:



Alimentación de corriente alterna TSX PSY 2600/5500/8500

Alimentación de corriente continua TSX PSY 1610/3610/5520

(1) De 24 V a 48 V de corriente alterna para el módulo de alimentación TSX PSY 5520.

⚠ ATENCIÓN

SELECCIÓN DE LA TENSIÓN INCORRECTA

Para los módulos de suministro de alimentación TSX PSY 5500/8500, se deberá posicionar el selector de tensión en función de la tensión utilizada (110 o 220 VCA).

Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales o daños en el equipo.

Es necesario proveer de un dispositivo de protección y de corte de la alimentación en la parte superior de la estación de PLC.

Al elegir los órganos de protección, el usuario deberá tener en cuenta las corrientes de llamadas definidas en las tablas de características de cada alimentación.

NOTA: No es aconsejable utilizar los módulos de alimentación de corriente continua TSX PSY 1610/2610/5520 que tengan una fuerte corriente de llamada en redes de corriente continua con una protección de limitación de la corriente entrante.

Cuando se conecta un módulo de alimentación a una red de corriente continua, se deberá limitar la longitud del cable de alimentación para intentar evitar pérdidas de transmisión:

- Módulo de alimentación TSX PSY 1610:
  - longitud limitada a 30 metros (60 metros ida/vuelta) con hilos de cobre y con una sección de 2,5 mm^2 (12 AWG),
  - longitud limitada a 20 metros (40 metros ida/vuelta) con hilos de cobre y con una sección de 1,5 mm^2 (14 AWG).
- Módulos de alimentación TSX PSY 3610 y TSX PSY 5520:
  - longitud limitada a 15 metros (30 metros ida/vuelta) con hilos de cobre y con una sección de 2,5 mm^2 (12 AWG),
  - longitud limitada a 10 metros (20 metros ida/vuelta) con hilos de cobre y con una sección de 1,5 mm^2 (14 AWG).

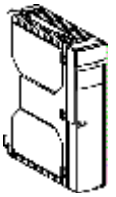
TSX PSY 2600, módulo de alimentación

39

Características del módulo de suministro de alimentación TSX PSY 2600

Características

El módulo TSX PSY 2600 es un módulo de suministro de alimentación de formato simple de corriente alterna.

Referencia	**TSX PSY 2600** 		
Primario	Tensión nominal (V) ~		100...240
	Tensión límite (V) ~		85...264
	Frecuencia nominal/límite		50-60/47-63 Hz
	Potencia aparente		50 VA
	Corriente nominal absorbida: Ieff		≤ 0,5 A a 100 V ≤ 0,3 A a 240 V
	Conexión inicial a 25°C (1)	I llamada	≤ 37 A a 100 V ≤ 75 A a 240 V
		I^2t en la conexión	0,63 A^2s a 100 V 2,6 A^2s a 240 V
		It en la conexión	0,034 As a 100 V 0,067 As a 240 V
	Duración aceptada de los microcortes		≤10 ms
	Protección integrada en la fase	mediante un fusible interno al que no se tiene acceso	

Secundario	Potencia útil total		26 W
	Salida 5 VCC	Tensión nominal	5,1 V
		Corriente nominal	5A
		Potencia (típica)	25 W
	Salida 24 VR (24 V relés) (2)	Tensión nominal	24 VCC
		Corriente nominal	0,6 A
		Potencia (típica)	15 W
	Salida 24 VC (24 V captador)	Tensión nominal	24 VCC
		Corriente nominal	0,5 A
		Potencia (típica)	12 W
	Protección de las salidas contra	sobrecargas/cortocircuitos/sobretensiones	
Potencia disipada			10 W
Funciones auxiliares			
Relé de alarma	sí (un contacto en el cierre, sin potencial en el bloque de terminales)		
Visualización	sí, mediante un indicador luminoso del panel frontal		
Pila de salvaguarda	sí (un indicador luminoso situado en la parte frontal del módulo supervisa el estado)		
Cumplimiento de las normas	IEC 1131-2		
Aislamiento	Uniformidad dieléctrica (50/60 Hz-1 min)	Primario/secundario	2000 Veff
		Primario/tierra	2000 Veff
		Salida 24 VCC/tierra	-
	Resistencia de aislamiento	Primario/secundario	≥ 100 MΩ
		Primario/tierra	≥ 100 MΩ

(1) Es necesario tener en cuenta estos valores durante el arranque simultáneo de varios equipos o para el dimensionamiento de los órganos de protección.

(2) Salida de 24 V continua destinada a la alimentación de los relés de los módulos de “salidas relé”.

ANEXO I: TSX P57 2634

Presentación general de los procesadores Premium

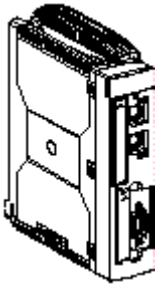
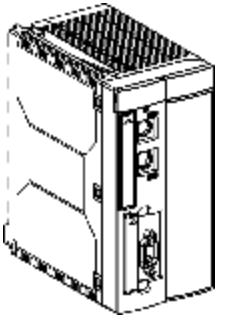
Generalidades

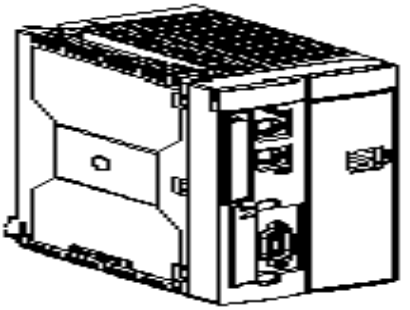
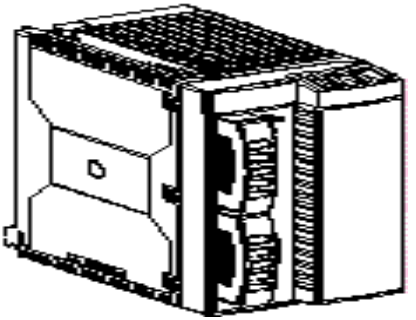
Cada estación de PLC está provista de un procesador, elegido según:

- La alimentación de procesamiento (número de E/S gestionadas),
- la capacidad de memoria y
- el tipo de procesamiento: secuencial o secuencial + control de proceso.

