

**AUTOMATIZACIÓN DE UN TORNO PARA MADERA IMPLEMENTADO
MEDIANTE PLC, MOTORES PASO A PASO Y TERMINAL TÁCTIL**

**MARIA JOSE LAFAURIE BORNACELLI
BERNARDO SUAREZ CARREÑO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
SECCIONAL BUCARAMANGA**

2010

**AUTOMATIZACIÓN DE UN TORNO PARA MADERA IMPLEMENTADO
MEDIANTE PLC, MOTORES PASO A PASO Y TERMINAL TÁCTIL**

**MARIA JOSE LAFAURIE BORNACELLI
BERNARDO SUAREZ CARREÑO**

PROYECTO DE GRADO

**JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCÓN
DIRECTOR DEL PROYECTO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
SECCIONAL BUCARAMANGA
2010**

Nota de Aceptación

Firma de Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, 23 de Marzo de 2010

Bucaramanga, 23 de Marzo de 2010

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y alcanzar mis metas.

A mis padres, Andrés David y Gloria María, por hacer de mí la mujer que soy, por la familia que me dieron y por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida.

A mi hermana Cristina por acompañarme siempre, por aconsejarme y enseñarme lo que en ninguna academia enseñan, vivir.

A mi hermano Andrés David, por estar ahí, acompañando mi camino cada instante.

A Santiago y Federico, mis hijos mayores, por llenar mi vida con su inocente malicia.

A mi hija, Marie – Anne, a quien dedico mis triunfos, regalo mi alma y entrego mi vida entera.

María José Lafaurie Bornacelli

Bucaramanga, 23 de Marzo de 2010

A Dios, por darme la vida, la salud, la sabiduría, el empeño y la convicción para culminar con éxito este proyecto, y lo más importante por mi familia que siempre me han apoyado en todo momento y circunstancia.

A mis padres, Aurora y Bernardo, por la educación con la que fui criado y aun me imparten, siempre encaminando mi vida hacia el respeto y los valores.

A mi hermanas Gloria y Jennifer por acompañarme y compartir conmigo las alegrías y tristezas de vivir.

A mi amiga Tatiana, por estar siempre conmigo en este proceso que vivimos en la universidad, compartiendo las más gratas alegrías y sorteando siempre las adversidades.

Bernardo Suárez Carreño

AGRADECIMIENTOS

A los Ingenieros Juan Carlos Villamizar, Juan Carlos Mantilla y Leidy Olarte, por su constante acompañamiento, orientación, y apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A mi padre Bernardo quien no solo es mi modelo a seguir, sino también fue un gran apoyo en momentos en los cuales no solo necesitaba a un padre, sino a un colega y amigo que me brindara la mejor de las asesorías en el desarrollo de este proyecto.

A mi madre Aurora, por ser una gran amiga y compañía en mis largas noches de trabajo, siempre preocupada por mi bienestar y apoyándome en momentos en que me sentía desfallecer.

A todas aquellas personas que de una u otra forma fueron un apoyo grande para el desarrollo y culminación de este sueño.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	
1. OBJETIVOS	2
1.1. General.....	2
1.2. Específicos	2
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 AUTOMATIZACIÓN.	3
2.1.1. Definición.....	3
2.1.2. Objetivos de la Automatización.....	3
2.1.3. Niveles de la Automatización.....	3
2.2. SENSORES	4
2.2.1. Definición.....	4
2.2.2. Sensor de Proximidad (Final de Carrera).....	4
2.3. ELEMENTOS DE ACONDICIONAMIENTO (RELÉ)	4
2.3.1. Definición.....	4
2.3.2. Tipos de Relé	5
2.4. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....	6
2.4.1. Definición.....	6
2.4.2. Clasificación de los PLC	7
2.4.3. Lenguajes de Programación.....	7
2.5. TERMINAL TÁCTIL	9
2.6. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	9
2.6.1. Tipos de Comunicaciones Industriales	9
2.7. TORNO	10
2.7.1. Partes del torno	10
2.7.2. Movimientos del torno.....	12
2.7.3. Historia.....	12
2.7.4. Usos en la industria.....	13
2.8. TORNO CNC.....	14

3.	ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROCESO.....	16
3.1.	INGENIERÍA MECÁNICA CONCEPTUAL.....	16
3.2.	INGENIERÍA ELECTRÓNICA CONCEPTUAL.....	22
3.2.1.	Sensor.....	22
3.2.2.	Elemento Final de control.....	23
3.2.2.	Sistema de Control.....	23
4.	SISTEMA SCADA.....	24
4.1.	NIVEL DE INSTRUMENTACIÓN.....	24
4.1.1.	Inventario de Señales del Proceso	24
4.1.2.	Instrumentación del proceso.....	24
4.1.3.	Sistema de acondicionamiento de señales	29
4.1.4.	Sistema de protección eléctrica	33
4.2.	RTU/MASTER	35
4.2.1.	Controlador Lógico Programable MODICON PREMIUM	36
4.3.	NIVEL DE COMUNICACIONES	45
4.3.1.	Cable multimaestro TSXCUSB485	46
4.4.	NIVEL CENTRO DE CONTROL.....	47
4.4.1.	Software UNITY PRO M.....	47
4.4.2.	Configuración del control para la automatización del torno para madera...	49
4.4.3.	Programa implementado en la automatización del torno para madera	58
4.4.4.	Software VIJEO-DESIGNER	66
5.	PROTOCOLO DE OPERACIÓN.....	73
6.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	74
	RECOMENDACIONES.....	75
	CONCLUSIONES.....	76
	BIBLIOGRAFÍA.....	77
	ANEXOS.....	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Tipos de Relé. [12][13]	5
Tabla 2.	Clasificación de los PLC. [7].....	7
Tabla 3.	Lenguajes de Programación Gráficos. [8]	8
Tabla 4.	Lenguajes de Programación Textuales. [8]	8
Tabla 5.	Comunicaciones Industriales. [16][17].....	9
Tabla 6.	Historia del Torno [1].....	12
Tabla 7.	Operaciones relacionadas con el torneado. [20]	13
Tabla 8.	Especificaciones Torno Discover. [23].....	17
Tabla 9.	Secuencia de giro motor (M0) [19]	19
Tabla 10.	Secuencia de giro motor (M1). [19]	20
Tabla 11.	Inventario General de las Señales del Proyecto. [36]	24
Tabla 12.	Características de los Motores Implementados. [36]	25
Tabla 13.	Características del módulo TSX PSY 2600. [54]	37
Tabla 14.	Características del módulo TSX P57 2634. [54]	39
Tabla 15.	Características del módulo TSX DEY 16D2. [54]	42
Tabla 16.	Características del módulo TSX DSY 16T2. [54].....	44
Tabla 17.	Funciones del modo serie.	46
Tabla 18.	Polarización cable multimaestro TSXCUSB485.	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Pirámide de la Automatización. [4]	3
Figura 2.	Diagrama de bloques del PLC. [5]	6
Figura 3.	Terminales Táctiles. [15]	9
Figura 4.	Torno manual y sus partes. [18]	10
Figura 5.	Movimientos del torno. [19]	12
Figura 6.	Torno CNC. [22]	15
Figura 7.	Torno Discover. [25]	17
Figura 8.	Prensa coordenada. [26]	18
Figura 9.	Motor Paso a Paso (M0). [27]	19
Figura 10.	Motor Paso a Paso (M1). [28]	20
Figura 11.	Piñones para M0. [29]	21
Figura 12.	Piñones para M1. [30]	21
Figura 13.	Estructura final del Torno y sus acoples. [31]	22
Figura 14.	Final de carrera. [32]	23
Figura 15.	Motor Paso a Paso M0 acoplado al sistema. [37]	25
Figura 16.	Motor Paso a Paso M1 acoplado al sistema. [38]	25
Figura 17.	Ubicación de los finales de carrera implementados en el sistema. [39]	27
Figura 18.	Torre y portaherramientas del torno. [40]	28
Figura 19.	Prensa coordenada. [41]	28
Figura 20.	Carro implementado en el torno para madera. [42]	29
Figura 21.	Relé Electromagnético RXM4AB2BD. [44]	30
Figura 22.	Instalación del Relé Electromagnético para los motores [45]	31
Figura 23.	Instalación del Sistema de Acondicionamiento en el Gabinete. [46]	31
Figura 24.	Fuente Telemecanique ABL8REM24050. [47]	32
Figura 25.	Fuente Telemecanique ABL8REM24050 instalada en el gabinete. [48]	32
Figura 26.	Interruptor EasyPact EZC100N 20. [49]	33
Figura 27.	Taco Termomagnético Instalado en el Tablero de Automáticos. [50]	34
Figura 28.	Interruptor Termomagnético C60N. [51]	34
Figura 29.	MODICON PREMIUM TSX P57. [53]	36
Figura 30.	Rack TSX RKY 12. [52]	37
Figura 31.	Bornero de Tornillos 20 contactos para I/O TSX BLY 01. [55]	40
Figura 32.	Circuito interno TSX DEY 16D2. [54]	41
Figura 33.	Conexión del módulo TSX DEY 16D2 a los sensores. [54]	41
Figura 34.	Circuito interno TSX DSY 16T2. [54]	43
Figura 35.	Conexión del módulo TSX DSY 16T2 a los preactuadores. [54]	44
Figura 36.	Comunicación entre PC y PLC. [56]	46
Figura 37.	Cable multimaestro TSXCUSB485.	46
Figura 38.	Componentes de la Ventana del Unity Pro M. [56]	48

Figura 39.	Acceso al software Unity Pro M. [56]	50
Figura 40.	Selección del Procesador implementado. [56]	51
Figura 41.	Sistema cargado por defecto en el programa. [56]	52
Figura 42.	Cambio de Rack realizado en el Software. [56]	52
Figura 43.	Colocación de módulos de I/O en el rack. [56].....	53
Figura 44.	Selección del módulo implementado. [56].....	53
Figura 45.	Configuración de la red del PLC. [56]	54
Figura 46.	Listado de redes. [56]	55
Figura 47.	Asignación de IP y validación de los datos ingresados. [56]	55
Figura 48.	Asignación al TSX ETY PORT la red configurada. [56].....	56
Figura 49.	Compilación y generación del programa inicial. [56]	57
Figura 50.	Programas creados para el manejo del torno. [56]	58
Figura 51.	Arranque del programa inicial. [56]	59
Figura 52.	Base de tiempo generada para el movimiento de los motores. [56].....	60
Figura 53.	Operaciones para de movimiento de los motores M0 y M1. [56].....	61
Figura 54.	Generador de Secuencia de movimiento de los motores. [56].....	62
Figura 55.	Cálculos para generar la ecuación de la recta. [56]	64
Figura 56.	Activación de los motores dependiendo del programa. [56].....	65
Figura 57.	Distribución del Entorno de Desarrollo de un Proyecto. [38]	67
Figura 58.	Ventana inicial Vijeo-Designer [57]	68
Figura 59.	Selección del Modelo del Terminal Táctil. [57].....	69
Figura 60.	Configuración de la red Ethernet del Terminal Táctil. [57].....	69
Figura 61.	Pantalla inicial del proyecto creado. [57].....	70
Figura 62.	Panel 1 implementado en la HMI. [57]	71
Figura 63.	Panel 2 implementado en la HMI. [57]	72

LISTA DE ANEXOS

Anexo A.	Presupuesto General del Proyecto.....	83
Anexo B.	Lista de Accesorios de Montaje y Cableado.....	84
Anexo C.	DIABRAMA UNIFILAR DEL TORNO PARA MADERA.....	87
Anexo D.	PLANO ELECTRICO DEL TORNO PARA MADERA	89
Anexo E.	RACK TSX RKY 12.....	91
Anexo F.	FUENTE TSX PSY 2600.....	105
Anexo G.	PROCESADOR TSX P57 2634.....	118
Anexo H.	MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES TSX DEY 16D2	130
Anexo I.	MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES TSX DSY 16T2.....	139
Anexo J.	RELÉ ELECTROMAGNÉTICO RXM4AB2BD	148
Anexo K.	MANUAL DE OPERACIÓN DE TORNO PARA MADERA	151

GLOSARIO

BURIL: herramienta manual de corte o marcado formada por una barra prismática, terminada en una punta de forma variada de acero templado con un mango en forma de pomo que sirve fundamentalmente para cortar, ranurar o desbastar material en frío

CNC: dispositivo capaz de dirigir el posicionamiento de un órgano mecánico móvil mediante órdenes elaboradas de forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas en tiempo real.

FORMÓN: es una herramienta manual de corte libre utilizada en carpintería. Se compone de hoja de hierro acerado, de entre 4 y 40 mm. de anchura, con boca formada por un bisel, y mango de madera. Son muy utilizados para el torneado manual de piezas de madera.

MANUFACTURA: es el proceso con el cual una materia prima es transformada en productos finales para su venta.

VIRUTA: es el fragmento residual de un material con forma de lámina curvada. Este desecho en la madera suele llamarse serrín o aserrín.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: AUTOMATIZACIÓN DE UN TORNO PARA MADERA IMPLEMENTADO MEDIANTE PLC, MOTORES PASO A PASO Y TERMINAL TÁCTIL

AUTOR(ES): MARÍA JOSÉ LAFAURIE BORNACELLI
BERNARDO SUAREZ CARREÑO

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCÓN

RESUMEN

La ejecución del proyecto permitió la automatización un torno manual para madera mediante de la utilización de motores paso a paso, un PLC, un terminal táctil y además una serie de acoples mecánicos como piñones y una prensa coordinada. El torno automatizado permite dos modos de operación, uno denominado libre, que permite introducir directamente las coordenadas en las que se desea tornearse la pieza de madera y variarlas en cualquier momento, ya sea en avance o retroceso, pues el motor puede cambiar su dirección de giro en cualquier instante. El resultado de este tipo de torneado generalmente corresponde a un cilindro, pero si el operario varía las coordenadas adecuadamente, puede conseguir cualquier tipo de figura. Además existe el modo recta, en este caso, se introducen dos coordenadas al sistema (X0,Y0) y (X1,Y1), y éste se encarga de hallar la ecuación de la recta ($y = mx + b$) para luego determinar el valor de y en cada punto de x y así trazar la recta en la pieza de madera generando como resultado final una especie de cilindro. Cuando se selecciona este modo de operación, se debe esperar hasta que el sistema termine de tornearse la pieza, pues el programa no puede ser detenido para cambiar alguna coordenada.

PALABRAS CLAVES:

AUTOMATIZACIÓN, MADERA, MOTOR, PRENSA COORDENADA, PLC, TORNO.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

ABSTRACT OF THESIS PROJECT

TITLE: AUTOMATIZATION OF A LATHE FOR WOOD IMPLEMENTED BY MEANS OF PLC, MOTORS STEP BY STEP AND TACTILE TERMINAL.

AUTHOR(S): MARÍA JOSÉ LAFAURIE BORNACELLI
BERNARDO SUAREZ CARREÑO

DEPARTMENT: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCÓN

ABSTRACT

The project allowed the automation of a manual lathe for wood by the use of stepper motors, PLC, a touch screen terminal and also a series of mechanical gears and sprockets and a press coordinate. Automatic lathe allows two operating modes, one called free, which allows directly enter the coordinates you want the piece of wood turning and change them at any time, either forward or backward, because the engine can change your address turn at any moment. The result of this type generally corresponds to a turning cylinder, but if the operator changes the coordinates properly, it can get any kind of figure. There is also a straight way, in this case, two coordinates are introduced to the system (X0, Y0) and (X1, Y1), and this is responsible for finding the line equation ($y=mx+b$) then determining the value Y at every point of X and draw the line on the piece of wood to generate the final result a kind of cylinder. When you select this mode of operation, wait until the system finishes turning the piece, as the program can not be stopped to change some coordinate.

KEYWORDS:

AUTOMATION, WOOD, MOTOR, PRESS COORDINATE, PLC, LATHE.

V°B°DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

INTRODUCCIÓN

Actualmente en la industria se utilizan instrumentos, herramientas, máquinas y equipos que desempeñan diversas funciones dependiendo de las necesidades y el tipo de industria en que se encuentran. Pero existen además las denominadas máquinas herramientas, que se caracterizan por ser utilizadas para la fabricación de piezas de alta complejidad que no son fácilmente elaboradas por un artesano. Una de ellas es el torno, que es probablemente la más antigua y utilizada.

El torno permite mecanizar piezas de distintos materiales, clases y tamaños variando las herramientas y movimientos que posee. Por años la labor de torneear se ha desarrollado manualmente; los diseños y características de cada pieza dependen de las habilidades de quien controle la máquina, pero la automatización también ha intervenido en este campo llegando al desarrollo de los tornos de control numérico, los cuales cuentan con el hardware y el software que permiten realizar el control y supervisión del proceso.

En este proyecto se pretende implementar, a partir de un torno manual para madera, un torno con las características CNC básicas, utilizando motores paso a paso, que permitan controlar los movimientos del mismo; un PLC, sobre el cual se realizara la programación y control de las variables; y un Terminal Táctil, que tendrá una GUI diseñada con el software de la tecnología utilizada que comunicará al usuario con la máquina.

1. OBJETIVOS

1.1. GENERAL

Adecuar y Automatizar un Torno para madera por medio de motores paso a paso, PLC y Terminal Táctil.

1.2. ESPECÍFICOS

- Incorporar el conocimiento y el estado del arte a partir de la recopilación y análisis de la información sobre Automatización, Tornos CNC, Lenguaje G e Interpolación lineal para el torneado de piezas.
- Determinar los lazos de control para construir el diagrama de proceso.
- Definir la instrumentación requerida, las características y software de programación del PLC y el Terminal Táctil.
- Establecer las acciones de control del proceso y construir el programa que será manejado por el usuario.
- Diseñar GUI (Interfaz Gráfica de Usuario) del Terminal Táctil.
- Documentar la investigación y los resultados finales.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 AUTOMATIZACIÓN

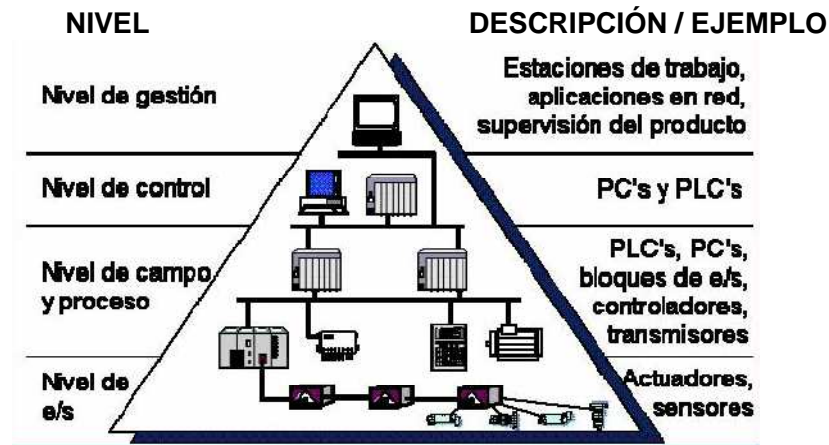
2.1.1. Definición. La palabra automatización (del griego autos que significa “por sí mismo” y maiomai que significa “lanzar”), es el proceso por el cual se realiza una serie de tareas repetitivas, minimizando la intervención humana, aumentando y asegurando la optimización de los procesos de producción en los que son implementados. De esta manera la producción adquiere un aspecto de ciclo que puede programarse y reestructurarse de forma rápida y eficaz [2].