(Véase *Premium TSX P57/TSX H57, procesadores, página 79*.)

Tabla de los distintos tipos de formato del procesador:

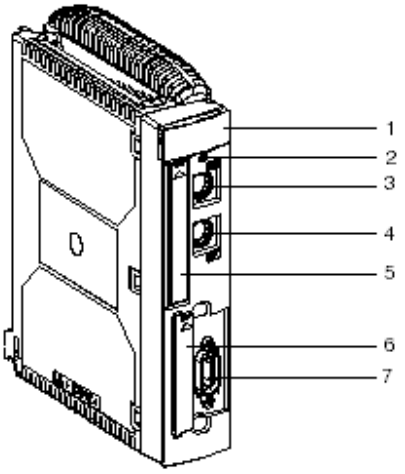
Procesador	Ilustración
Procesadores con formado estándar: ● TSX P57 0244, ● TSX P57 104 y ● TSX P57 154.	
Procesadores con formato doble: ● TSX P57 204, ● TSX P57 254, ● TSX P57 304, ● TSX P57 354 y ● TSX P57 454.	

Procesador	Ilustración
Procesadores con formato doble: ● TSX P57 1634, ● TSX P57 2634, ● TSX P57 3634 y ● TSX P57 4634.	
Procesadores con formato doble: ● TSX P57 554, ● TSX P57 5634, ● TSX P57 6634, ● TSX H57 24M y ● TSX H57 44M.	

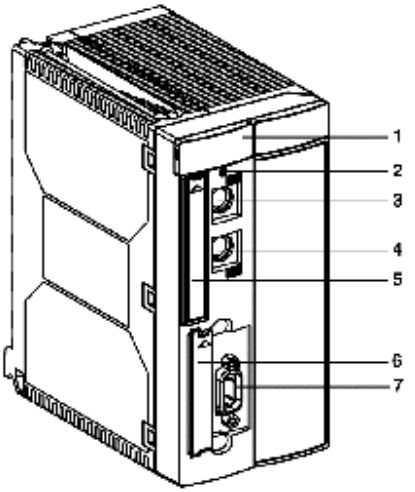
Descripción física de los procesadores TSX P57/TSX H57

Ilustración

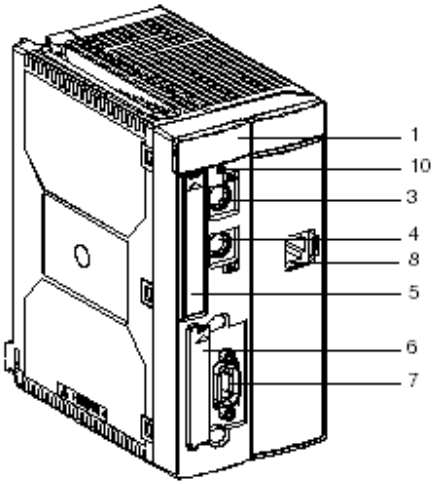
Estos diagramas indican los distintos componentes de un módulo del procesador TSX P57/TSX H57 (estándar o doble):



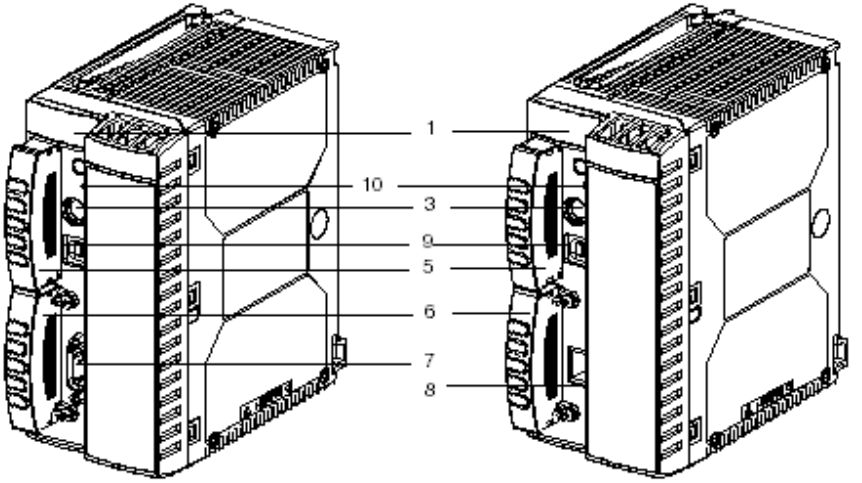
Procesador de formado estándar:
TSX P57 0244/104/154



Procesador de formato doble:
TSX P57 204/254/304/354/454



Procesador de formato doble:
TSX P57 1634/2634/3634/4634



Procesador de formato doble:
TSX P57 554.

Procesador de formato doble:
TSX P57 5634/6634
TSX H57 24M
TSX H57 44M

Descripción

Esta tabla describe los elementos del módulo de un procesador.

Número	Función
1	Panel de visualización que contiene cuatro o cinco indicadores LED.
2	Botón de solicitud de extracción de la tarjeta PCMCIA y almacenamiento de archivos SRAM. Es necesario pulsar este botón antes de extraer la tarjeta. Un indicador LED determina el estado de la solicitud.
3	Puerto de terminal (**Conector TER** [mini-DIN de ocho pins]): Se utiliza para conectar un tipo FTX o terminal compatible con PC, o para conectar el PLC al bus Uni-Telway mediante la unidad de aislamiento TSX P ACC 01. Este conector se utiliza para suministrar 5 V al periférico conectado a él (limitado por la corriente disponible que proporciona la fuente de alimentación).
4	Puerto de terminal (**Conector AUX** [mini-DIN de ocho pins]): Se utiliza para conectar un periférico alimentado de forma automática (terminal, consola de diálogo de operador o impresora); no se transmite tensión a este conector.
5	Slot de una tarjeta de extensión de memoria de formato PCMCIA tipo 1. Al no haber tarjeta de memoria, este slot está equipado con una cubierta que debe mantenerse en su sitio **obligatoriamente** para proteger el slot del polvo. **Nota:** En el soporte de la tarjeta, se ha extraído el contacto metálico.
6	Slot para una tarjeta de comunicación en formato PCMCIA de tipo 3 que permite conectar al procesador un canal de comunicación Fipway, Fipio Agent, Uni-Telway, conexión serie, Modbus o Modbus Plus. Este slot también puede contener una tarjeta de almacenamiento de archivos SRAM (sólo para TSX 57 554\5634\6635\24M\44M). En caso de no haber tarjeta de comunicación, este slot está provisto de una cubierta. La tarjeta de comunicación PCMCIA no permite el uso de TSX H57 24M y 44M.
7	Conector SUB D de nueve pins para conectarse al bus Fipio maestro. Este conector sólo está presente en los procesadores TSX P57 •54.
8	Conector RJ 45 para la conexión a Ethernet.
9	Puerto USB.
10	Botón **RESET**, que sólo puede accionarse con un instrumento de punta fina y que, al accionarlo, provoca un arranque en frío. • **Procesador en funcionamiento normal:** arranque en frío en modalidad **STOP** o **RUN**, según el procedimiento definido en la configuración. • **Procesador en fallo:** arranque forzado en modalidad **STOP**.

NOTA: Los conectores (**TER** y **AUX**) ofrecen una modalidad de conexión Uni-Telway maestro a 19.200 baudios por defecto, y pueden configurarse para la modalidad de caracteres ASCII o Uni-Telway esclavo.

Posicionamiento del módulo de procesador

Introducción

Se pueden dar dos casos de figura al posicionar un módulo de procesador en un bastidor:

- Posicionamiento de un módulo de procesador en formato estándar, y
- posicionamiento de un módulo de procesador en formato doble.

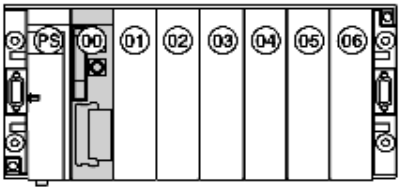
Posicionamiento de un módulo de procesador en formato estándar

Un módulo de procesador de formato estándar se instala siempre en el bastidor **TSX RKY..** con la dirección 0 y en la posición 00 ó 01, según si el bastidor está equipado con un módulo de alimentación de tipo formato estándar o formato doble.

Bastidor con módulo de alimentación de tipo formato estándar:
TSX PSY 2600/1610.

En este caso, el módulo de procesador se pondrá en la posición 00 (posición preferente) o en posición 01, en cuyo caso la posición 00 no debe estar ocupada.

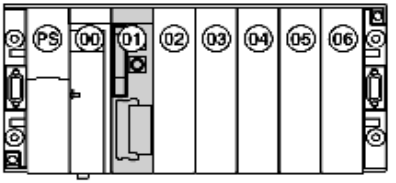
Ilustración



Bastidor con módulo de alimentación de tipo formato doble:
TSX PSY 3610/5500/5520/8500.

En este caso, el módulo de alimentación ocupa dos posiciones (PS y 00), y el procesador se instalará en la posición 01.

Ilustración



Posicionamiento de un módulo de procesador en formato doble

Un módulo de procesador de formato doble se instala siempre en el bastidor **TSX RKY..** con la dirección 0 y en las posiciones posición 00 y 01 ó 01 y 02, según si el bastidor está equipado con un módulo de alimentación de tipo formato estándar o formato doble.

Bastidor con módulo de alimentación de tipo formato estándar:
TSX PSY 2600/1610.

En este caso, el módulo de procesador se instalará en la posición 00 y 01 (posición preferente) o en posición 01 y 02, en cuyo caso la posición 00 no debe estar ocupada.

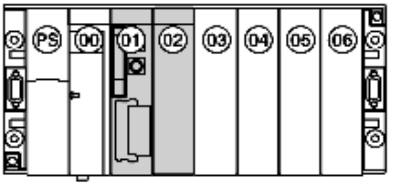
Ilustración



Bastidor con módulo de alimentación de tipo formato doble:
TSX PSY 3610/5500/5520/8500.

En este caso, el módulo de alimentación ocupa dos posiciones (PS y 00) y el procesador se pondrá en posición 01 y 02.

Ilustración



NOTA: El bastidor en el que se instala el procesador siempre tiene la dirección 0.

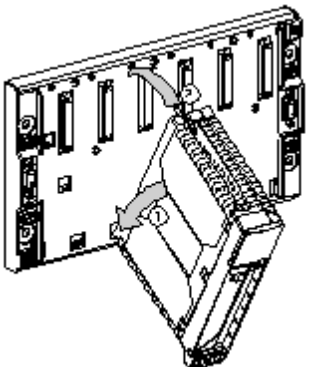
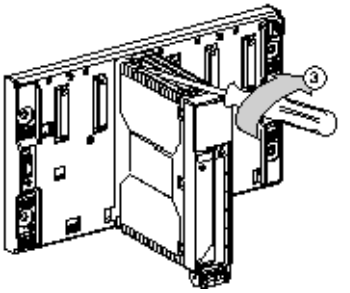
Montaje de los módulos de procesador

Presentación

El montaje y desmontaje de los módulos de procesador es igual al montaje y desmontaje de los demás módulos, con la diferencia de **que no se debe realizar cuando los módulos están conectados**.