2.1.2. Objetivos de la Automatización. Actualmente se evidencia un aumento innumerable en los procesos que han sido automatizados; esto se debe al crecimiento que se presenta, no solo a nivel tecnológico, sino que a su vez se involucra el mejoramiento en las áreas de producción de los procesos. Al realizar el proceso de automatizado en cualquier área, lo que se busca es:

- Mejorar la productividad reduciendo los costos de manufactura mediante un mejor control de la producción.
- Mejorar la calidad mediante procesos repetitivos.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Aumentar la seguridad para el personal.
- Ahorrar área en la planta haciendo más eficiente. [3]

2.1.3. Niveles de la Automatización. El concepto de sistemas automatizados se puede aplicar a distintos niveles en las operaciones de un proceso. Es posible identificar varios niveles de automatización en una planta productiva y que se ilustran en la siguiente figura:

Figura 1. Pirámide de la Automatización. [4]



2.2. SENSORES

2.2.1. Definición. Un sensor es un aparato capaz de transformar diferentes tipos de señales ya sean físicas o químicas, llamadas señales de instrumentación en magnitudes eléctricas dependiendo el tipo del tipo de sensor que este captando la señal.

2.2.2. Sensor de Proximidad (Final de Carrera). Conocido también como sensor de contacto o interruptor límite, este sensor está compuesto por dos partes: un cuerpo dentro del cual se encuentran los contactos y un cabezal el cual detecta el movimiento. Internamente el sensor posee dos tipos de contactos uno abierto (NA) y otro cerrado (NC) los cuales, al activarse el cabezal, conmutan cambiando de estado. Son muy usados en todo tipo de aplicaciones para indicar los límites de desplazamiento, sobre todo cuando una máquina o equipo realiza un movimiento rectilíneo.

2.3. ELEMENTOS DE ACONDICIONAMIENTO (RELÉ)

2.3.1. Definición. Es un dispositivo que consta de un circuito electromagnético (electroimán) y un circuito de contactos (común, NA, NC). Gracias a su funcionalidad se utiliza en diferentes tipos de procesos para el control de encendido/apagado de equipos o instrumentos.

Su modo de operación se basa en el fenómeno electromagnético. Cuando se energizan los contactos de la bobina y a través de ella comienza a circular una corriente, se produce un campo magnético que magnetiza el núcleo de ferrita, atrayendo el inducido y generando un cambio de estado en los contactos. [12]

Existen diferentes tipos de relés tal como se muestra en la Tabla 3, pero una de las grandes ventajas que se evidencian en el uso de los mismos es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento y los circuitos controlados por los contactos, permitiendo que se puedan manejar grandes cargas con poca señal de control.

2.3.2. Tipos de Relé

Tabla 1. Tipos de Relé. [12][13]

TIPO	DESCRIPCIÓN	
Relés electromecánicos	Relés de tipo armadura	Un electroimán acciona la armadura, conmutando los contactos.
	Relés de núcleo móvil	Está formado por un émbolo en lugar de una armadura. Utiliza un solenoide para cerrar sus contactos.
	Relé tipo reed o de lengüeta	Están constituidos por una ampolla de vidrio, con contactos en su interior, montados sobre delgadas láminas de metal. La bobina arrollada en la ampolla es la que produce la conmutación de los contactos.
	Relés polarizados o biestables	Compuesto por una pequeña armadura y un electroimán, que al excitarlo, mueve la armadura y provoca el cierre de los contactos.
Relé de Estado Sólido	Esta compuesto por un opto acoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, y un triac (interruptor de potencia). Su mayor ventaja es que permite conmutar mayores amperajes sin que esto lo afecte.	
Relé de Corriente Alterna	La frecuencia ejercida sobre sus contactos, es el doble de la frecuencia con la que se excita la bobina.	
Relé de Láminas	Consiste en un electroimán que es excitado con la corriente alterna, atrayendo varias varillas sintonizadas para resonar a diferentes frecuencias de	

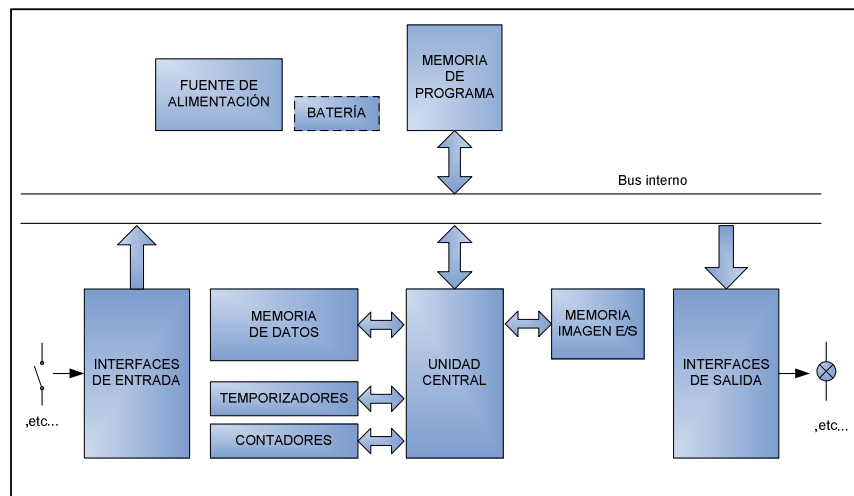
interés.

2.4. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

2.4.1. Definición. El PLC o autómatas programable industrial es un equipo electrónico de control que se basa en un programa interno, con el cual un operador definirá la secuencia de acciones que se realizarán según el requerimiento. Esta secuencia se ejercerá sobre las salidas del autómatas a partir del estado de sus señales de entrada. [5]

El PLC trabaja atendiendo sus entradas y dependiendo de su estado conecta/desconecta sus salidas. La National Electrical Manufacturers Association (NEMA) define al PLC: “como un dispositivo electrónico digital que utiliza una memoria programable para almacenar instrucciones y para implementar funciones específicas tales como funciones lógicas, secuenciales, de temporización, de conteo y aritméticas para controlar máquinas y procesos”. [6]

Figura 2. Diagrama de bloques del PLC. [5]



EL PLC está compuesto por dos partes fundamentales:

El hardware: comprendido por la parte física del PLC. Como se muestra en la figura anterior, para su funcionamiento el PLC debe contar con algunos módulos, tales como:

- La fuente de alimentación, este módulo se encarga de suministrar las distintas corrientes continuas que necesita el autómata para poder funcionar.
- La CPU, o Unidad de Control de Proceso, es el cerebro operacional de todo el sistema, ya que en este módulo se encuentra el microprocesador junto con los dispositivos necesarios para que éste realice su función: las tarjetas de memoria, temporizadores, contadores, etc.
- Las interfaces de entrada y salida, son las que tiene la tarea de establecer la comunicación del autómata con la planta.

El software es la parte que no es tangible: es el programa o programas que hacen que el PLC realice un trabajo determinado [6]

2.4.2. Clasificación de los PLC. Debido a su gran variedad en cuanto a funciones, capacidad, aspecto físico y otras características los PLC pueden ser clasificados en diferentes categorías. Una de ellas se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2. Clasificación de los PLC. [7]

PLC NANO	PLC COMPACTO	PLC MODULAR
Generalmente es de tipo compacto (Fuente, CPU, Módulos de I/O integradas).	Tienen incorporado la Fuente de Alimentación, CPU y un solo Módulo principal con I/O.	Se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, los cuales son: <ul style="list-style-type: none"> • Rack • Fuente de Alimentación • CPU • Módulos de I/O
Maneja una mínima cantidad de I/O (100 apróx.)	Maneja desde poca cantidad hasta apróx. 500 I/O.	
Maneja I/O Digitales.	Soporta módulos adicionales: I/O análogas, contadores rápidos, de comunicaciones, interfaces de operador, expansiones de I/O.	
Se le pueden adaptar módulos especiales.		

2.4.3. Lenguajes de Programación. La realización de un programa que permita controlar el manejo del PLC depende de muchas características, entre ellas se encuentra el lenguaje que el Software maneje para el montaje o escritura de dicho programa. Los dos tipos principales de lenguajes que se manejan para la programación de un PLC son:

Tabla 3. Lenguajes de Programación Gráficos. [8]

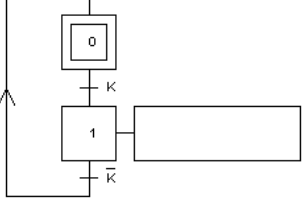
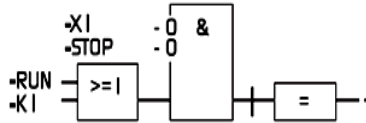
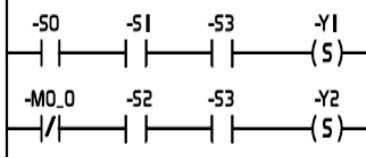
LENGUAJE GRÁFICO		
Funciones Secuenciales o Grafcet	Consiste en una secuencia de etapas (acciones a realizar) y transiciones (condiciones que se deben cumplir para ir desarrollando acciones).	
Plano de Funciones	Representación gráfica orientada hacia las puertas lógicas AND, OR y sus combinaciones. Las funciones individuales se representan con un símbolo, donde a su lado izquierdo se ubican las entradas y en el derecho las salidas.	
Diagrama de Contactos o Plano de Funciones	Es la representación gráfica que tiene cierta analogía a los esquemas de contactos según la norma Nema (USA). Existe una semejanza con los circuitos de control con lógica cableada.	

Tabla 4. Lenguajes de Programación Textuales. [8]

LENGUAJE TEXTUAL		
Lista de Instrucciones	Instrucciones Booleanas, utilizan para su representación letras y números.	LD %I0001 AND %I0002 OR %I0003 OUT %Q0031
Texto Estructurado	Lenguaje Booleano de alto nivel y estructurado, incluye las sentencias de selección (IF-THEN-ELSE) y de interacción (FOR, WHILE Y REPEAT)	LD [%MW1>100] ST %Q0.3 AND [%MW2<%MW3] ST %Q0.2 LD %I0.2 OR [%MW3>=%MW4] ST %Q0.4

2.5. TERMINAL TÁCTIL

Es un tipo especial de pantalla que permite la entrada de datos y órdenes a los dispositivos que se encuentren asociados a ella por medio de toques, ya sea a través de los dedos, por un lápiz u otras herramientas similares; este tipo de dispositivos no son solo de tipo industrial, en la actualidad se encuentran en diferentes equipos tales como teléfonos celulares, monitores de computadoras, etc. También permite visualizar los datos introducidos previamente en los sistemas en los que trabaja.

Existen diferentes tipos de pantallas dependiendo de sus características: TFT de 65.536 colores, STN de 4.096 colores o monocromáticas de 8/16 niveles de gris. Manejan numerosos puertos de comunicación (líneas en serie, Ethernet, tarjetas CANOPEN, PROFIBUS, etc.). Permiten la instalación de memorias flash hasta de 1Gb. [14]

Figura 3. Terminales Táctiles. [15]



2.6. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Los protocolos de comunicaciones son los encargados de definir las reglas necesarias para que exista la transmisión y recepción de la información entre los nodos de una red, de modo que si dos nodos desean comunicarse entre si, deben emplear ambos la misma configuración de protocolos. En la industria los protocolos de comunicación se pueden clasificar dependiendo del tipo de dispositivo que se vaya a conectar.

2.6.1. Tipos de Comunicaciones Industriales

Tabla 5. Comunicaciones Industriales. [16][17]

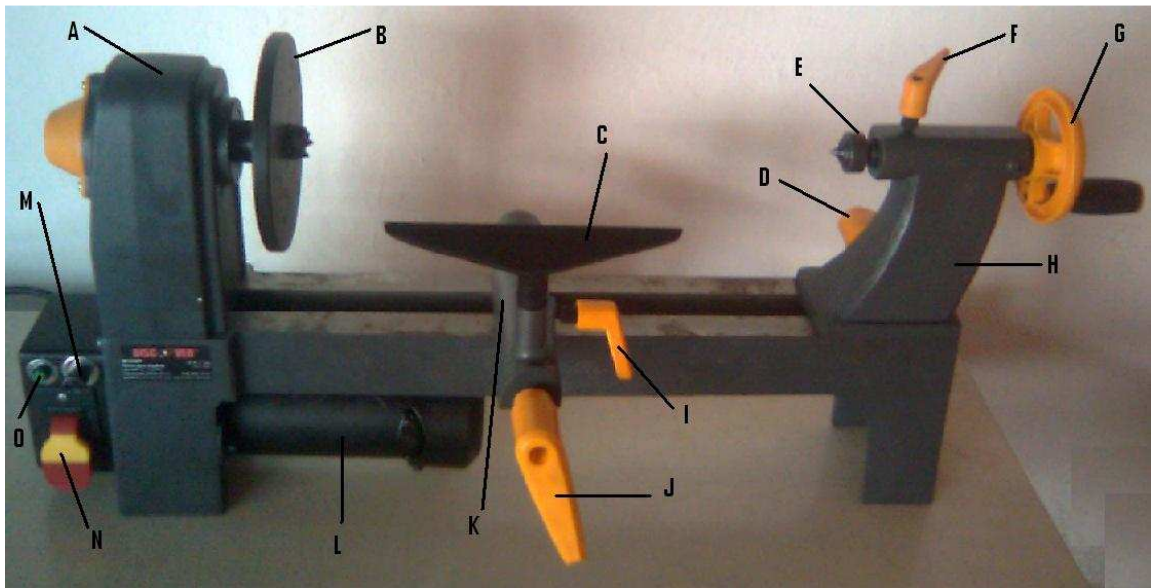
REDES INDUSTRIALES	
Ethernet Industrial	Este protocolo posee una alimentación redundante, está diseñado para soportar condiciones extremas ya sea de vibración, aceleración y choque.
Canbus	Protocolo de comunicaciones tipo serie, maneja un control distribuido en tiempo real y posee nivel de seguridad y multiplexación alto.
Fieldbus	Es un sistema de comunicación digital bidireccional que conecta equipos e instrumentos de campo o de control.
Modbus	Este protocolo está basado en la estructura maestro/esclavo, es público, se implementa fácilmente y requiere poco desarrollo.
Profibus	Es un estándar de bus de campo abierto, que cubre necesidades de tiempo real además que permite integrar los dispositivos menos inteligentes

2.7. TORNO

El torno es una máquina herramienta que se opera en forma manual y es utilizada muy ampliamente en producción baja y media; este proporciona un movimiento rotacional primario a la pieza de trabajo y movimiento de avance a la herramienta de corte, permitiendo desbastar la pieza original y obtener como resultado una pieza torneada y un sobrante en forma de viruta.

2.7.1. Partes del torno. Un torno manual está constituido por las partes que se observan en la Figura 4.

Figura 4. Torno manual y sus partes. [18]



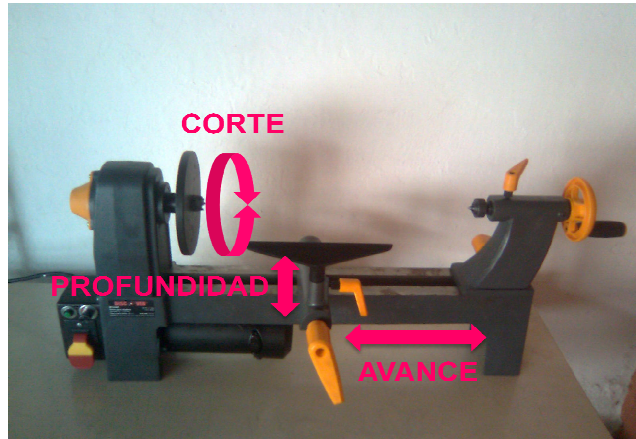
- A: Cabezal
- B: Plato
- C: Apoyo
- D: Palanca de bloqueo contrapunto
- E: Centro del contrapunto
- F: Palanca de bloqueo del eje
- G: Rueda manual
- H: Contrapunto
- I: Palanca de bloqueo de apoyo
- J: Palanca de bloqueo de la base
- K: Base de apoyo
- L: Motor
- M: Perilla de control de velocidad
- N: Interruptor ON/OFF
- O: Botón de reajuste

El cabezal contiene la unidad de transmisión que mueve el plato que hace girar la pieza de trabajo. Opuesta al cabezal está el contrapunto que permite sostener el otro extremo de la pieza de trabajo. [23]

El apoyo permite al operario ubicar, mantener y mover la herramienta de trabajo con profundidad y dirección deseada y la rueda manual mueve el contrapunto según el tamaño de la pieza a maquinar.

2.7.2. Movimientos del torno. Un torno requiere de 3 movimientos para realizar el torneado de una pieza, éstos se muestran en la Figura 5.

Figura 5. Movimientos del torno. [19]



- **Movimiento de corte.** Lo realiza la pieza de trabajo girando sobre su eje principal. Es impreso por un motor eléctrico que transmite el giro a través de poleas y engranes internos y finalmente por el plato hasta llegar a la pieza principal.
- **Movimiento de avance.** Es ejecutado por la herramienta a lo largo del eje de la pieza que se está trabajando. En conjunto con el movimiento de corte, determina el espacio recorrido por la herramienta en cada vuelta de la pieza de trabajo. Cuando este movimiento es paralelo al eje se generan cilindros, pero cuando no, se pueden generar conos.
- **Profundidad de pasada.** Este movimiento determina la profundidad del material desbastado por la herramienta en cada pasada por la pieza de trabajo. [24]

2.7.3. Historia. En la Tabla 6 se muestra una breve descripción histórica de cómo ha sido el proceso evolutivo en cuanto a estructura y desarrollo de los diferentes tipos de tornos, las máquinas herramientas y las máquinas de control numérico.

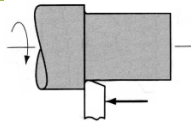
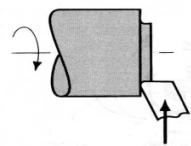
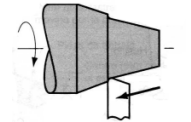
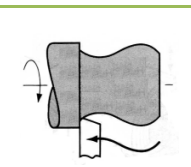
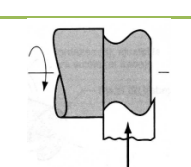
Tabla 6. Historia del torno. [1]

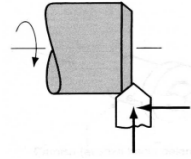
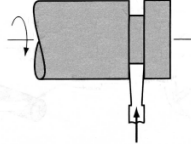
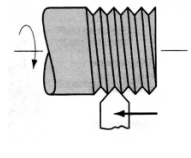
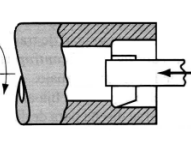
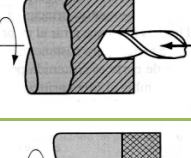
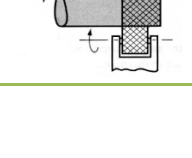
FECHA	AVANCE
1600 – 1700	Torno de madera para madera

1700 – 1800	Torno de mandrilar, cilindrar y cortar tornillos, taladro vertical
1800 – 1900	Torno copiador, torno revolver, fresadora universal
1900 – 1920	Torno con engranajes, máquina automática de tornillos
1940	Primera computadora electrónica
1943	Primera computadora electrónica digital
1952	Primer prototipo de máquina herramienta con control numérico
1957	Maquinas herramientas con control numérico disponible en el mercado

2.7.4. Usos en la industria. El torno es una de las herramientas más utilizadas en la industria debido a la diversidad de usos y aplicaciones que brinda y al amplio campo de acción en que se puede aplicar. En la Tabla 8 se mencionan algunas de las operaciones que se pueden realizar con un torno:

Tabla 7. Operaciones relacionadas con el torneado. [20]

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	GRÁFICO
TORNEADO BÁSICO	Movimiento de avance paralelo al eje generando cilindros.	
CAREADO	Movimiento radial de la herramienta sobre el extremo de la pieza para crear una superficie plana.	
TORNEADO AHUSADO	Movimiento de avance no paralelo al eje generando cilindros.	
TORNEADO DE CONTORNOS	La herramienta avanza en un contorno diferente a la línea recta paralela al eje generando una forma contorneada.	
TORNEADO DE FORMAS	La herramienta tiene una forma que se le imparte al trabajo en cada giro.	

ACHAFLANADO	El borde cortante de la herramienta corta la esquina del cilindro formando un chaflán.	
TRONZADO	La herramienta avanza radialmente dentro de la pieza en cualquier punto de su longitud para trozar una sección de la pieza.	
ROSCADO	Una herramienta puntiaguda pasa paralela al eje de rotación generando cuerdas roscadas en el cilindro.	
PERFORADO	Una herramienta de punta sencilla avanza paralela al eje sobre un diámetro interno de un agujero existente en la pieza.	
TALADRADO	Se hace avanzar la broca dentro del trabajo rotatorio a lo largo de su eje.	
MOLETEADO	No involucra corte de material, sino que produce un rayado regula o patrón en la superficie de trabajo.	

2.8. TORNO CNC

Es un equipo de trabajo que permite manufacturar piezas de distintos materiales y en repetidas ocasiones a través de corte. Este equipo se diferencia de un torno convencional porque es posible programar la secuencia de fabricación de una pieza. Para este tipo de equipos el operador define la secuencia de operación del torno para el maquinado de una pieza y el equipo se encarga de producir la misma pieza en las cantidades que se necesiten. [21]

El torno CNC consta de dos partes principales: el control y el torno. El control es un computador que se encarga de recibir la información ingresada por el operador que

posteriormente será procesada y guarda. Una vez se lleva a cabo este procedimiento, el control comunica al torno mediante señales eléctricas los datos de cómo, cuándo, dónde y qué hacer para elaborar la pieza deseada.

Figura 6. Torno CNC. [22]



3. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROCESO

El maquinado es el más versátil y preciso de los procesos de manufactura debido a su capacidad de producir diversidad de piezas y características geométricas. Este proceso tiene por objetivo generar la forma de la pieza de trabajo partiendo de un cuerpo sólido, o mejorar las tolerancias y el acabado superficial de una pieza previamente formada, al retirar el material en exceso en forma de virutas.

El torneado llevado a cabo tradicionalmente en un torno, es un proceso de maquinado en el cual la herramienta de trabajo, de una sola punta, remueve material de la superficie de una pieza de trabajo cilíndrica en rotación a una velocidad determinada con avance de la herramienta y profundidad de corte especificados.

El desarrollo de este proyecto se basa en el diseño, acople, instrumentación y automatización de un torno para madera que desbaste una pieza hasta obtener el resultado esperado, siendo necesario controlar y monitorear diferentes variables que determinan la calidad y las características de la pieza, por lo cual será indispensable implementar equipos e instrumentos de control y medición y elementos finales de control.

3.1. INGENIERÍA MECÁNICA CONCEPTUAL

Para la automatización del torno para madera, es necesario implementar una serie de elementos que realizarán las funciones que el operario ejecutaba manualmente y además reemplazan las herramientas que se utilizaban para desempeñar esta labor.

Inicialmente se contaba con el Mini torno para madera de referencia MCS330A marca Discover, cuyas especificaciones se muestran en la Tabla 9 y que se observa en la Figura 7, y tal como se resalta en el círculo rojo presenta un apoyo, parte del torno, sobre el que el operario apoyaba el formón para realizar el desbastado manualmente, en el sitio, con la duración y ejerciendo la fuerza que él estimaba conveniente.

Figura 7. Torno Discover. [25]

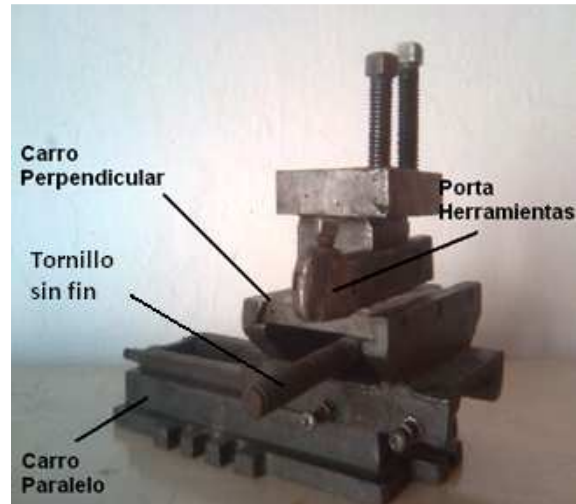


Tabla 8. Especificaciones Torno Discover. [23]

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	TORNO DISCOVER
Modelo	MC330A
Voltaje	110 V
Frecuencia	60 Hz
Potencia	300 W
Corriente	2,1 A
Velocidad variable	810 – 2480 RPM
Máxima distancia entre centros	12" (304 mm)
Recorrido de la contrapunta	1,4" (35 mm)
Tamaño exterior	770 x 122 x 343 mm
Peso neto	18kg

Esta pieza fue reemplazada por una prensa coordinada, mostrada en la Figura 8, que cuenta con movimientos en los ejes X y Y, y permite ubicar la herramienta de corte en el sitio deseado. A su vez, cuenta con dos carros ubicados perpendicularmente uno con respecto al otro, que garantizan que sea recorrida la longitud del torno para desbastar a lo largo de toda la pieza. El carro paralelo a la pieza a torneear, tiene un recorrido de 23cm y el carro perpendicular a la pieza, que permite la profundidad del corte, recorre un total de 12 cm.

Figura 8. Prensa coordenada. [26]



Igualmente, el formón fue reemplazado por un buril ubicado en el portaherramientas mostrado en la Figura 8.

Adicionalmente, para cada carro de la prensa coordenada, es necesario instalar un motor paso a paso que genere el movimiento en los ejes X y Y. En la Figura 9 se muestra el motor para el carro paralelo (denominado M0), dicho motor consta de 5 bobinas y un común que siguen la secuencia mostrada en la Tabla 10 para su rotación en ambas direcciones de giro. Trabaja con 6 [V], por lo tanto, cada "1" en la tabla indica un flanco ascendente de 6 [V] en las bobinas.

Figura 9. Motor Paso a Paso (M0). [27]



Tabla 9. Secuencia de giro motor (M0) [19]


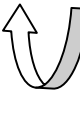
GIRO	B1	B2	B3	B4	B5
↺	1	0	0	0	0
	0	1	0	0	0
	0	0	1	0	0
	0	0	0	1	0
	0	0	0	0	1
↻	0	0	0	0	1
	0	0	0	1	0
	0	0	1	0	0
	0	1	0	0	0
	1	0	0	0	0

En la Figura 10 se muestra el motor para el carro perpendicular (denominado M1). Este motor paso a paso consta de 4 bobinas y un común que siguen la secuencia mostrada en la Tabla 11 para su rotación en ambas direcciones de giro. Trabaja con 24 [V], por lo tanto, cada “1” en la tabla indica un flanco ascendente de 24 [V] en las bobinas.

Figura 10. Motor Paso a Paso (M1). [28]



Tabla 10. Secuencia de giro motor (M1). [19]

GIRO	B1	B2	B3	B4
	1	0	0	0
	0	1	0	0
	0	0	1	0
	0	0	0	1
	0	0	0	1
	0	0	1	0
	0	1	0	0
	1	0	0	0

Como se puede observar en las Figuras 9 y 10, los motores no presentaban piñones para transmitir el giro hacia la prensa y generar el movimiento de los carros; por lo tanto se instaló un tornillo sin fin, que se muestra en la Figura 8, para cada carro y a través de este y de un juego de piñones, mostrados en las Figuras 8 y 9 acoplados a los motores M0 y M1 respectivamente, se convierte paulatinamente el giro de los motores en movimiento lineal de los carros paralelo y perpendicular (Figura 8).

Figura 11. Piñones para M0. [29]

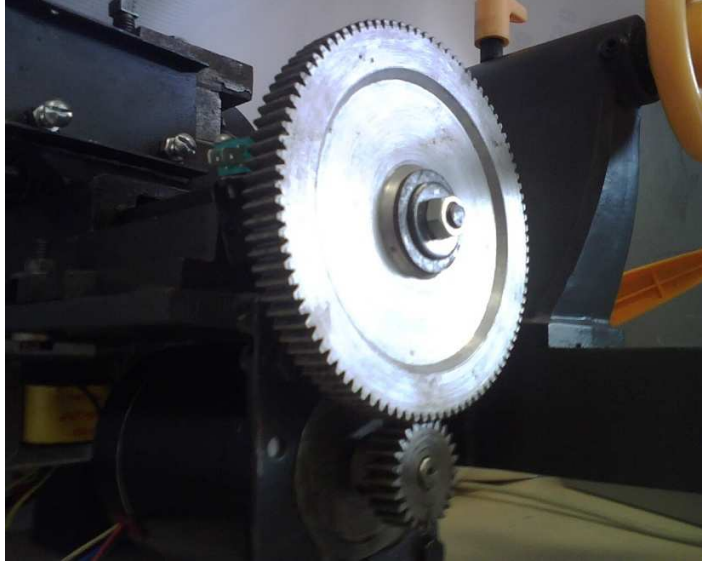
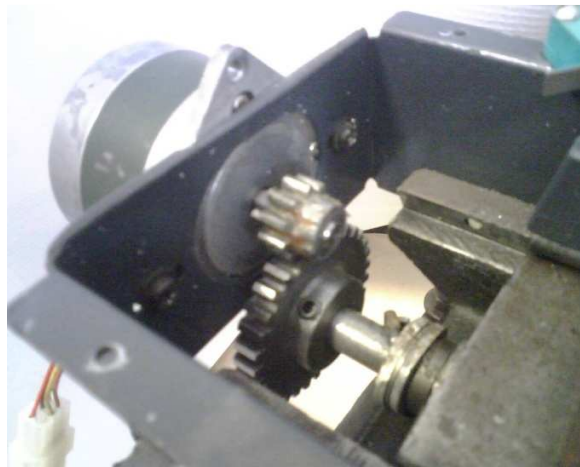


Figura 12. Piñones para M1. [30]



Para realizar el montaje final se hizo necesario utilizar una serie de piezas y soporte metálicos que sostuvieran los motores, la prensa y los piñones, para obtener un ensamble final que se observa en la Figura 13.

Figura 13. Estructura final del Torno y sus acoples. [31]



3.2 INGENIERÍA ELECTRÓNICA CONCEPTUAL

Además de la parte mecánica, es necesario implementar una serie de elementos que permitan llevar a cabo la automatización del proceso de torneado:

3.2.1 Sensor. Es un elemento que permite transformar señales de tipo físico o químico en señales eléctricas por medio de un transductor. Son muy utilizados en la industria y permiten ejecutar innumerables mediciones y procesos (Tabla 2).

Existen muchos tipos de sensores, entre ellos se encuentran los sensores de contacto, denominados finales de carrera, que permiten identificar cuando un recorrido ha llegado a su tope, generando una conmutación que puede ser utilizada como una entrada digital para un sistema de control.

En la ejecución proyecto se utilizaron 4 finales de carrera, como el mostrado en la Figura 14, para determinar el final del recorrido de cada carro en ambas direcciones situándolos en los extremos de la prensa coordinada.

Figura 14. Final de carrera. [32]



3.2.2 Elemento final de control. Es el elemento que ejecuta la acción de control, el que opera directamente la variable a manipular dentro del lazo de control. Los elementos finales de control más comunes son las válvulas, pero además existen muchos otros como los cilindros o los motores; estos últimos de varios tipos.

Los motores paso a paso son dispositivos electromecánicos que se mueven dependiendo de pulsos generados en las bobinas que lo componen; estos motores son muy utilizados en tareas que requieran precisión por su facilidad para lograr una posición determinada.

Para la puesta en marcha del proyecto, se implementaron 2 motores paso a paso que se pueden observar en las Figuras 9 y 10 y cuyos pasos dependen de las secuencias descritas en las Tablas 10 y 11.

3.2.3 Sistema de control. Recibe los valores de las variables y permite su manipulación según los requerimientos de producción, evaluando las acciones de control a ejecutar y así obtener el desempeño óptimo de los procesos.

El sistema de control implementado se basa en el PLC MODICON PREMIUM TSX P57 2634M TELEMECANIQUE, que es un elemento diseñado para procesos de fabricación debido a su flexibilidad y apertura; ofrece un rendimiento inigualable, reduciendo los tiempos de los ciclos y evitando cualquier necesidad de optimización, debido a la integración de más datos de diagnóstico y producción, la libertad de comunicación y el acceso a programación genérica.

4. SISTEMA SCADA

4.1. NIVEL DE INSTRUMENTACIÓN

En la automatización que se realizó en el torno para madera, se evaluaron los valores límites de posición del elemento de desplazamiento (carro del torno), para establecer un rango de operación seguro tanto para el operario como para el equipo. A su vez se utilizaron elementos finales, los cuales realizan el posicionamiento de la herramienta de torneado. En la supervisión y control de dichas variables se hizo uso de la instrumentación que se cita a continuación.

4.1.1. Inventario de Señales del Proceso

Tabla 11. Inventario General de las Señales del Proyecto. [36]

INVENTARIO DE SEÑALES DE CONTROL DEL PROYECTO				
ENTRADAS DIGITALES				
INSTRUMENTO	RANGO DE OPERACIÓN	SEÑAL DE CONTROL	IDENTIFICACIÓN ISA	DESCRIPCIÓN
Sensor Final de Carrera	0 – 50 VDC 110–220 VAC	0 – 24 VDC		Indica el límite permitido para el movimiento de la prensa.
SALIDAS DIGITALES				
ELEMENTO DE CONTROL	RANGO DE OPERACIÓN	SEÑAL DE CONTROL	IDENTIFICACIÓN ISA	DESCRIPCIÓN
Motor Paso a Paso M0	0 – 10 VDC	0 – 6 VDC	M0	Movimiento de la prensa en el eje X.
Motor Paso a Paso M1	0 – 24 VDC	0 – 24 VDC	M1	Movimiento de la prensa en el eje Y.

4.1.2. Instrumentación del proceso

- **Motores.** Un motor es una máquina que transforma cualquier tipo de energía en energía mecánica (movimiento). Existen una gran variedad de motores, pero el principio básico de funcionamiento es el mismo.

Para la automatización del torno para madera se hace uso de dos motores: un motor paso a paso alimentado con una tensión de 6 Vdc, tal como se muestra en la Figura 15, que es el encargado de realizar el movimiento de un tornillo sin fin que esta acoplado a la prensa coordinada permitiéndole el desplazamiento en el eje X del sistema coordinado. El segundo motor paso a paso es alimentado a 24 Vdc y se utiliza

para impulsar la parte superior de la prensa coordinada, dándole así el movimiento sobre el eje Y de sistema (Figura 16).

En la Tabla 14 se muestran las principales características de los motores utilizados en la automatización del torno para madera.

Tabla 12. Características de los Motores Implementados. [36]

MOTOR PASO A PASO	ALIMENTACIÓN	CORRIENTE NOMINAL	Nº DE BOBINAS
M0	6 Vdc	2,45 A	5
M1	24 Vdc	2,07 A	4

Figura 15. Motor Paso a Paso M0 acoplado al sistema. [37]

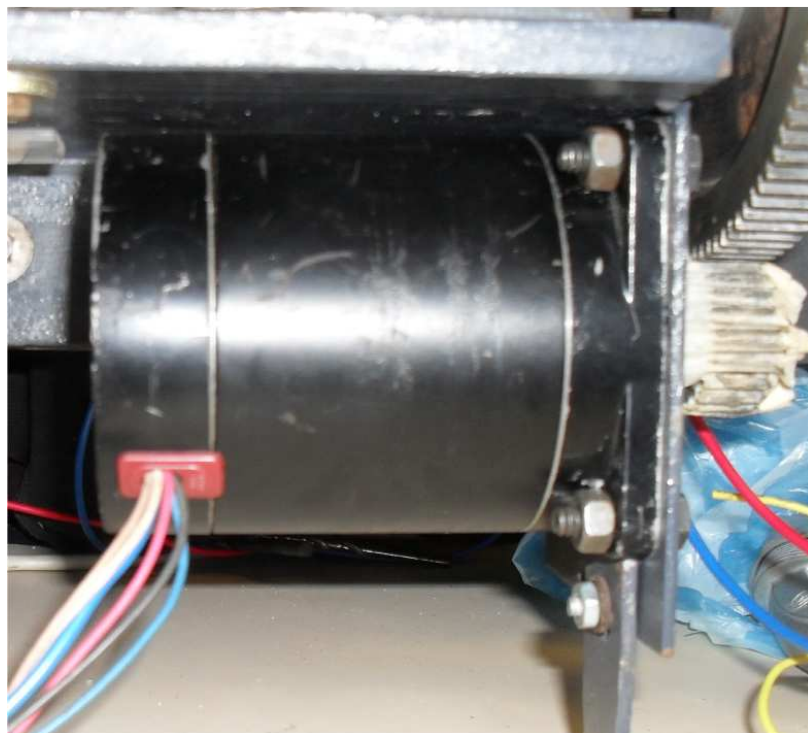
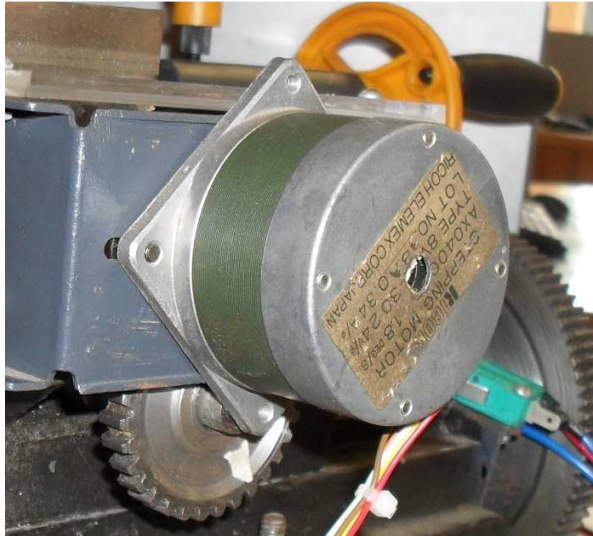


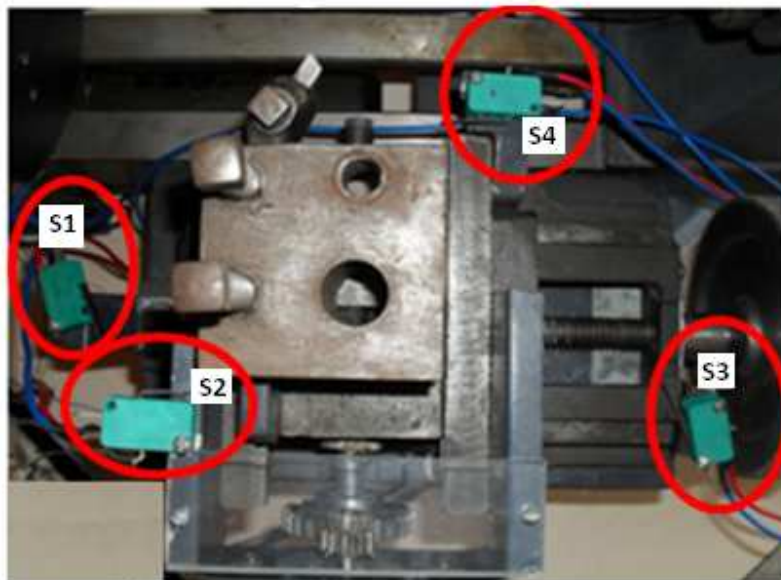
Figura 16. Motor Paso a Paso M1 acoplado al sistema. [38]



- **Finales de carrera.** El final de carrera es un sensor de contacto que indica la posición de un elemento dentro del proceso en el cual se está implementado. Para la automatización del torno para madera se utilizaron cuatro (4) sensores finales de carrera, los cuales se encuentran en constante supervisión y al momento de ser conmutados envían una señal de +24 VDC a una de las entradas digitales del PLC dispuestas para ellos, realizando una interrupción en el programa, el cual detendrá el movimiento de los motores paso a paso. Los sensores fueron dispuestos en cada uno de los extremos de la prensa para el buen funcionamiento del equipo, teniendo en cuenta los límites de operación de la mesa del torno, los cuales es recomendable no se excedan para así garantizar la seguridad del operario y la integridad del equipo.