Colocación de un módulo de procesador en un bastidor

Lleve a cabo los pasos siguientes:

Paso	Acción	Ilustración
1	Colocar las pestañas situadas en la parte posterior del módulo en los orificios de centrado situados en la parte inferior del bastidor (variable 1).	
2	Girar el módulo con el fin de que entre en contacto con el bastidor (variable 2).	
3	Fijar el módulo de procesador al bastidor apretando el tornillo situado en la parte superior del módulo (variable 3).	

NOTA: El montaje de los módulos del procesador es igual al montaje de los módulos restantes.

NOTA: Par de sujeción máximo: 2.0. N.m.

⚠ ATENCIÓN

Instalación en desconexión

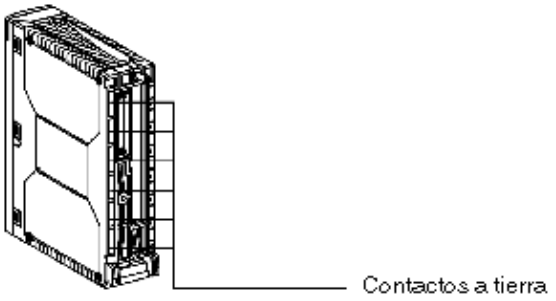
Un módulo del procesador debe montarse obligatoriamente con la alimentación del bastidor desconectada.

Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales o daños en el equipo.

Conexión a tierra de los módulos

La conexión a tierra de los módulos de procesador se realiza mediante bloques metálicos situados en la parte posterior del módulo. Cuando el módulo está en su sitio, estos bloques metálicos entran en contacto con la chapa del bastidor, asegurando así la conexión a tierra.

Ilustración



Procesador TSX P57 2634

15

Características generales de los procesadores TSX P57 2634

Procesadores TSX P57 2634

En la siguiente tabla se muestran las características generales del procesador TSX P57 2634.

Características			**TSX P57 2634**
Configuración máxima	Número máximo de bastidores TSX RKY 12EX		8
	Número máximo de bastidores TSX RKY 4EX/6EX/8EX		16
	Número máximo de slots		111
	Número máximo de EF de comunicación simultánea		32
Funciones	Número máximo de canales	E/S binarias en bastidor	1.024
		E/S analógicas en bastidor	80
		Experto (conteo, eje, etc.)	24
	Número máximo de conexiones	Uni-Telway integrado (puerto de terminal)	1
		Red (Ethway, Fipway, Modbus Plus y Ethernet integrada)	2
		Fipio maestro (integrado)	-
		Bus de campo de terceros	1
		Bus de campo AS-i	4
	Reloj de tiempo real que puede guardarse		Sí
	Canal de control de proceso		10
	Bucle de control de proceso		30
Memoria	RAM interna que puede guardarse		160K8
	Tarjeta de memoria PCMCIA (capacidad máxima)		768K8

Características			TSX P57 2634
Estructura de la aplicación	Tarea maestra		1
	Tarea FAST		1
	Procesamiento de eventos (1 prioritario)		64
Velocidad de ejecución del código de aplicación	RAM interna	100% booleano	4,76 Kins/ms (1)
		65% booleano + 35% digital	3,57 Kins/ms (1)
	Tarjeta PCMCIA	100% booleano	3,70 Kins/ms (1)
		65% booleano + 35% digital	2,50 Kins/ms (1)
Tiempo de ejecución	Instrucción booleana básica		0,19/0,21 µs (2)
	Instrucción digital básica		0,25/0,42 µs (2)
	Instrucción de coma flotante		1,75/3,0 µs
Administración del sistema	Tarea maestra		1 ms
	Tarea FAST		0,30 ms

(1) Kins: 1.024 instrucciones (lista)

(2) El primer valor corresponde al tiempo de ejecución cuando la aplicación se encuentra en la RAM interna del procesador, el segundo valor corresponde al tiempo de ejecución cuando la aplicación se halla en una tarjeta PCMCIA.

ANEXO J: TSX DEY 16D2

TSX DEY 16D2 Discrete input module

5

At a Glance

Overview

This chapter describes the TSX DEY 16D2 module, its characteristics and its connection to the different sensors.

What's in this Chapter?

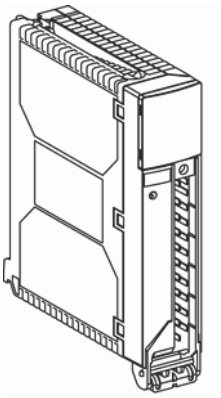
This chapter contains the following topics:

Topic	Page
Presentation of the TSX DEY 16D2 module	64
Characteristics of the TSX DEY 16D2 positive logic module	65
Discrete I/O module temperature downgrading	67
Connecting the TSX DEY 16D2 module	69

Presentation of the TSX DEY 16D2 module

General

The TSX DEY 16D2 module



The TSX DEY 16D2 module is a 24 VDC 16-channel terminal block Discrete input module with positive logic.

Characteristics of the TSX DEY 16D2 positive logic module

At a Glance

This section provides a description of the general characteristics of the TSX DEY 16D2 module.