En la Figura 17 se puede observar los finales de carrera implementados dentro del sistema, y tal como se explicó en el párrafo anterior son los encargados de indicar los límites de operación del carro del torno.

Figura 17. Ubicación de los finales de carrera implementados en el sistema. [39]



- **Prensa coordinada.** Para el desplazamiento de la herramienta de corte del torno, se realizó su montaje en un portaherramientas como se observa en la Figura 18, el cual a su vez esta acoplado al carro del torno quien es el encargado de darle la dirección de corte al buril.

El carro que se acopló al torno para madera está realizado a partir de una prensa coordinada (Figura 19), ya que esta realiza dos tipos de movimientos, uno en el eje coordinado X y el otro en el eje coordinado y, además, para garantizar el sostenimiento del portaherramientas se realizó el montaje de una torre de un torno normal sobre el carro perpendicular de la mesa de trabajo del torno. El montaje final que se obtuvo se puede evidenciar en la Figura 20 donde se encuentran cada una de las partes que conforman el carro del torno para madera.

Figura 18. Torre y portaherramientas del torno. [40]

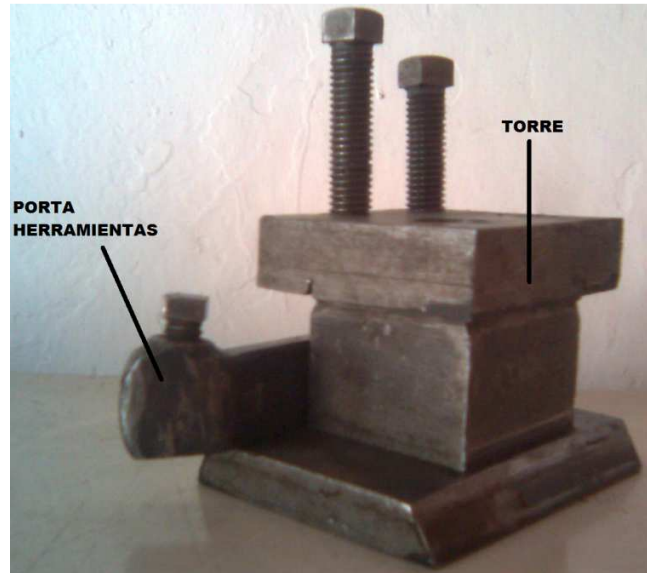
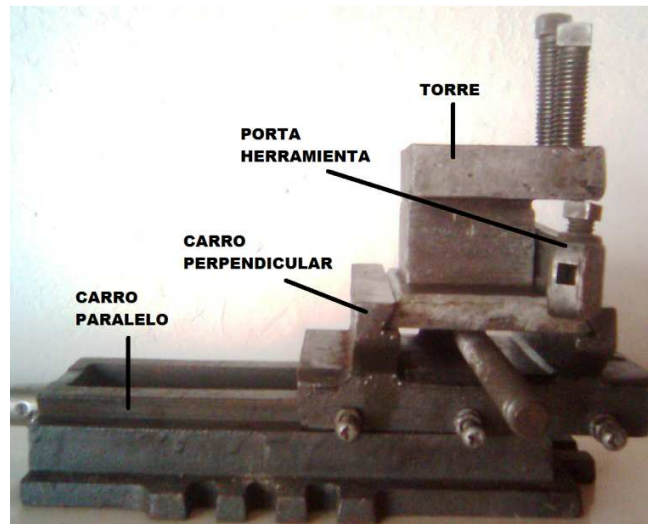


Figura 19. Prensa coordinada. [41]



Figura 20. Carro implementado en el torno para madera. [42]

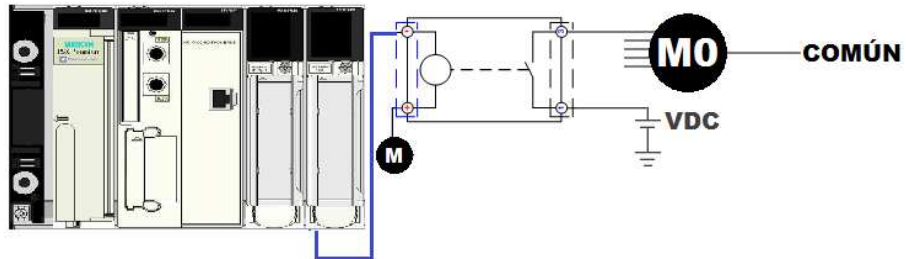


4.1.3. Sistema de acondicionamiento de señales. El sistema de control del MODICON PREMIUM está implementado por el módulo de salidas digitales TSX DSY 16T2, que genera a través de señales de control (+24 VDC) el accionamiento de los elementos finales, que manejan señales de voltaje de 6 VDC – 2.45 A y 24 VDC – 2.07 A. Estas señales de control se acondicionaron a través de relés, con el fin de accionar los elementos finales de control, que para este caso será cada uno de los devanados de las bobinas de los motores paso a paso.

De acuerdo a lo anterior, se implementó un sistema de acondicionamiento de señal a través de relés electromagnéticos que garantizan el aislamiento eléctrico de los sistemas de control y potencia, permitiendo operarlos con señales de control de bajo voltaje.

El relé electromagnético utiliza la atracción entre una armadura de hierro y una bobina energizada para accionar un sistema de contactos eléctricos. Al circular una corriente a través de la bobina, la armadura es atraída por el núcleo de hierro. El suministro en AC o DC de bajo voltaje y corriente puede controlar la bobina del relé permitiendo el control de un circuito de alto voltaje y elevada corriente. [43]

Figura 22. Instalación del Relé Electromagnético para los motores [45]



Los dispositivos de acondicionamiento de señal, relés electromagnéticos se encuentran dispuestos en el gabinete de control entre la sección de control y el sistema de protección tal como se muestra en la Figura 23.

Figura 23. Instalación del Sistema de Acondicionamiento en el Gabinete. [46]



Por otra parte, se utilizó una fuente de alimentación auxiliar (Figura 24), indispensable para el funcionamiento de la instrumentación del proceso y del sistema de control, ya que los módulos de entradas y salidas digitales requieren de una referencia de +24 VDC conectada a los mismos, además para el accionamiento de los relés electromagnéticos.

De acuerdo a lo anterior, se utilizó una fuente Telemecanique ABL8REM24050 Modular, que presenta una tensión nominal de entrada de 220 VAC, una corriente continua de salida de 5 A y suministra 24 VDC. Esta fuente alimenta el sistema de control del motor M1, las referencias de los módulos TSX DEY 16D2 y TSX DSY 16T2 y el sistema de acondicionamiento del gabinete.

Figura 24. Fuente Telemecanique ABL8REM24050. [47]



Figura 25. Fuente Telemecanique ABL8REM24050 instalada en el gabinete. [48]



4.1.4. Sistema de protección eléctrica. Está constituido por dispositivos que se utilizan como medio de conexión o desconexión de las líneas de la instalación eléctrica y a su vez proveen protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos.

En el tablero de automáticos y en el gabinete de control se instalaron las siguientes protecciones para la posterior distribución el mismo:

- **Interruptor termomagnético totalizador de caja moldeada.** Dispositivo instalado en el gabinete de control como totalizador para proteger contra sobrecarga y cortocircuito el barraje y la acometida trifásica del laboratorio y del sistema que se está implementando en el torno para madera.

Figura 26. Interruptor EasyPact Ezc100N 20. [49]



- **Tacos termomagnéticos enchufables.** Se encargan de proteger contra cortocircuitos y/o sobrecargas las líneas de alimentación de los elementos de control.

Se instaló un taco trifásico en el tablero de automáticos, para proteger las tres líneas de alimentación que van a ser llevadas al Interruptor Totalizador EasyPact EZC100N 20 del gabinete de control.

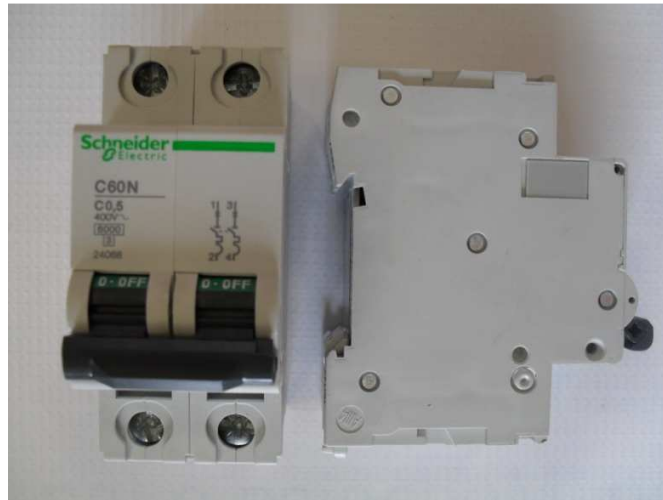
Figura 27. Taco Termomagnético Instalado en el Tablero de Automáticos. [50]



En el gabinete de control se instalaron las siguientes protecciones para los actuadores controlados:

- **Breaker bipolar.** Interruptor de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos implementado para proteger las dos fases empleadas para la alimentación de la fuente Telemecanique ABL8REM24050 modular y la fuente TSX PSY 2600M encargada de hacer la distribución de la alimentación al rack del PLC. Están en capacidad de soportar corrientes hasta de 2A.

Figura 28. Interruptor Termomagnético C60N. [51]



4.2. RTU/MASTER

La unidad terminal remota (RTU) se define como un conjunto de elementos dedicados a labores de adquisición de datos, control y/o supervisión de un sistema, los cuales se encuentran alejados del centro de mando y se comunican con este a través de algún protocolo de comunicación (Ethernet, PROFIBUS, PPI, MPI). Dentro de esta categoría se pueden encontrar a los autómatas programables (PLC). [33]

En la automatización del torno para madera se implementó un PLC como unidad terminal remota. El sistema implementado consta de un rack TSX RKY 12 encargado de realizar la distribución de la alimentación a los módulos que se encuentran montados en él, una fuente de alimentación TSX PSY 2600M, una CPU TSX P57 2634M con módulo de Ethernet integrado (TSX ETY PORT), un módulo de entradas digitales TSX DEY 16D2 y un módulo de salidas digitales TSX DSY 16T2.

4.2.1. Controlador Lógico Programable MODICON PREMIUM. Los Controladores Lógicos Programables de la línea MODICON PREMIUM TSX P57 están compuestos principalmente por un rack de 4, 6, 8 y 12 posiciones ya sea o no extensible, módulo de alimentación para todo el sistema, módulos de entradas/salidas binarias, módulos de entradas/salidas analógicas, módulos de comunicación y módulos específicos según la aplicación.

Figura 29. MODICON PREMIUM TSX P57. [53]



- **Rack TSX RKY 12:** Los racks TSX RKY constituyen los elementos básicos de la plataforma de automatismos Modicon TSX Premium. Estos racks cumplen con las siguientes funciones:
 - **Función mecánica:** permiten fijar el conjunto de los módulos de una estación automática (alimentación, procesador, entradas/salidas digitales, entradas/salidas analógicas, módulos especiales).
 - **Función eléctrica:** permiten la conexión al bus (bus x) y garantizan la distribución de la alimentación necesaria en cada módulo de un mismo rack, las señales de servicio y de los datos para el conjunto de la estación automática en caso de que incluya varios racks.

Figura 30. Rack TSX RKY 12. [52]



- **Módulo de alimentación PSX PSY 2600.** El módulo de alimentación TSX PSY 2600M, se instala en el primer emplazamiento del rack y ocupa la posición PS (Figura 29).

Esta fuente está destinada a alimentar con 24 Vdc los módulos del controlador Premium y dispone de funciones auxiliares como: un bloque de visualización, un relé de alarma, un emplazamiento que permite recibir una pila para guardar los datos en la memoria RAM del procesador.

Esta pila TSX PLP 01 (3,6V/0,8Ah/tamaño 1/2AA) se debe cambiar de forma preventiva una vez al año o cuando se encienda el indicador luminoso BAT.

En la siguiente tabla se documenta algunas de las características en cuando a tensión, corriente y algunas de las funciones especiales que ofrece este módulo.

Tabla 13. Características del módulo TSX PSY 2600. [54]

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: I _{eff}	≤ 0,5 A a 100 V ≤ 0,3 A a 240 V	
	Conexión inicial a 25°C	I Llamada	≤ 37 A a 100 V ≤ 75 A a 240 V
		I ² _t en la conexión	0,63 A ² s a 100 V 2,6 A ² s a 240 V
I _t 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)	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

- **Procesador TSX P57 2634.** El procesador Modicon Premium TSX P57 2634 en general es un aparato autónomo y modular que incorpora una unidad central de procesamiento (CPU), una memoria interna, un puerto Conector TER (mini-DIN de ocho pins) que se utiliza 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). Además posee un puerto Conector AUX (mini-DIN de ocho pins), un slot de extensión para una tarjeta de memoria de formato PCMCIA tipo 1 y otro para una tarjeta de memoria de formato PCMCIA tipo 3 y un conector RJ 45 para la conexión a Ethernet.

El procesador se alimenta a través de la fuente TSX PSY 2600 que se encuentra montada en el rack TSX RKY 12, el cual es el encargado de alimentar de cada uno de los módulos conectados al mismo dependiendo de la distribución que realice el procesador y la necesidad que presente cada uno de ellos para su correcto funcionamiento.

La Tabla 16 contiene de forma general los datos técnicos y en la Figura 29 se puede observar la posición en el rack que ocupa el procesador TSX P57 2634.

Tabla 14. Características del módulo TSX P57 2634. [54]

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
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
		65% booleano + 35% digital	3,57 Kins/ms
	Tarjeta PCMCIA	100% booleano	3,70 Kins/ms
		65% booleano + 35% digital	2,50 Kins/ms
Tiempo de ejecución	Instrucción booleana básica		0,19/0,21 μ s
	Instrucción digital básica		0,25/0,42 μ s
	Instrucción de coma flotante		1,75/3,0 μ s
Administración del sistema	Tarea maestra		1 ms
	Tarea FAST		0,30 ms

- **Módulo de entradas digitales TSX DEY 16D2.** La línea Modicon Premium TSX P57 cuenta con una variedad de módulos de ampliación que pueden ser adquiridos de

acuerdo con las necesidades del usuario y del proceso a trabajar. Estos van desde E/S digitales, E/S análogas y para aplicaciones específicas.

En esta aplicación se eligió un módulo TSX DEY 16D2 que posee entradas de 24 VDC y lógica positiva con un bloque de terminales de 16 vías. Está equipado con un bloque de terminales de conexión de tornillos desmontable TSX BLY 01 (Figura 31), que facilita el cableado y permite la conexión de las entradas.

Figura 31. Bornero de Tornillos 20 contactos para I/O TSX BLY 01. [55]



La Figura 32 muestra el diagrama del circuito de una entrada y en la figura 33 se ilustra el esquema de conexión del módulo TSX DEY 16D2.

Figura 32. Circuito interno TSX DEY 16D2. [54]

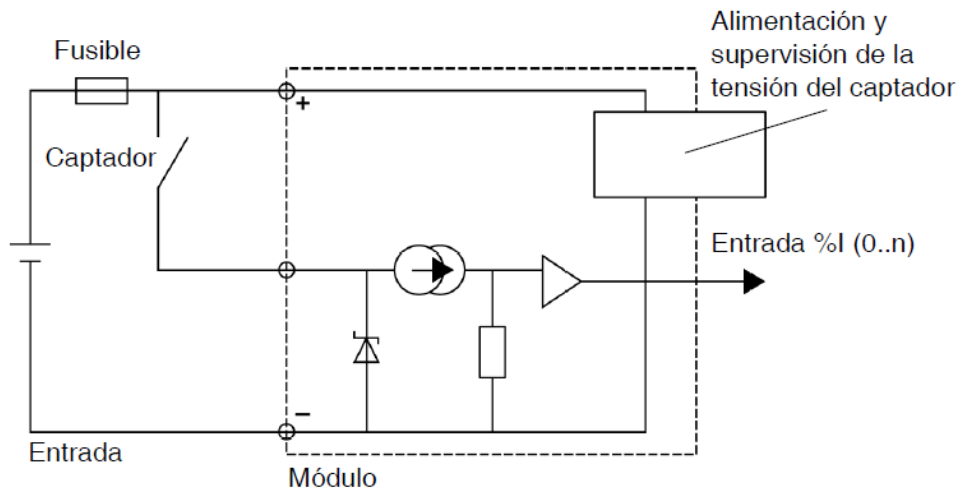
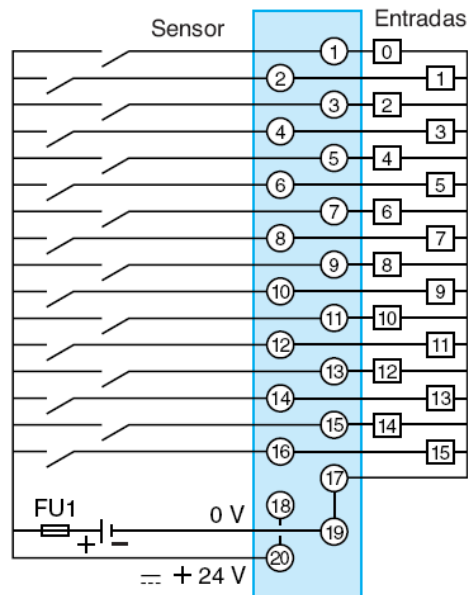


Figura 33. Conexión del módulo TSX DEY 16D2 a los sensores. [54]



FU1: fusible rápido de 0,5 A

La tabla siguiente muestra las características generales del módulo TSX DEY 16D2.

Tabla 15. Características del módulo TSX DEY 16D2. [54]

MÓDULO TSX DEY 16D2		ENTRADAS DE LÓGICA POSITIVA DE 24 VDC	
Valores de intensidad nominal de entrada		Alimentación	24 VDC
		Corriente	7 mA
Valores límite de entrada	En 1	Alimentación	≥ 11 V
		Corriente	$\geq 6,5$ mA (para $U = 11$ V)
	En 0	Alimentación	≤ 5 V
		Corriente	≤ 2 mA
	Alimentación de sensor (fluctuación incluida)		De 19 a 30 V (posible hasta 34 V, limitada a 1 hora cada 24 horas)
Impedancia de entrada	En U nominal	4 kilohmios	
Tiempo de respuesta	Mínimo	4 ms	
	Máximo	7 ms	
Conformidad con la IEC 1131-2		Tipo 2	
Compatibilidad con sensor de proximidad de dos o tres conductores		IEC 947-5-2	
Rigidez dieléctrica		1.500 V eficaces, 50/60 Hz durante 1 minuto	
Resistencia de aislamiento		10 megaohmios (por debajo de 500 VCC)	
Tipo de entrada		Corriente de común positivo	
Paralelización de las entradas		Sí	
Umbral de control de la tensión del sensor	Correcto	> 18 V	
	Error	< 14 V	
Control del tiempo de respuesta	En la aparición	$1 \text{ ms} < T < 3 \text{ ms}$	
	En la desaparición	$8 \text{ ms} < T < 30 \text{ ms}$	
Consumo de 5 V	Típico	80 mA	
	Máximo	90 mA	
Consumo de alimentación de sensor	Típico	$25 \text{ mA} + (7 \times N_b) \text{ mA}$	
	Máximo	$33 \text{ mA} + (7 \times N_b) \text{ mA}$	
Potencia disipada		$1 \text{ W} + (0,15 \times N_b) \text{ W}$	
Descenso de la temperatura		Las características a 60 °C están garantizadas para el 60% de las entradas establecidas en 1	

- **Módulo de salidas digitales TSX DSY 16T2.** El módulo TSX DSY 16T2 posee salidas a transistor de 24 VDC y lógica positiva con un bloque de terminales de 16 vías. Está equipado con un bloque de terminales de conexión de tornillos desmontable TSX BLY 01 (Figura 31), que facilita el cableado y permite la conexión de las salidas.