General Characteristics

The following table shows the general characteristics of the TSX DEY 16D2 module:

The TSX DEY 16D2 module			24 VDC positive logic inputs
Nominal input values		Voltage	24 VDC
		Current	7 mA
Threshold input values	at 1	Voltage	>= 11 V
		Current	>= 6.5 mA (for U = 11 V)
	at 0	Voltage	<= 5 V
		Current	<= 2 mA
	Sensor supply (including ripple)		19..30 V (possibly up to 34 V, limited to 1 hour every 24 hours)
Input impedance	at nominal U		4 kOhms
Response Time	maximum		4 ms
	maximum		7 ms
IEC 1131-2 compliance			type 2
2 wire / 3 wire NPN proximity sensor compatibility (see *Sensor/input compatibility, p. 43*)			IEC 947-5-2
Dielectric rigidity			1500 V actual, 50 / 60 Hz for 1 min
Resistance of insulation			10 MOhms (below 500 VDC)
Insulation			Remote inputs
Input type			current sink
Paralleling of inputs (1)			yes
Sensor voltage check threshold	OK		> 18 V
	Fault		< 14 V
Check response time	on appearance		1 ms < T < 3 ms
	on disappearance		8 ms < T < 30 ms
5 V consumption	typical		80 mA
	maximum		90 mA
Sensor supply consumption (2)	typical		25 mA + (7 x Nb) mA
	maximum		33 mA + (7 x Nb) mA
Dissipated power (2)			1 W + (0.15 x Nb) W
Temperature downgrading (see *Discrete I/O module temperature downgrading, p. 67*)			The characteristics at 60 °C are guaranteed for 60% of inputs set to 1
Legend			
(1)	This characteristic is used to connect several inputs to the same module in parallel, or to different modules for input redundancy.		
(2)	Nb = number of channels at 1.		

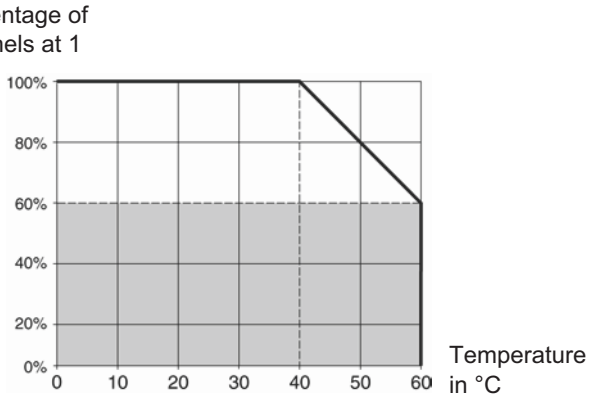
Discrete I/O module temperature downgrading

At a Glance

All characteristics for the different Discrete modules are given for a load rate of 60% of channels simultaneously set to 1.

In the event of a greater load rate, refer to the following downgrading curve.

Discrete I/O module temperature downgrading.



Example 1: a 24 VDC/0.5 A 16 transistor output module, with each output delivering 0.5 A. At 60%, the maximum admissible output current is 16 x 0.5 x 60% = 4.8 A or the equivalent of about 10 simultaneously active outputs.

Example 2: the same 24 V DC/0.5 A 16 transistor output module, with each output delivering 0.3 A. At 60%, the maximum admissible output current is 16 x 0.3 x 60% = 2.9 A or the equivalent of about 16 simultaneously active outputs. In this case, there is no downgrading of the outputs; the maximum admissible current for the module is not exceeded.

Relay outputs

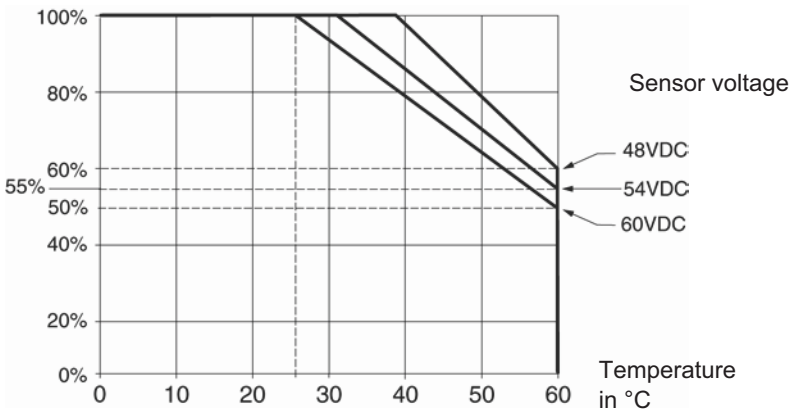
There is no temperature downgrading for relay output modules (TSX DSY 08R5/08R4D/08R5A/16R5). The user must therefore check there is enough overall consumption on the 24 V supply.

Note: For the outputs, temperature downgrading is based on the maximum current flowing from the active outputs.

The TSX DEY 32D3K module

When the TSX DEY 32D3K module is used under extreme conditions (sensor voltage and temperature), the downgrading conditions defined below must be respected.

Temperature downgrading of discrete input modules TSX DEY 32D3K.



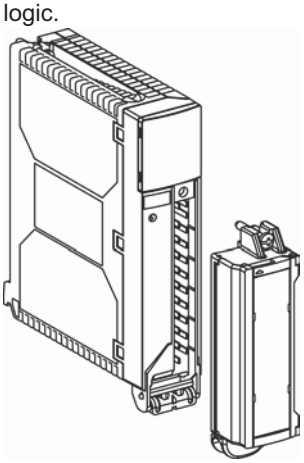
The following curves show the percentage of inputs simultaneously set to 1, depending on:

- service temperature;
- sensor supply voltage.

Connecting the TSX DEY 16D2 module

At a Glance

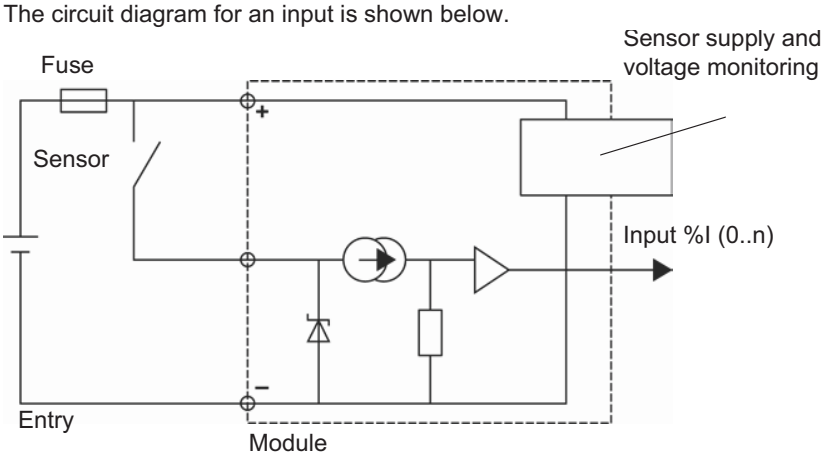
The TSX DEY 16D2 module comprises 16 x 24 VDC inputs, with type 2 positive logic.