La figura 34 muestra el diagrama del circuito de una salida y en la figura 35 se ilustra el esquema de conexión del módulo TSX DSY 16T2.

Figura 34. Circuito interno TSX DSY 16T2. [54]

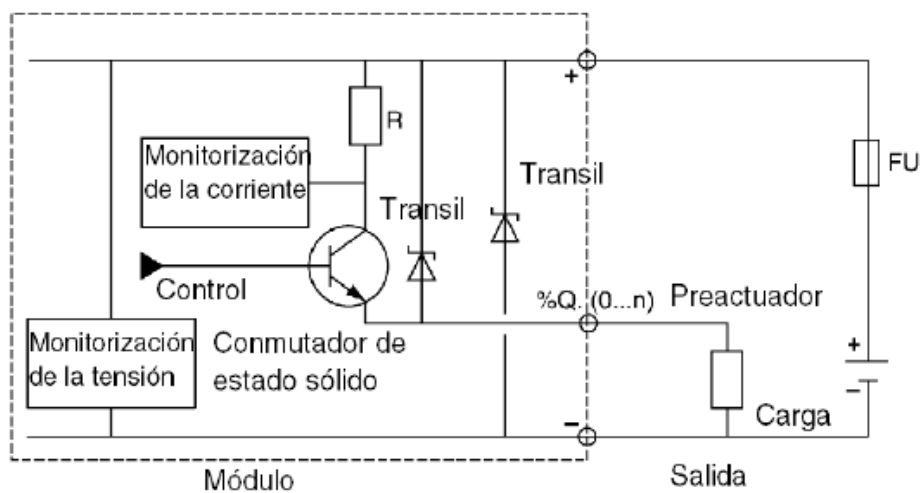
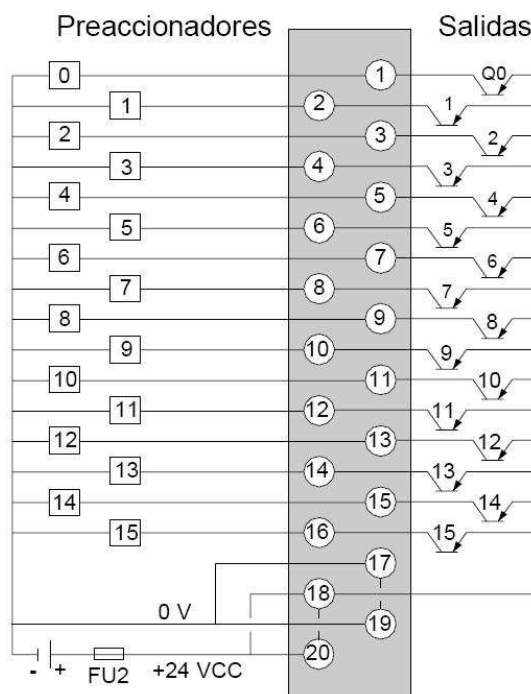


Figura 35. Conexión del módulo TSX DSY 16T2 a los preactuadores. [54]



La tabla siguiente muestra las características generales del módulo TSX DSY 16T2.

Tabla 16. Características del módulo TSX DSY 16T2. [54]

MÓDULO TSX DSY 16T2		SALIDAS DE TRANSISTOR DE 24 VDC CON LÓGICA POSITIVA
Valores nominales	Tensión	24 VDC
	Corriente	0,5 A
Valores de umbral	Tensión (fluctuación incluida)	De 19 a 30 V (posible hasta 34 V durante 1 hora cada 24 horas)
	Corriente/canal	0,625 A
	Corriente/módulo	7 A
Potencia de la lámpara de filamento de tungsteno	Máximo	6 W
Corriente de fuga	En 0	< 0,5 mA
Caída de tensión	En 1	< 1,2 V
Impedancia de carga	Mínima	48 ohmios
Tiempo de respuesta		1,2 ms
Frecuencia de conmutación en carga inductiva		0,5/LI2 Hz
Paralelización de las salidas		Sí (2 máximo)
Compatibilidad con entradas IEC 1131-2 DC		Sí (tipo 1 y tipo 2)
Protección incorporada	Contra las sobretensiones	Sí, mediante diodo transil
	Contra las inversiones	Sí, mediante diodo invertido (3)

	Contra las sobrecargas y cortocircuitos	Sí, mediante limitador de corriente y disyuntor eléctrico 1,5 in < I_d < 2 in
Umbral de control de la tensión del preactuador	Correcto	> 18 V
	Error	< 14 V
Control del tiempo de respuesta	En la aparición	T < 4 ms
	En la desaparición	T < 30 ms
Consumo de 5 V	Típico	80 Ma
	Máximo	90 mA
Consumo del preactuador de 24 V	Típico	40 mA
	Máximo	60 mA
Potencia disipada		1,1 W + (0,75 x Nb) W
Rigidez dieléctrica	Salida/tierra o salida/lógica interna	1.500 V eficaces, 50/60 Hz durante 1 minuto
Resistencia de aislamiento		> 10 Mohmios (por debajo de 500 VCC)
Descenso de la temperatura		Las características a 60 °C están garantizadas para el 60 % de la corriente máxima del módulo.

4.3. NIVEL DE COMUNICACIONES

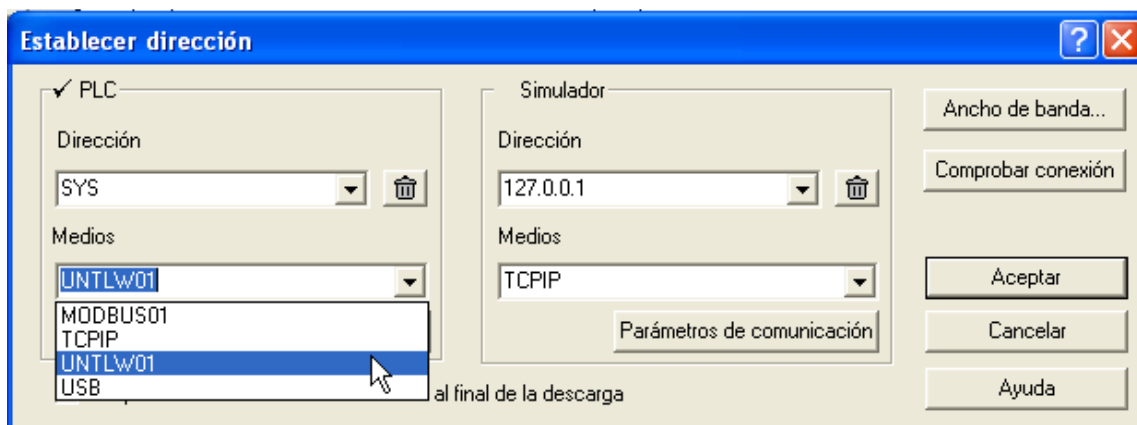
El nivel de comunicación se encarga de realizar el transporte de la información entre los niveles de instrumentación, RTU, centro de control y aplicaciones avanzadas.

El procesador TSX P57 2634 soporta numerosos tipos de redes de comunicación. La red se selecciona en el cuadro de diálogo "*Establecer dirección*". (Ver Figura 36)

Una red seleccionada se denomina una interfaz. Las interfaces disponibles para acceder a las redes de comunicación son:

- MODBUS01.
- TCP/IP.
- Uni-Telway.
- USB.

Figura 36. Comunicación entre PC y PLC. [56]



4.3.1. Cable multimaestro TSXCUSB485. El cable multimaestro TSXCUSB485 es un dispositivo “Plug and Play” utilizable con PC que soporten la versión USB 1.1. Proporciona aislamiento eléctrico entre el PC y el procesador TSX P57 2634, soportando la comunicación Uni-Telway a velocidades de transferencia de hasta 19.200 bits/s.

El convertidor TSXCUSB485 es un dispositivo de comunicación multifunción que convierte señales serie, a través de una conexión USB, en señales RS485.

Figura 37. Cable multimaestro TSXCUSB485.



Tabla 17. Funciones del modo serie.

	Posición	Función – Tipo de conexión	NDE	PMC
	0	TER MULTI - Modalidad multipunto	Sin utilizar	NC
	1	OTROS MULTI - Modalidad	Sin utilizar	0 V



		multipunto		
	2	TER DIRECT - Modalidad punto a punto.	Utilizado	NC
	3	OTROS DIRECT - Modalidad punto a punto. Otros tipos de comunicación (por ejemplo: Modbus, ASCII)	Utilizado	0 V

Tabla 18. Polarización cable multimaestro TSXCUSB485.

	Posición	Descripción
	DES	Debe elegirse esta posición: - Si la línea Serial Modbus ya se ha polarizado mediante otro dispositivo - Para la comunicación Uni-Telway
	CON	El convertidor polariza el bus Serial Modbus (560 Ohmios).

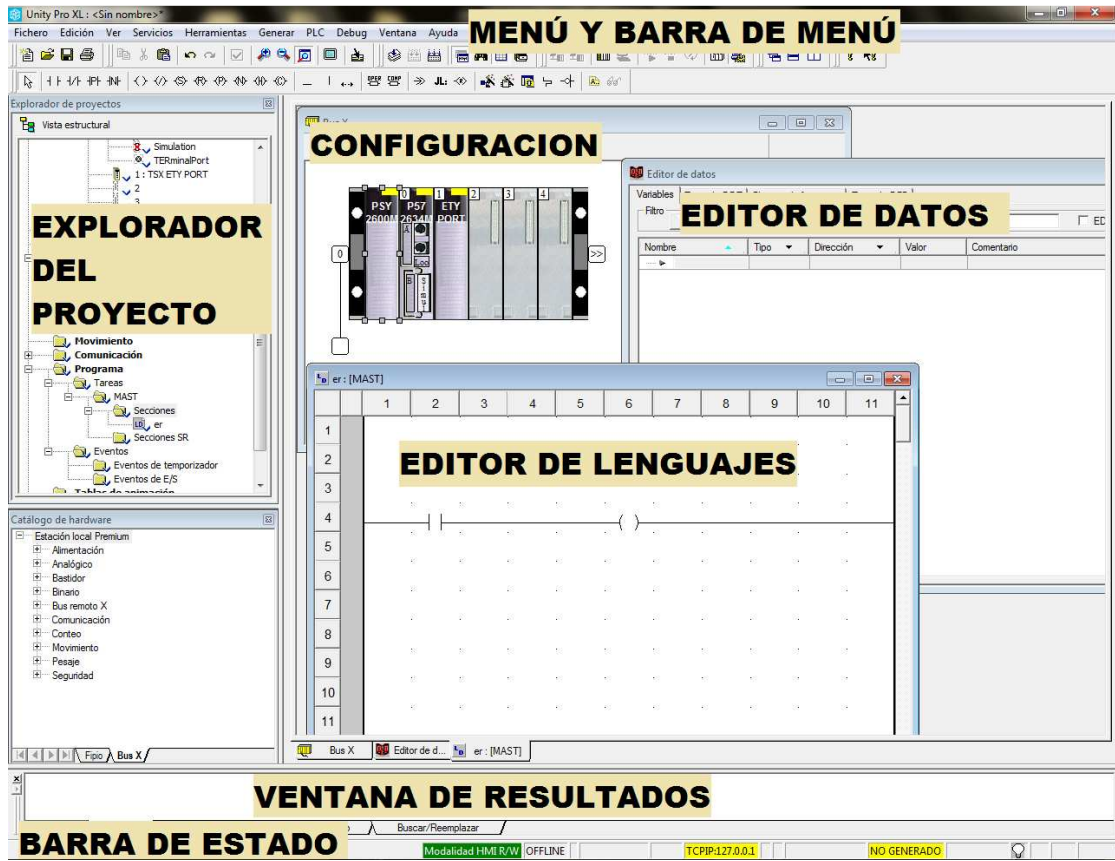
4.4. NIVEL CENTRO DE CONTROL

En este nivel centraliza el mando del sistema. Está compuesto por estaciones de trabajo constituidas por tableros de control y computadores con software de programación, software de adquisición de datos y supervisión, servidores de intercambio de datos y periféricos que permiten que le dan la oportunidad de interactuar con los elementos involucrados en el proceso.

El centro de control implementado para la automatización del torno para madera está constituido por el Software de Programación Unity Pro M, el cual está diseñado para trabajar con el PLC Modicon Premium utilizado en el proceso. Al igual se dispone del Software de Ingeniería Vijeo-Designer y del Terminal Táctil Magelis XBT GT2330.

4.4.1. Software UNITY PRO M. Es un paquete de software de programación para la línea Modicon Premium. El paquete de programación Unity Pro constituye un entorno de fácil manejo para desarrollar, editar y observar el programa necesario con objeto de controlar la aplicación. Existen cuatro versiones diferentes del software las cuales son: S, M, L, y XL teniendo como diferencia la cantidad de comandos o librerías que posee cada versión. La versión que se implemento para el desarrollo de este proceso fue la M ya que las librerías que se necesitaban no requerían ser muy especializadas (Ver figura 38).

Figura 38. Componentes de la Ventana del Unity Pro M. [56]



- **Menú y Barra de Menú.** Todas las funciones pueden ser accesibles usando la barra de menú. Las funciones usadas con más frecuencia sólo son accesibles directamente usando el icono de barras de herramientas estándar. Por otra parte, se pueden definir las barras de herramientas propias, adecuándolas de acuerdo a las necesidades que se presenten.
- **Explorador del Proyecto.** Permite desplegar las diferentes partes en las que está dividido un proyecto Unity Pro y moverse a través de los mismos.
- **Configuración.** En esta sección del programa es donde se va a realizar la respectiva configuración del bastidor que se va a utilizar en la generación de un proyecto y los diferentes tipos de módulos que lo van a conformar.
- **Editor de Datos.** Todos los diferentes tipos de variables que se van a trabajar en un proyecto son creadas y almacenadas en esta sección. Además, permite la implementación de los diferentes tipos de bloques de función que posee el software.
- **Editor de Lenguajes.** Incorpora el programa que será posteriormente transmitido al PLC. Se puede trabajar en diferentes lenguajes como lo son: ST, IL, FBD, SFC y LD.
- **Ventana de Resultados.** Una vez se realiza la compilación del programa, en esta ventana se visualizan los errores que se presenten o las posibles advertencias que pueden generar un mal funcionamiento en el programa.
- **Barra de Estado.** Indica el estado del PLC (en línea o desconectado) con respecto al programa que se está implementando, ya sea que la lógica que tiene programada el PLC corresponda a la que se tiene en el software o esta sea diferente.

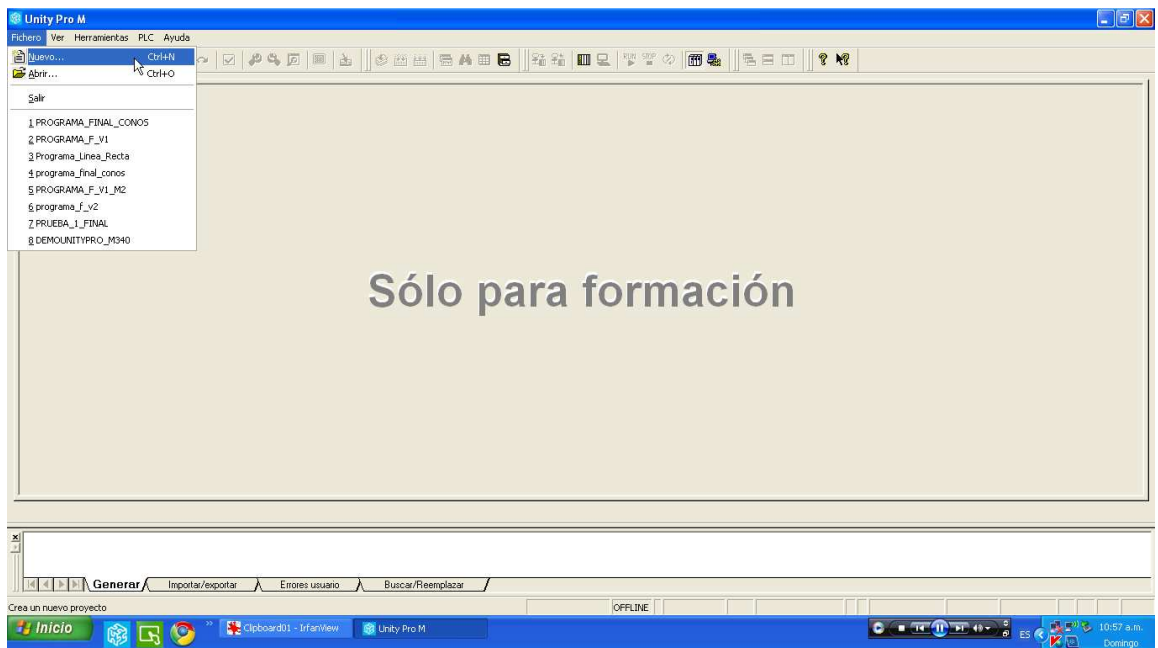
4.4.2. Configuración del Control para la Automatización del Torno para Madera.

Para la automatización del torno para madera se configuró un PLC de la línea Modicon Premium, para esto se requiere definir el tipo de rack que se va a utilizar, la fuente de alimentación del PLC, el procesador implementado, y los módulos de I/O necesarios para su correcto funcionamiento. Una vez realizado, esto se realiza la configuración de la comunicación Ethernet definiendo las características de la red implementada. Posteriormente se programa la estrategia de control y se descarga sobre la CPU.