This module is fitted with a removable connection terminal block for the connection of inputs.

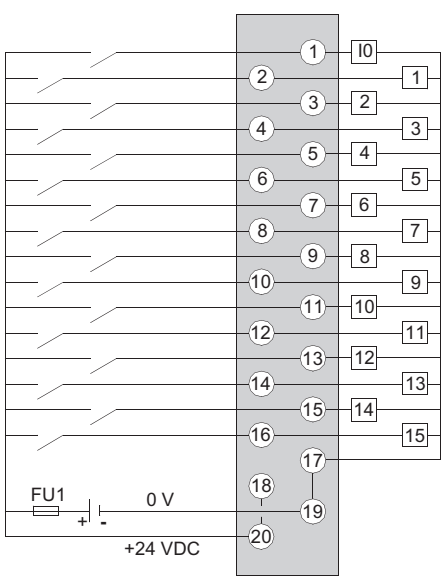
Principle Diagram

The circuit diagram for an input is shown below.



Module connection

The following diagram shows the connection of the module to the sensors.



FU1 0.5 A quick-blow fuse

ANEXO K: TSX DSY 16T2

TSX DSY 16T2 Discrete output module

18

At a Glance

Overview

This chapter describes the TSX DSY 16T2 module, its characteristics and its connection to the different pre-actuators.

What's in this Chapter?

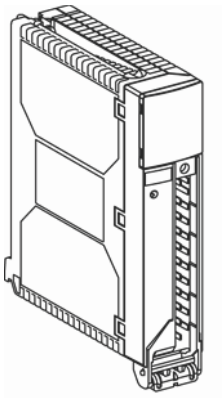
This chapter contains the following topics:

Topic	Page
Presentation of the TSX DSY 16T2 module	162
Characteristics of the TSX DSY 16T2 positive logic module	163
Connecting the TSX DSY 16T2 module	166

Presentation of the TSX DSY 16T2 module

General

The TSX DSY 16T2 module



The TSX DSY 16T2 module is a 16-channel terminal block Discrete transistor output module for direct current (positive logic).

Characteristics of the TSX DSY 16T2 positive logic module

At a Glance

This section provides a description of the general characteristics of the TSX DSY 16T2 module.

General Characteristics

The following table shows the general characteristics of the TSX DSY 16T2 module:

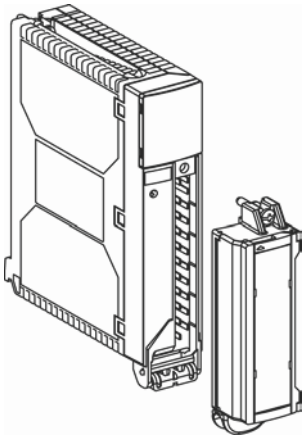
The TSX DSY 16T2 module		24 VDC positive logic transistor outputs
Nominal values	Voltage	24 VDC
	Current	0.5 A
Threshold values (1)	Voltage (including ripple)	19..30 V (34 V possible for 1 hour every 24 hours)
	Current/channel	0.625 A
	Current/module	7 A
Power of tungsten filament lamp	Maximum	6 W
Wetting Current	at 0	<0.5 mA
Voltage drop	at 1	< 1.2 V
Load impedance	minimum	48 Ohms
Response time (2)		1.2 ms
Frequency of switching to inductive load		0.5 / LI^2 Hz
Paralleling of outputs		Yes (maximum of 2)
Compatibility with IEC 1131-2 DC inputs		Yes (type 1 and type 2)
Built-in protection	against over-voltage	Yes, by Transil diode
	against inversions	Yes, by inverted diode (3)
	against short-circuits and overloads	Yes, by current limiter and electric circuit-breaker 1.5 In < Id < 2 In
Pre-actuator voltage check threshold	OK	> 18 V
	Fault	< 14 V
Check response time	on appearance	T < 4 ms
	on disappearance	T < 30 ms
5 V consumption	typical	80 mA
	maximum	90 mA
24 V pre-actuator consumption (4)	typical	40 mA
	maximum	60 mA
Dissipated power (5)		1.1 W + (0.75 x Nb) W
Dielectric rigidity	Output / ground or Output / internal logic	1500 V actual, 50 / 60 Hz for 1 min
Resistance of insulation		> 10 MOhms (below 500 VDC)
Insulation		Remote outputs
Temperature downgrading (see *p. 67*)		The characteristics at 60 °C are guaranteed for 60% of max. module current

Legend	
(1)	For U <= 30 V or 34 V.
(2)	All the outputs are equipped with fast electromagnet demagnetization circuits. Electromagnet discharge time < L/R
(3)	Fit a fuse to the +24 V pre-actuator supply.
(4)	Excluding load current.
(5)	Nb = number of outputs at 1.

Connecting the TSX DSY 16T2 module

At a Glance

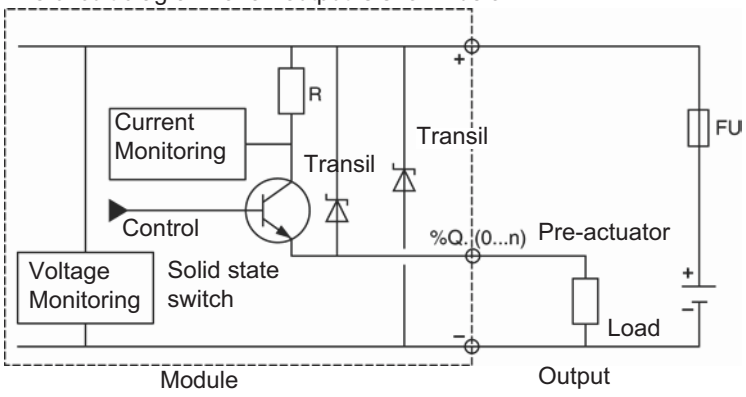
The TSX DSY 16T2 module comprises 16 x 24 VDC protected transistor output channels.