Para este proceso se realizó una serie de pasos los cuales se documentarán a continuación:

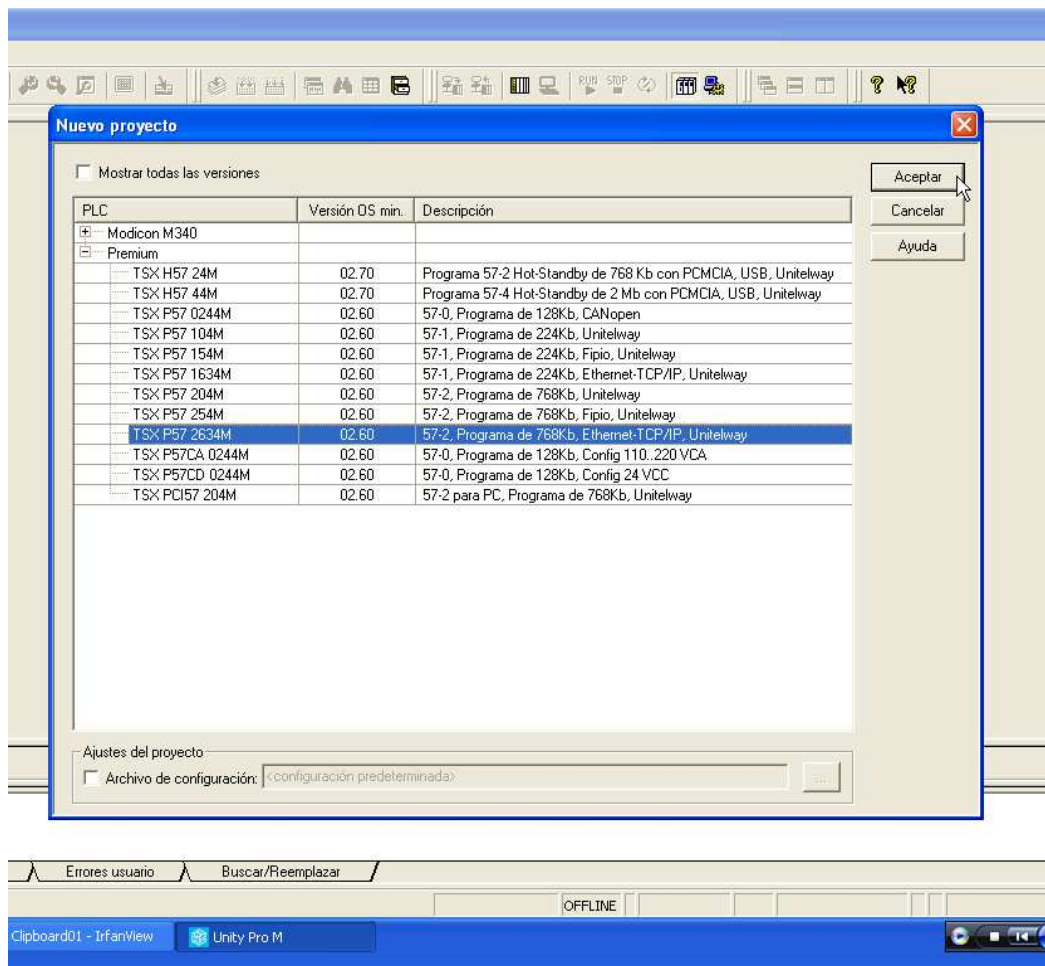
- En el PC dirijase a *Inicio* → *Todos los Programas* → *Schneider Electric* → *SoCollaborative* → *Unity Pro* → *Unity Pro M*. Una vez se accede al software aparece la ventana principal. (Figura 39)

Figura 39. Acceso al software Unity Pro M. [56]



- En la barra de menú se procede a seleccionar *Fichero* → *Nuevo*. Una vez se selecciono esta opción aparece un cuadro de dialogo en el cual se eligió el procesador utilizado en este proyecto el cual es el TSX P57 2634M. (Figura 40)

Figura 40. Selección del Procesador implementado. [56]



- Por defecto el programa carga el procesador seleccionado con una fuente de alimentación TSX PSY 2600, en cuyo caso no hubo necesidad de cambiarla ya que esta es la misma que se implemento para la alimentación del PLC. Al contrario sucede con el rack que el programa carga por defecto, ya que este monta el sistema generado en TSX RKY 6EX (Figura 41) y el que se utilizo en la realización del proyecto fue el TSX RKY 12; por lo tanto para realizar el cambio se procede a dar doble click sobre la parte final del rack y se despliega un menú en el cual se selecciono el indicado. (Figura 42)

Figura 41. Sistema cargado por defecto en el programa. [56]

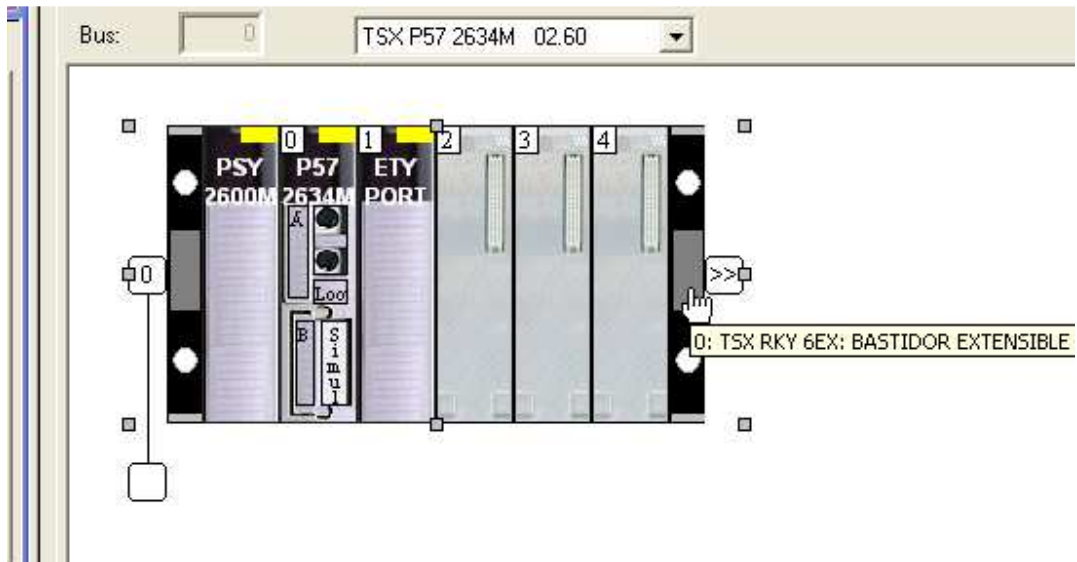
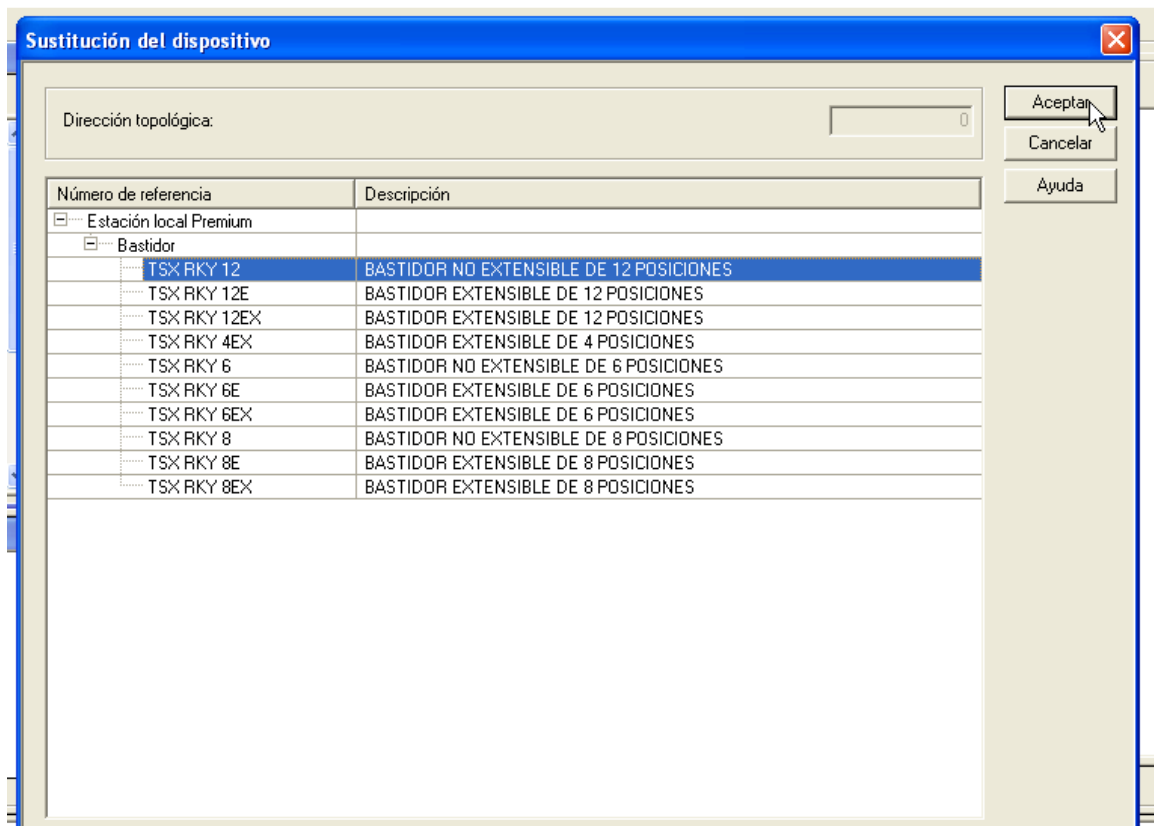


Figura 42. Cambio de Rack realizado en el Software. [56]



- Paso seguido a la colocación del rack indicado, se procede a realizar la selección de los módulos de entradas y salidas digitales. Para ello se debe dar doble click en el rack en la posición en la que se desea que quede montado el módulo. (Figura 43 y 44)

Figura 43. Colocación de módulos de I/O en el rack. [56]

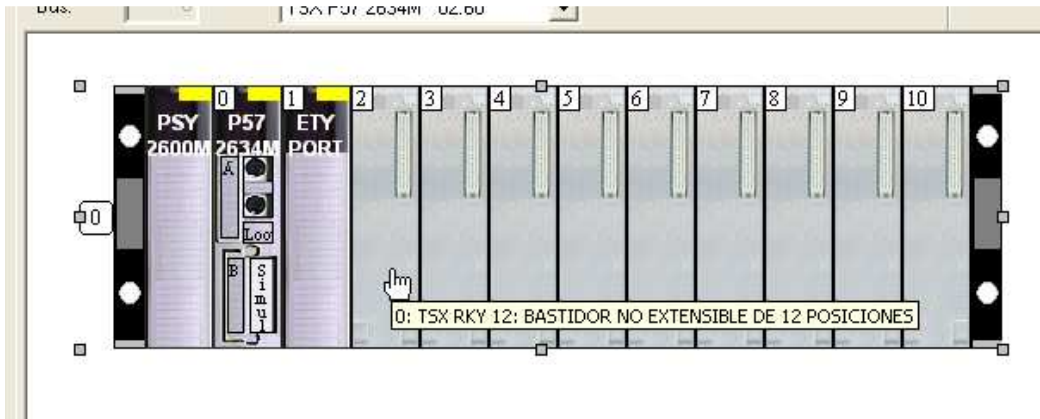
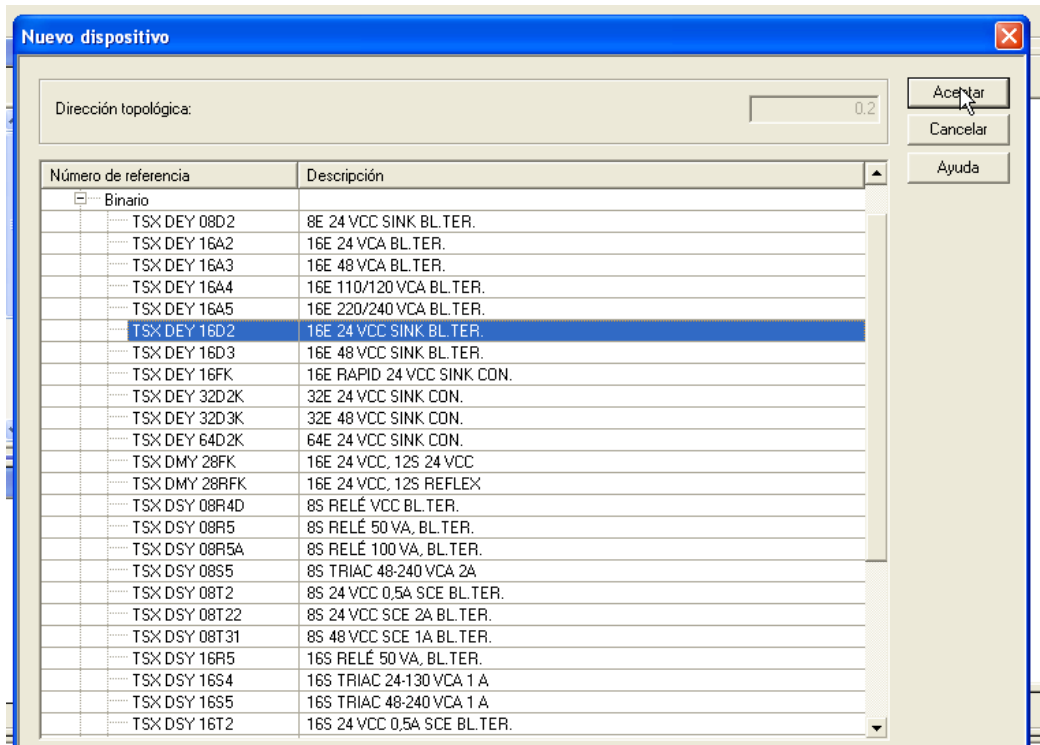
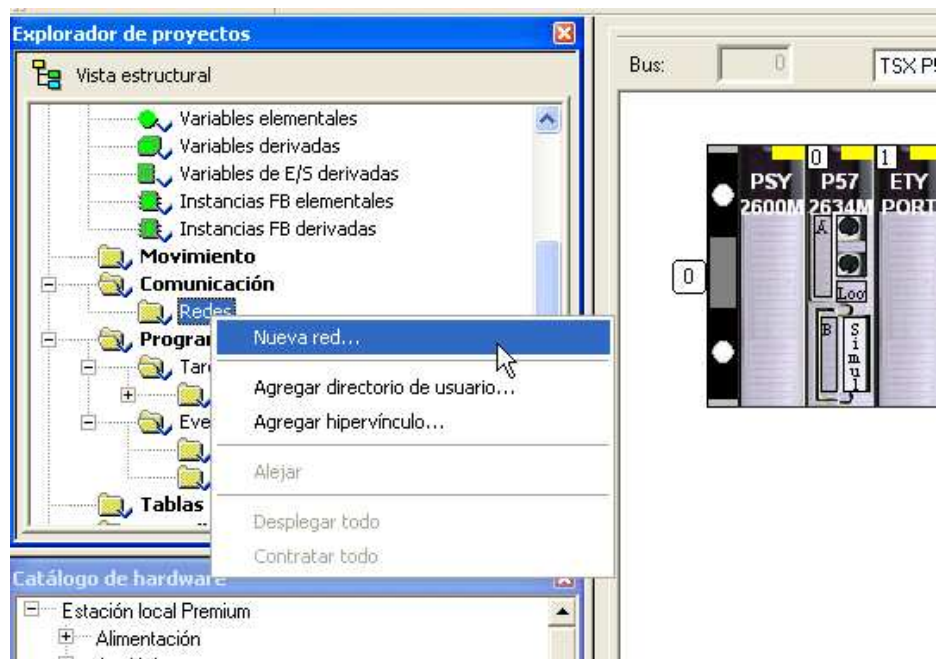


Figura 44. Selección del módulo implementado. [56]



- Para poder realizar la primera compilación de programa una vez montado el sistema, y que no se genere ningún error se debe primero configurar al menos una red de comunicación para el sistema. En la ventana del explorador de proyectos se selecciona *Comunicaciones* → *Redes* → *Nueva Red*. (Figura 45)

Figura 45. Configuración de la red del PLC. [56]



- Después de esto, se despliega un cuadro de dialogo el cual contiene la lista de redes disponibles para configurar para el sistema. La red que se seleccionó para realizar su configuración y posterior aplicación al sistema fue la Ethernet. (Figura 46)

Figura 46. Listado de redes. [56]



- Una vez seleccionada la red se procede a asignarle una dirección IP, una máscara de subred y una dirección de pasarela, la cual siempre tiene que ser igual a la IP seleccionada pero debe terminar en uno. Una vez ingresados estos datos se realiza la correspondiente validación para que estos datos queden consignados dentro del programa. (Figura 47)

Figura 47. Asignación de IP y validación de los datos ingresados. [56]

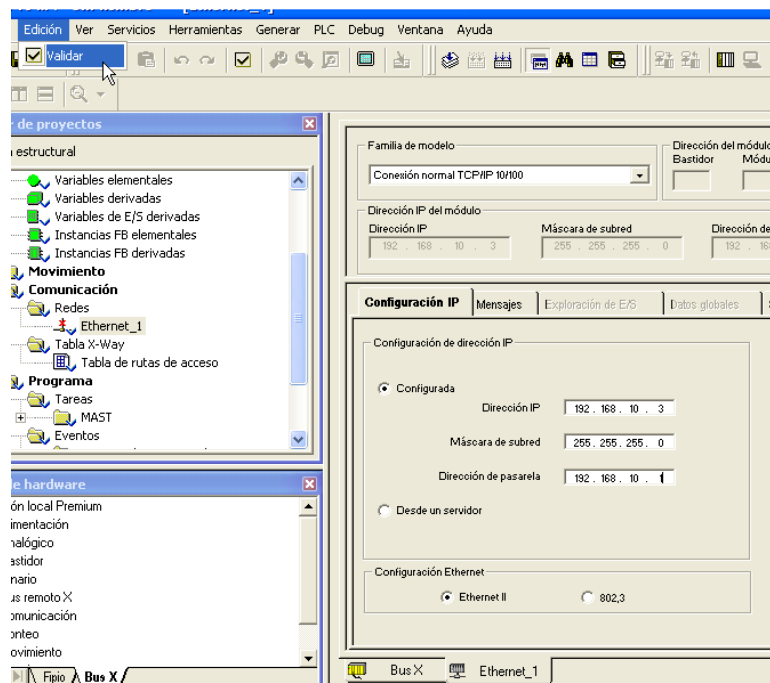
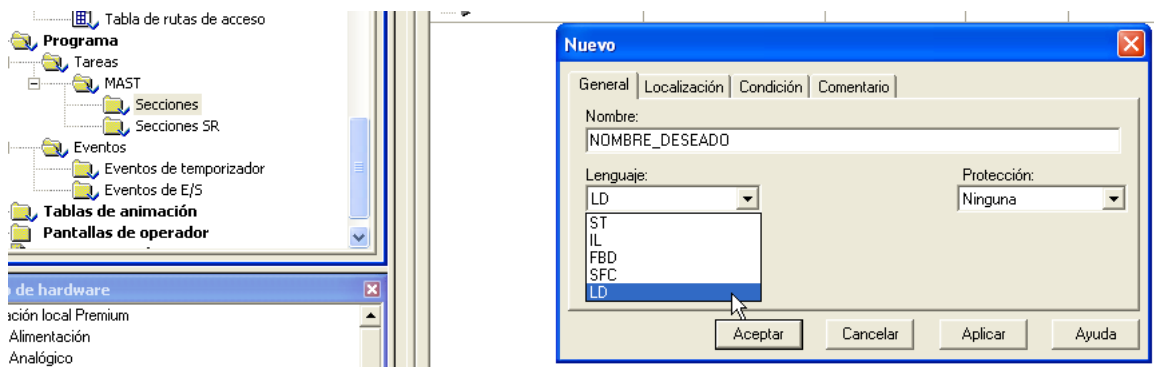
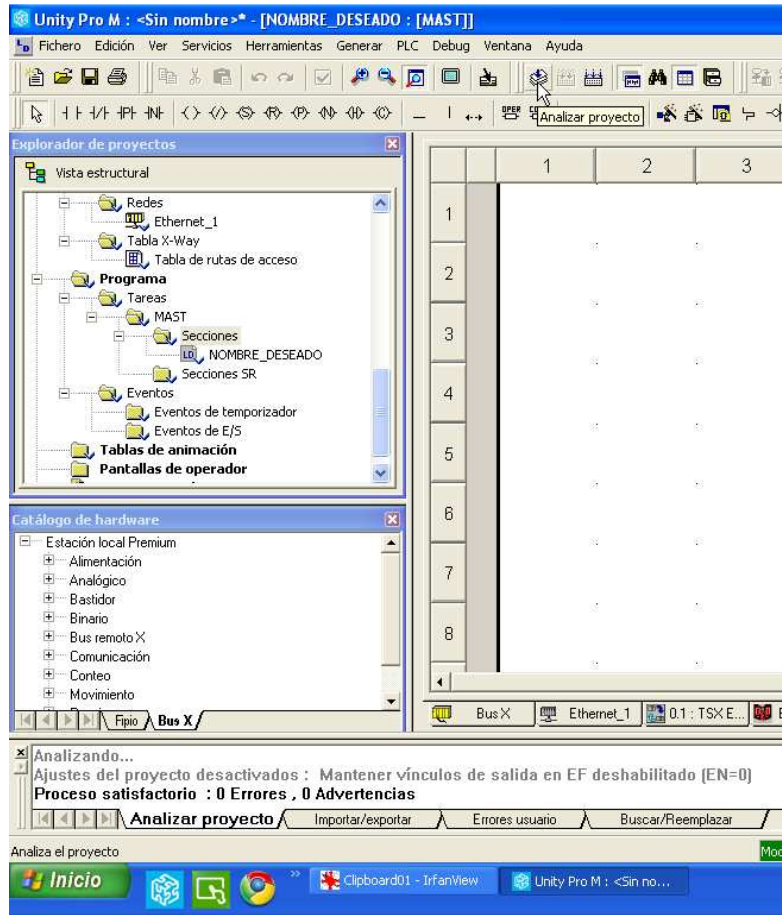


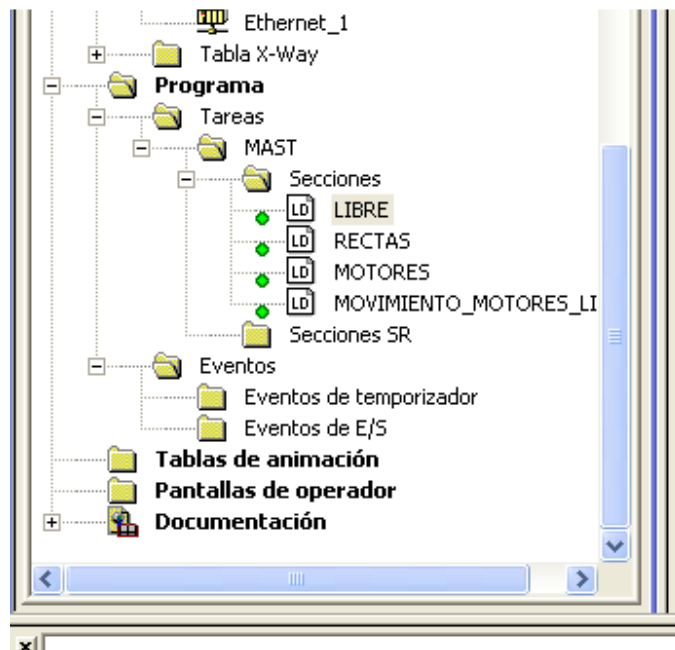
Figura 49. Compilación y generación del programa inicial. [56]



4.4.3. Programa implementado en la Automatización del Torno para Madera. Para la automatización del torno para madera se tuvieron en cuenta dos modos de operación diferentes. Uno que permita la creación de piezas a través del manejo libre de las coordenadas del torno de manera independiente. Y un segundo programa que por medio del ingreso de un punto inicial y otro final tanto en el eje X como en el eje Y, generara la ecuación de la recta y recorriera los puntos comprendidos en ella.

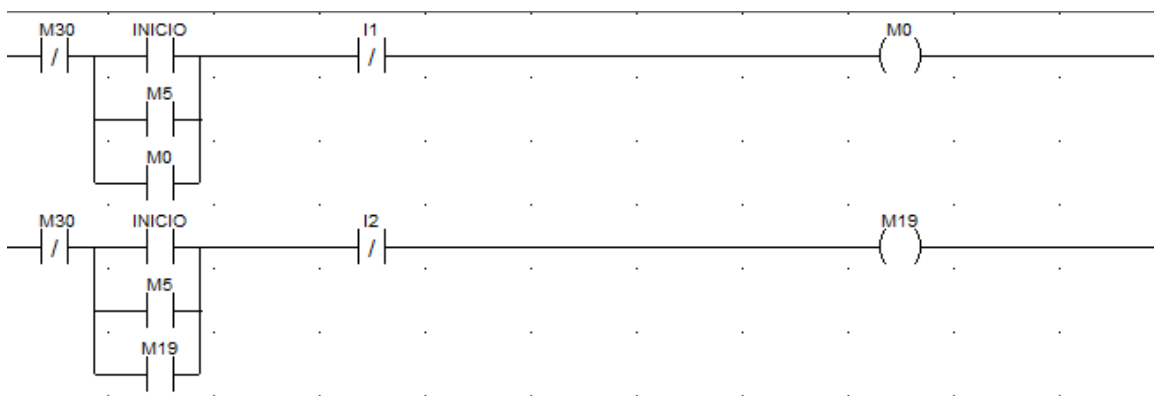
Por eso y para una mayor comprensión del funcionamiento del torno, se crearon cuatro programas diferentes (Figura 50), que son los encargados de manejar los motores dependiendo del tipo de creación de piezas seleccionado, ya sea libre o por medio de la ecuación de la recta. Estos programas son totalmente independientes y si se está manejando una de las dos formas de creación de piezas, al realizar el cambio de programa el torno se inicializa en la posición (0,0) automáticamente para de esta manera tener un control sobre las coordenadas las cuales serán usadas en la creación de las piezas torneadas.

Figura 50. Programas creados para el manejo del torno. [56]



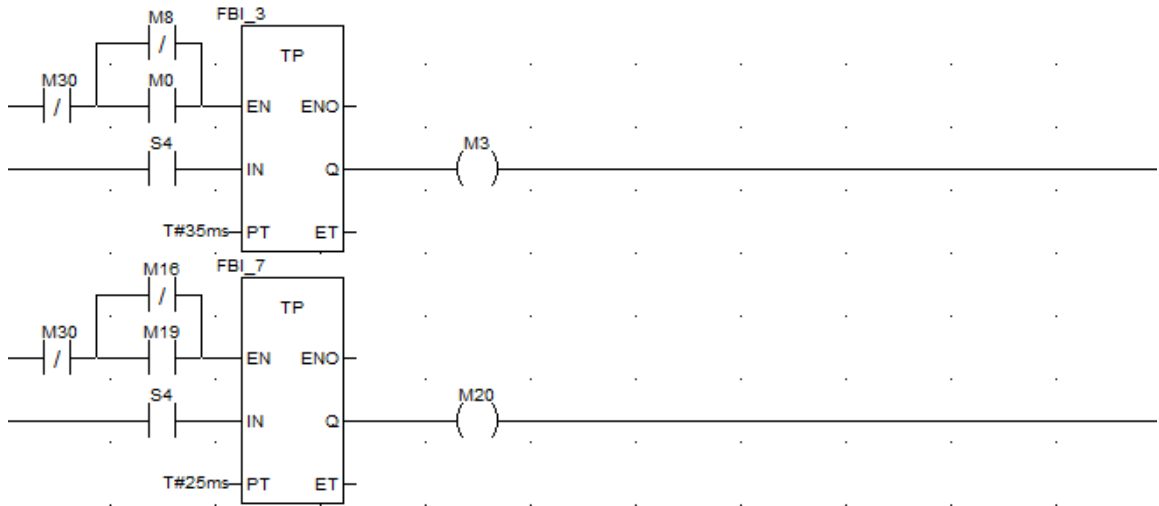
- **Libre.** Este programa se encarga como primera medida del monitoreo de las entradas digitales que permiten la iniciación del programa y el control sobre los límites de la prensa coordinada manejados por los finales de carrera. El contacto M30 es el encargado de la desactivación de la secuencia de movimiento de los motores paso a paso generado cuando se está trabajando el torneado de manera libre. El contacto de INICIO es un botón pulsador situado en el gabinete de control, el contacto M5 cumple la misma función que el botón pulsador INICIO pero este está localizado en la HMI. La bobina auxiliar M0 se encarga de mantener el movimiento del carro paralelo hasta cuando la entrada I1 es activada al ser accionado el final de carrera S1. La bobina auxiliar M19 es la encargada de mantener el movimiento del carro perpendicular hasta cuando este llegue a su tope máximo y es desactivado al accionarse el final de carrera S2, generando un cambio en la entrada I2.

Figura 51. Arranque del programa inicial. [56]



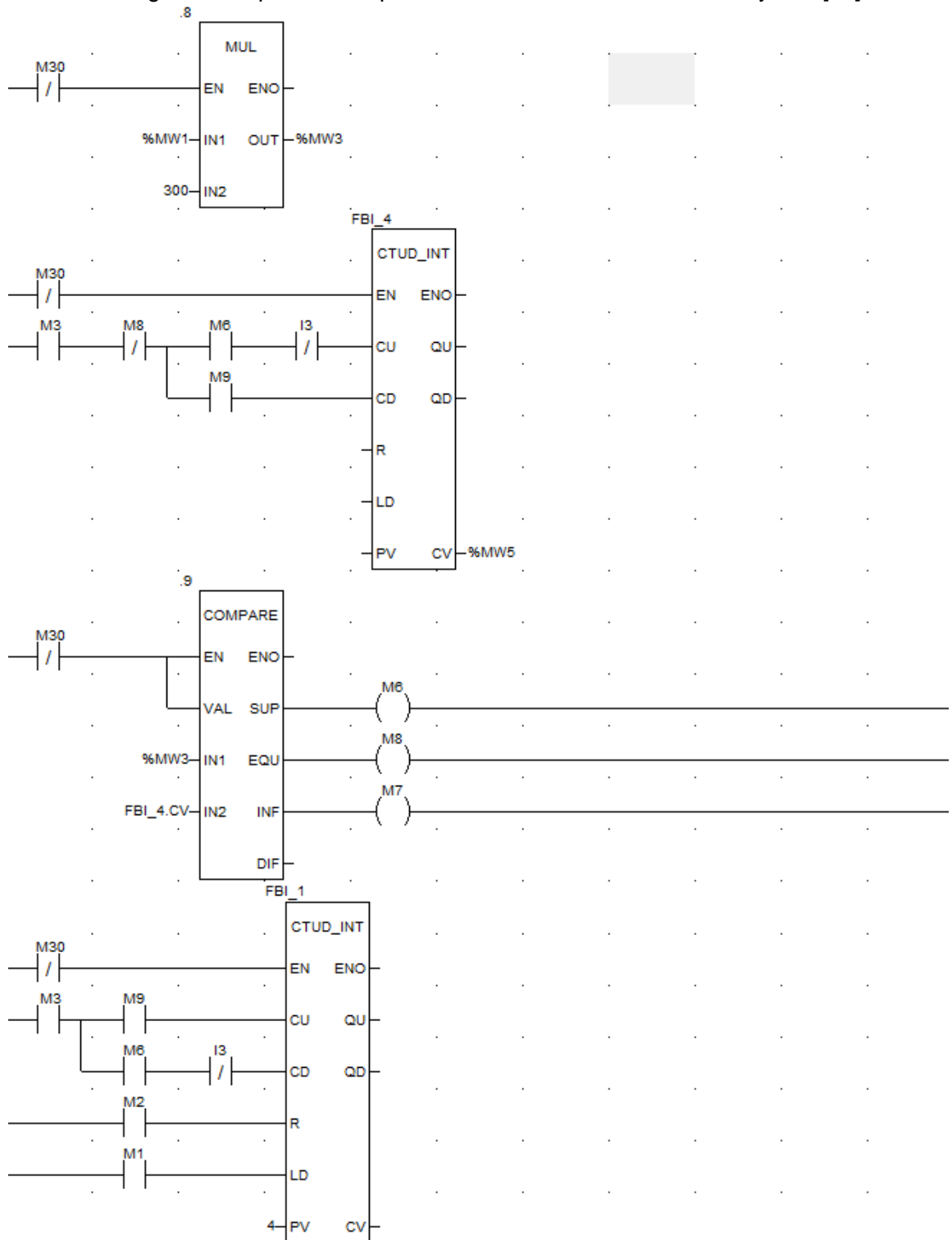
Como los motores necesitan de un cambio constante en la secuencia con la cual se energizan las bobinas del mismo, se generaron dos relojes los cuales manejan tiempos diferentes dependiendo de que tan rápido se desea que se genere el movimiento de los carros. Se tomo como base el temporizador interno %S4, que genera una señal de 10ms, esta señal se toma como la entrada en el bloque de funciones TP que permite la generación de de un impulso de tiempo con una duración definida por la entrada PT, que en caso del motor M0 será de 35ms y para M1 será de 25ms. Dichos valores garantizan un desplazamiento uniforme y adecuado para el movimiento de los carros. Cabe resaltar que el valor en ms del motor M0 no puede ser menor a 20ms debido a que ese es el límite permitido para el óptimo funcionamiento de los relés implementados para el accionamiento de las bobinas de los motores.

Figura 52. Base de tiempo generada para el movimiento de los motores. [56]



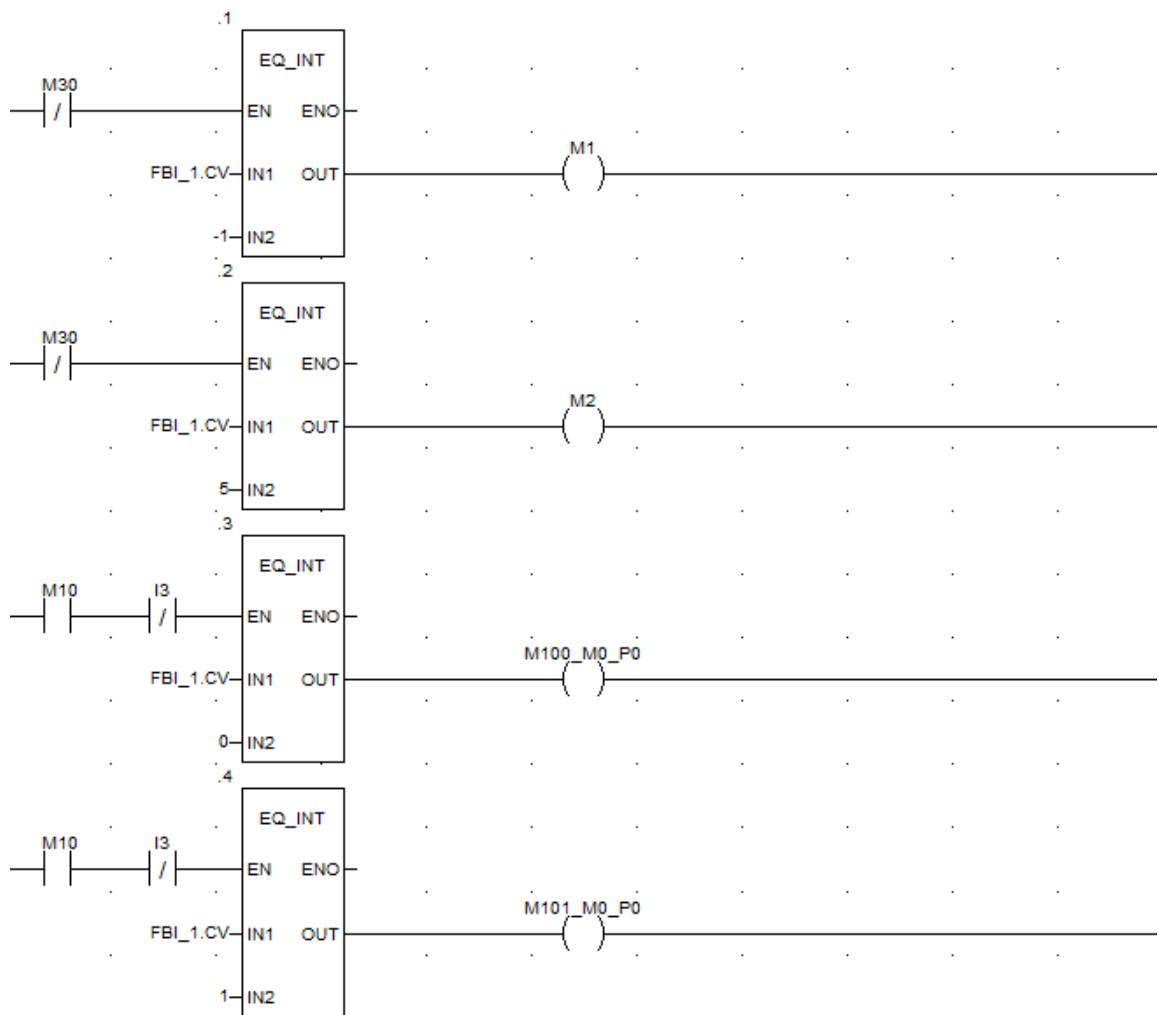
En la Figura 53, se ilustran las operaciones que se tienen que realizar para generar el movimiento de los motores M0 y/o M1 dependiendo de las coordenadas de desplazamiento dadas. Como primera medida se tiene un bloque que se encarga de realizar la multiplicación de la coordenada a la cual se desea llevar la herramienta de corte, con el número de pasos que tiene que dar el motor para realizar el desplazamiento de una sola posición. El resultado de este producto será la cantidad de pasos que tiene que dar el motor para llegar a la coordenada indicada por el usuario. Por ejemplo, el motor M0 necesita dar aproximadamente 480 pasos para moverse una sola posición dentro del sistema, si se desea llevar el carro de la posición 5 a la 7, el motor debe generar un desplazamiento del carro equivalente a dos posiciones más, por lo tanto la cantidad de pasos necesaria para llevar de la posición 5 a la 7 será de $2 \cdot 480$. El bloque de función que se encuentra inmediatamente debajo del bloque de multiplicación, es el encargado de llevar un conteo ascendente y descendente de los pasos que ha dado el motor, de esta manera se puede tener un control sobre la coordenada en la que se encuentra posicionado el carro del torno, de modo que si se desea mover el carro del torno en cualquiera de los dos sentidos el bloque de función de COMPARE situado debajo del contador, realiza una comparación entre la multiplicación de la coordenada por el número de pasos, con la posición actual, en cuyo caso si es menor se generara un conteo descendente hasta que los dos números ingresados en el comparador sean iguales, y viceversa. Este bloque de comparación no solo activa el contador de la posición, sino que además activa un segundo bloque contador el cual solamente realiza un conteo ascendente con retorno a cero, dependiendo de la cantidad de bobinas de cada motor.

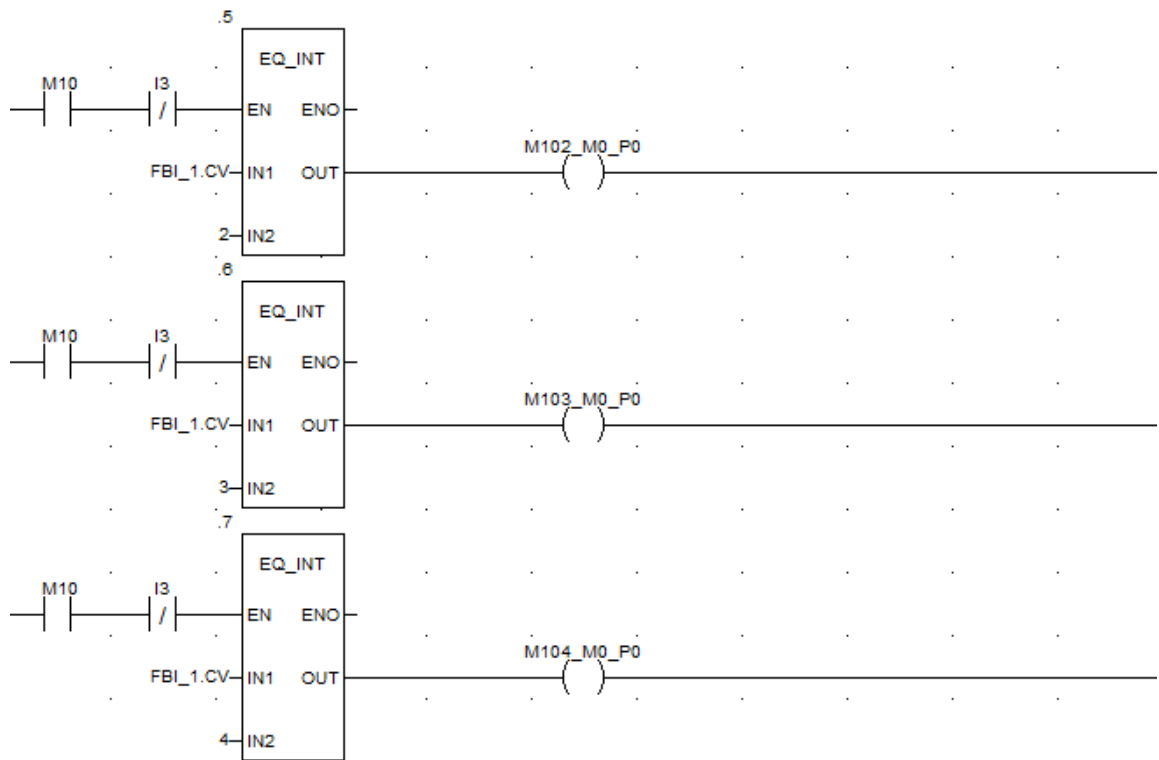
Figura 53. Operaciones para movimiento de los motores M0 y M1. [56]



Los dos primeros bloques de comparación que se observan en la Figura 54 se encargan de poner los límites máximos y mínimos del contador ascendente encargado, que indica cuál de las bobinas de los motores va a ser energizada. Los siguientes bloques de comparación realizan una comparación entre el contador ascendente y un número establecido, el cual es el que permite la activación de las bobinas del motor. El bloque realiza una comparación entre sus entradas, de tal modo que si estas son iguales envían un impulso positivo a la salida que va conectada al relé que es el encargado de energizar las bobinas de los motores.