This module is equipped with a removable 20 post screwed connection terminal block, allowing outputs to be connected:

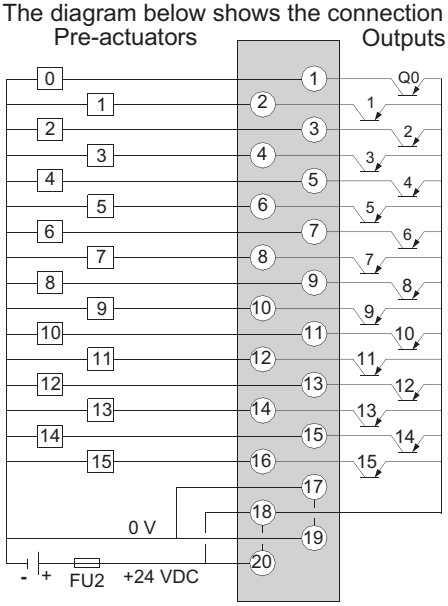
Circuit Diagram

The circuit diagram for an output is shown below.



Module connection

The diagram below shows the connection of the module to the pre-actuators.



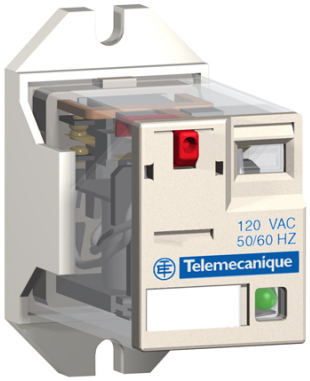
FU2 6.3 A quick-blow fuse

ANEXO L: RXM4AB2BD

Product data sheet
Characteristics

RXM4AB2BD

miniature plug-in relay - Zelio RXM - 4 C/O - 24 V DC - 6 A - with LED



Main

Range of product	Zelio Relay
Series name	Miniature
Product or component type	Plug-in relay
Device short name	RXM
Status LED	With
Control type	Pushbutton
Control circuit voltage	24 V DC
Contacts type and composition	4 C/O
Contacts operation	Standard
Coil interference suppression	Without
[Ithe] conventional enclosed thermal current	6 A at ≤ 55 °C
Contacts material	Silver alloy (Ag/Ni)
Resistive rated load	6 A at 250 V AC 6 A at 28 V DC
Utilisation coefficient	20 %
Rated operational voltage limits	19.2...26.4 V DC
Sale per indivisible quantity	10

Complementary

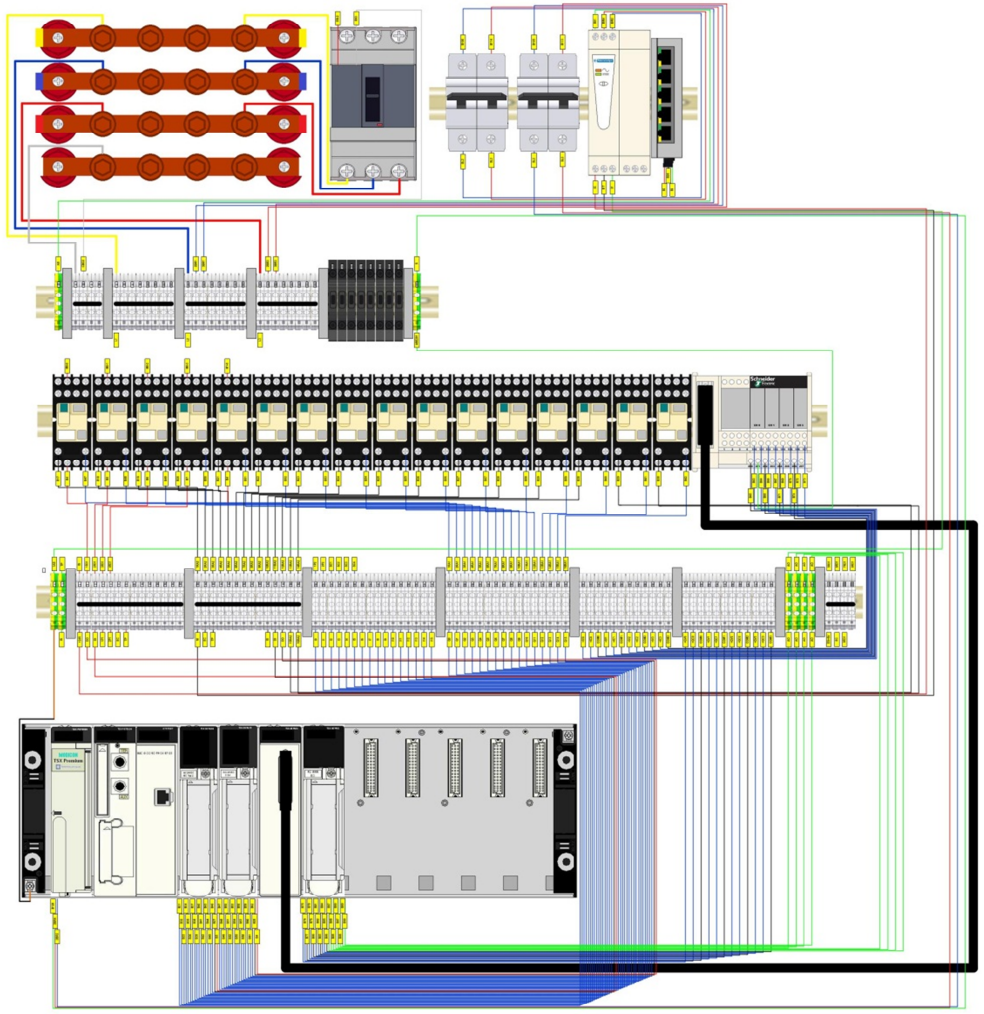
[Ui] rated insulation voltage	250 V conforming to IEC 300 V conforming to UL 300 V conforming to CSA
[Uimp] rated impulse withstand voltage	4 kV conforming to IEC 61000-4-5
[Ie] rated operational current	3 A (AC-1/DC-1) NC conforming to IEC 6 A (AC-1/DC-1) NO conforming to IEC 8 A (AC-1/DC-1) conforming to UL
Minimum switching current	10 mA
Maximum switching voltage	250 V AC/DC
Minimum switching voltage	17 V
Maximum switching capacity	168 W , DC circuit 1500 VA , AC circuit
Minimum switching capacity	170 mW
Operating rate	≤ 20 cyc/mn (under load) ≤ 300 cyc/mn (no-load)
Mechanical durability	10000000 cycles
Electrical durability	100000 cycles for resistive load
Average consumption in W	0.9 W , DC circuit
Average consumption in VA	1.2 , AC circuit
Drop-out voltage threshold	>= 0.15 Uc (AC control) >= 0.1 Uc (DC control)
Operating time	20 ms between coil de-energisation and making of the Off-delay contact (AC/DC) 20 ms between coil energisation and making of the On-delay contact (AC/DC)
Average resistance	650 Ohm , DC circuit at 20 °C +/- 10 %
Protection category	RT I
Operating position	Any position
Product weight	0.037 kg