Figura 54. Generador de Secuencia de movimiento de los motores. [56]

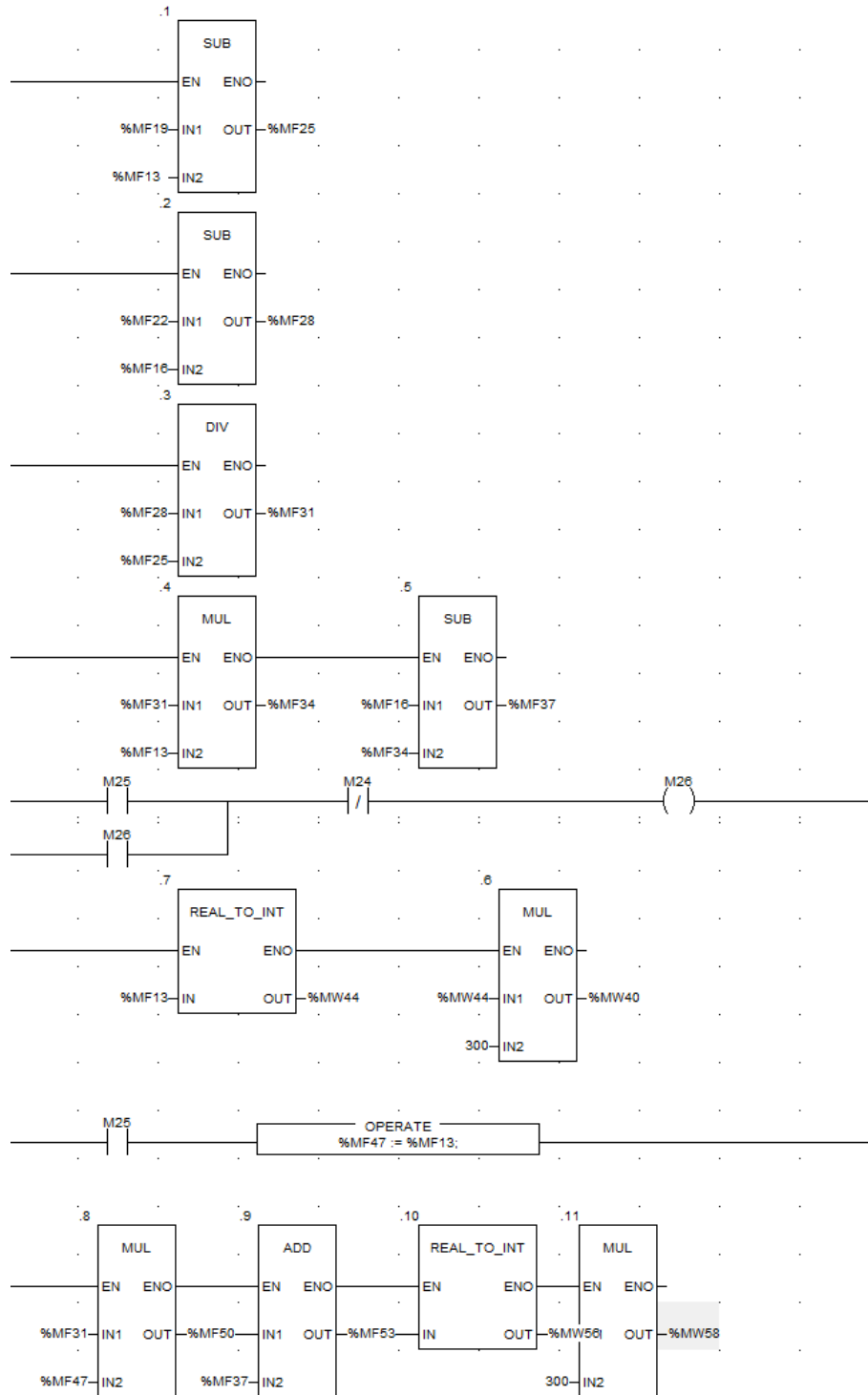




- **Rectas.** Este programa es el encargado de recibir las coordenadas (X0, Y0) y (X1, Y1) ingresadas por medio de la HMI del sistema. Una vez el programa recibe estos datos se encarga de generar la ecuación de la recta a partir de los datos ingresados de la siguiente manera:

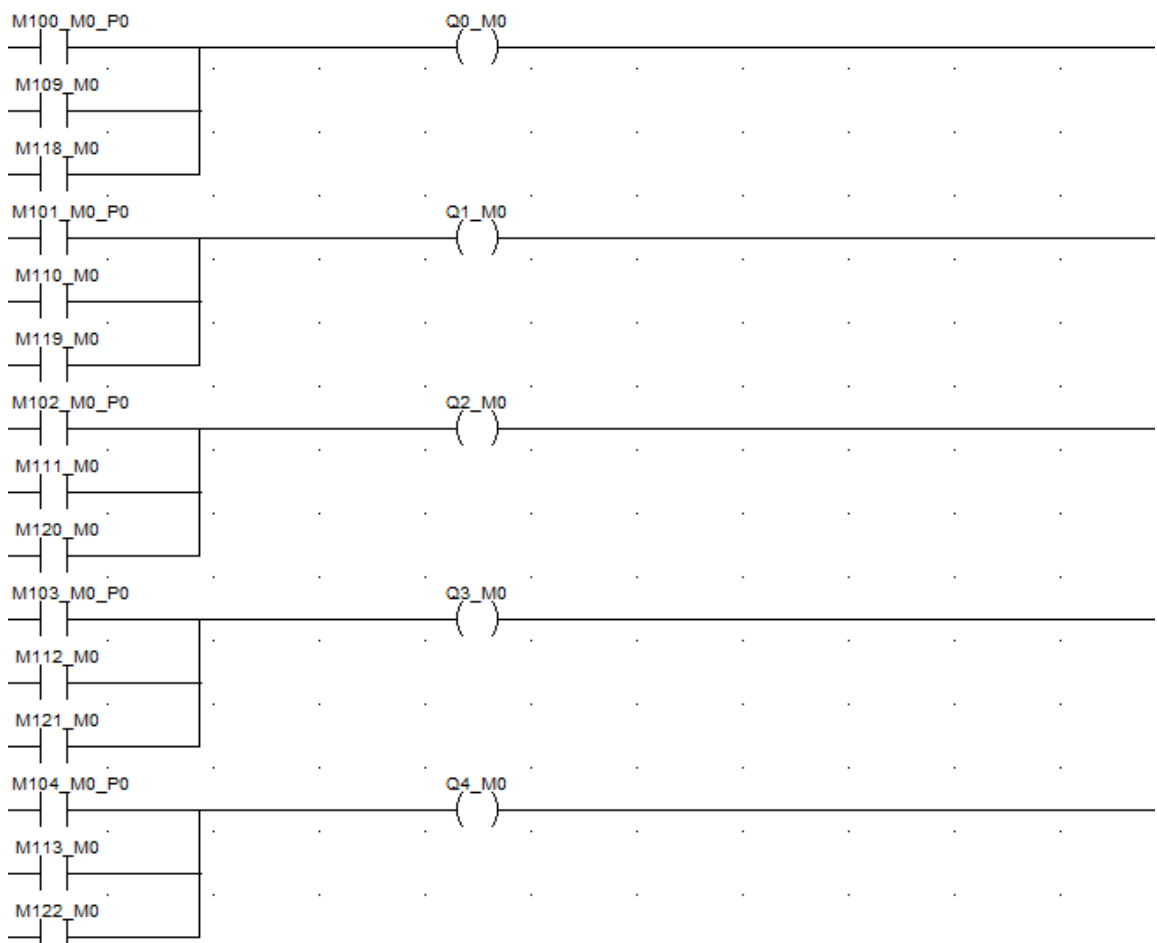
El primer grupo de bloques son los encargados de generar el resultado de los deltas de X y Y. Con el resultado de dichas operaciones se procede a calcular la pendiente de la ecuación realizando la división del delta Y entre en delta X. Una vez se posee la pendiente de la recta, se multiplica esta por uno de los puntos que este caso se realizo con el punto X0, y el resultado de este producto será restado con el punto Y0 dando como resultado el intercepto de la recta con el eje Y. Ya terminado el cálculo del resultado de la pendiente y del intercepto, se arma la ecuación la cual permitirá al torno realizar el desplazamiento de los carros dentro de los ejes coordenados, dependiendo de los valores calculados de la variable dependiente con respecto al aumento de la variable independiente teniendo como limite dicha variable el valor de X1.

Figura 55. Cálculos para generar la ecuación de la recta. [56]



- Motores.** Este programa es el más sencillo de todos, lo único que va a controlar es el accionamiento de los motores dependiendo del tipo de programa que es este trabajando (libre o ecuación de la recta). Cada uno de los contactos conectados a la bobina es activo solamente si el programa que se está trabajando es el que lo contiene.

Figura 56. Activación de los motores dependiendo del programa. [56]



- **Movimiento_Motores_Linea.** Este programa contiene los mismos bloques de funciones que el programa Libre, lo único en que difieren es en el hecho que el movimiento que genera este programa depende de los valores que se están generando a partir de la ecuación de la recta.

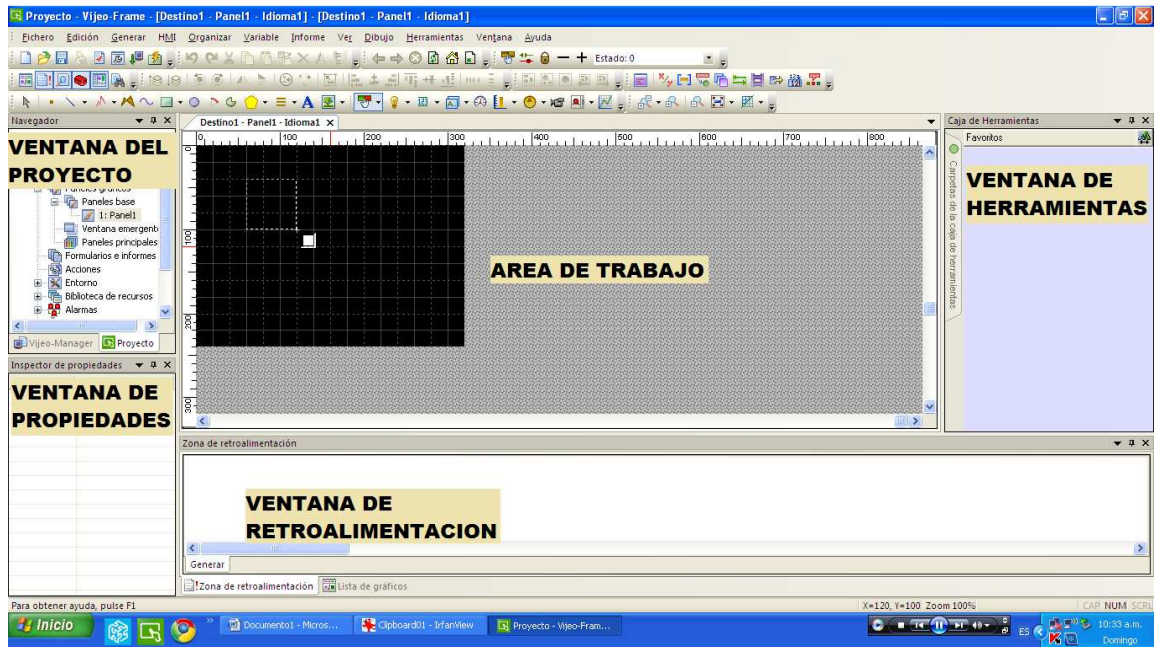
4.4.4. Software VIJEO-DESIGNER. El Vijeo-Designer es un desarrollador de interfaces graficas de usuario, también conocidas como HMI (Human Machine Interface), que permite realizar la configuración de paneles de mando y visualización.

Está diseñado para cubrir todos los sectores y ofrece software de ingeniería para todos los paneles de mando Magelis XBT GT, desde el más pequeño Micro Panel hasta el Multi Panel, así como software de visualización runtime para soluciones individuales basadas en PC bajo Windows XP. Los proyectos pueden transferirse a diversas plataformas HMI y ejecutarse en ellas sin necesidad de operaciones de conversión.

Vijeo-Designer provee un entorno de desarrollo que incluye las herramientas necesarias para un desarrollo cómodo e intuitivo de la interface que se necesite realizar (proyecto). El entorno de un proyecto se encuentra dividido en 5 segmentos principales que son (Ver figura 57):

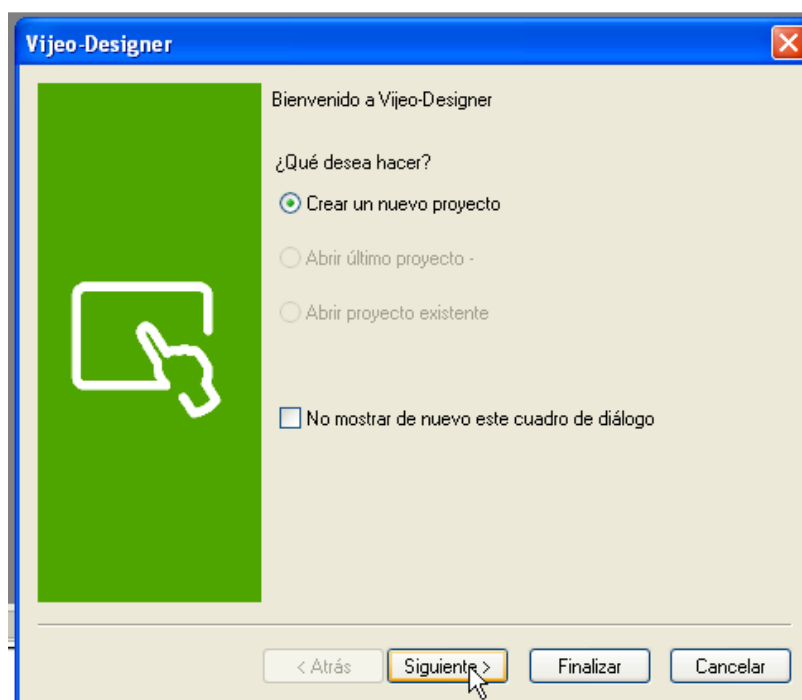
- La ventana del proyecto, que muestra la estructura del proyecto (árbol del proyecto) y permite administrarlo.
- La ventana de herramientas, que contiene diversos objetos y permite acceder a la librería de objetos.
- La ventana de retroalimentación, en la que se muestran los errores o advertencias generadas en la creación de la HMI.
- El área de trabajo, en la que pueden crearse las imágenes (presentación y animación).
- La ventana de propiedades, para la parametrización de los objetos del área de trabajo.

Figura 57. Distribución del Entorno de Desarrollo de un Proyecto. [38]



- Para abrir un nuevo proyecto en Vijeo-Designer se remite a *Inicio* → *Todos los Programas Schneider Electric* → *Vijeo-Designer* → *Vijeo-Designer*, una vez se da click sobre esta opción se despliega la ventana inicial de Vijeo-Designer (Ver figura 58). En esta se ofrecen tres opciones para crear un proyecto nuevo, abrir el último proyecto y abrir un proyecto existente.

Figura 58. Ventana inicial Vijeo-Designer [57]



- Paso siguiente se procede a escoger el destino al que será trasferido el proyecto, en este caso será el terminal táctil Magelis XBT GT2330 tal como se ilustra en la Figura 59. En la Figura 60 se puede apreciar la configuración de la comunicación que se realizara entre la pantalla y el proceso en el que será implementada. Dicha comunicación se realizará por medio del módulo de Ethernet que posee la pantalla.

Figura 59. Selección del Modelo del Terminal Táctil. [57]

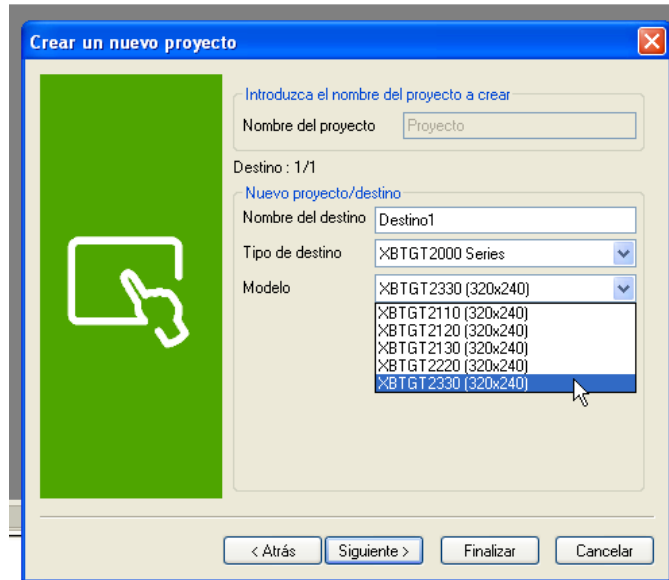
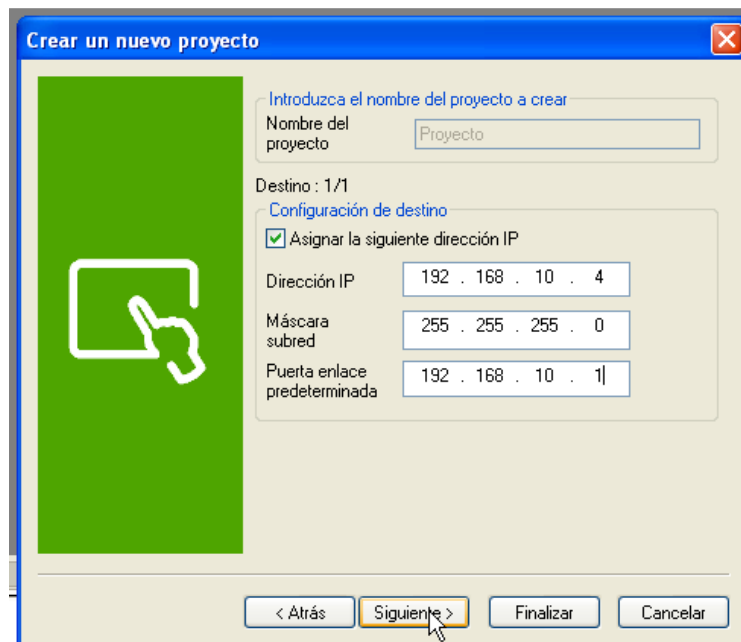