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein.
This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications.
It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof.
Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

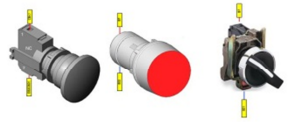
Environment

Dielectric strength	1500 V AC (between contacts) 1550 V AC (between coil and contact) 1550 V AC (between poles)
Product certifications	CSA UL
Standards	CSA C22-2 No 14 EN/IEC 61810-1 (iss. 2) UL 508
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C
Ambient air temperature for operation	-40...55 °C
Vibration resistance	3 gn (f = 10...150 Hz), amplitude +/- 1 mm (on opening) conforming to EN/IEC 60068-2-27 5 gn (f = 10...150 Hz), amplitude +/- 1 mm (on closing) conforming to EN/IEC 60068-2-27
IP degree of protection	IP40 conforming to EN/IEC 60529
Shock resistance	15 gn on closing conforming to EN/IEC 60068-2-27 15 gn on opening conforming to EN/IEC 60068-2-27
RoHS EUR conformity date	0801
RoHS EUR status	Compliant

ANEXO M: PLANO ELÉCTRICO







CONVENCIONES:

- → SEÑAL +24 VDC / LINEA 3 DE ALIMENTACION TRIFASICA
- → SEÑAL -24 VDC
- → SEÑAL DE CONTROL (ON/OFF)
- → TIERRA
- → LINEA 1 DE ALIMENTACION TRIFASICA
- → LINEA 2 DE ALIMENTACION TRIFASICA

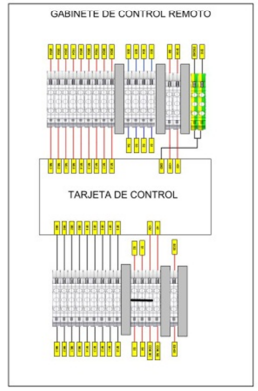
- → INTERRUPTOR EASYPACT EZC100N 20
- → INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO C60N DEL MÓDULO TSX PSY 2600
- → INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO C60N DE LA FUENTE AUXILIAR ABL8REM24050

- → ENTRADAS DIGITALES DEL PLC
- → SALIDAS DIGITALES DEL PLC
- → ENTRADAS ANALOGAS
- → SALIDAS ANALOGAS
- → COMUN ENTRADAS Y SALIDAS ANALOGAS
- → FUENTE 24 VDC A 5 AMPERIOS

- → RELE ELECTROMAGNÉTICO
- → START / STOP (PULSADOR ON/OFF)

- → MOTOR CARRO PARALELO
- → MOTOR CARRO PERPENDICULAR
- → +24 VDC FUENTE AUXILIAR
- → -24 VDC FUENTE AUXILIAR

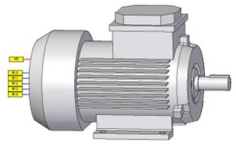
- → TARJETA EXTERNA
- → PANTALLA TÁCTIL
- → SWITCH ETHERNET
- → ENTRADA DE +5V FUENTE EXTERNA
- → SENSOR FINAL DE CARRERA



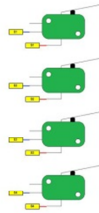
M0: Motor carro perpendicular



M1: Motor carro paralelo



SENSORES



FECHA: JULIO 26 DEL 2011	CONTIENE: PLANO ELÉCTRICO – AUTOMATIZACION DE UN TORNO PARA MADERA	DISEÑO: LADY PAOLA SANCHEZ SOLANO y MIGUEL LEONARDO VILLANOVA MADERO	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN TORNO PARA MADERA IMPLEMENTADO MEDIANTE PLC, MOTORES PASO A PASO Y TERMINAL TÁCTIL
		DIBUJO: LADY PAOLA SANCHEZ SOLANO y MIGUEL LEONARDO VILLANOVA MADERO	APROBADO POR: DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCON CO-DIRECTORA: CLAUDIA LEONOR RUEDA GUZMAN
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA		GRUPO ING. ELECTRÓNICA: LADY PAOLA SANCHEZ SOLANO MIGUEL LEONARDO VILLANOVA MADERO DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCON CO-DIRECTORA: CLAUDIA LEONOR RUEDA GUZMAN	REVISADO POR: DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCON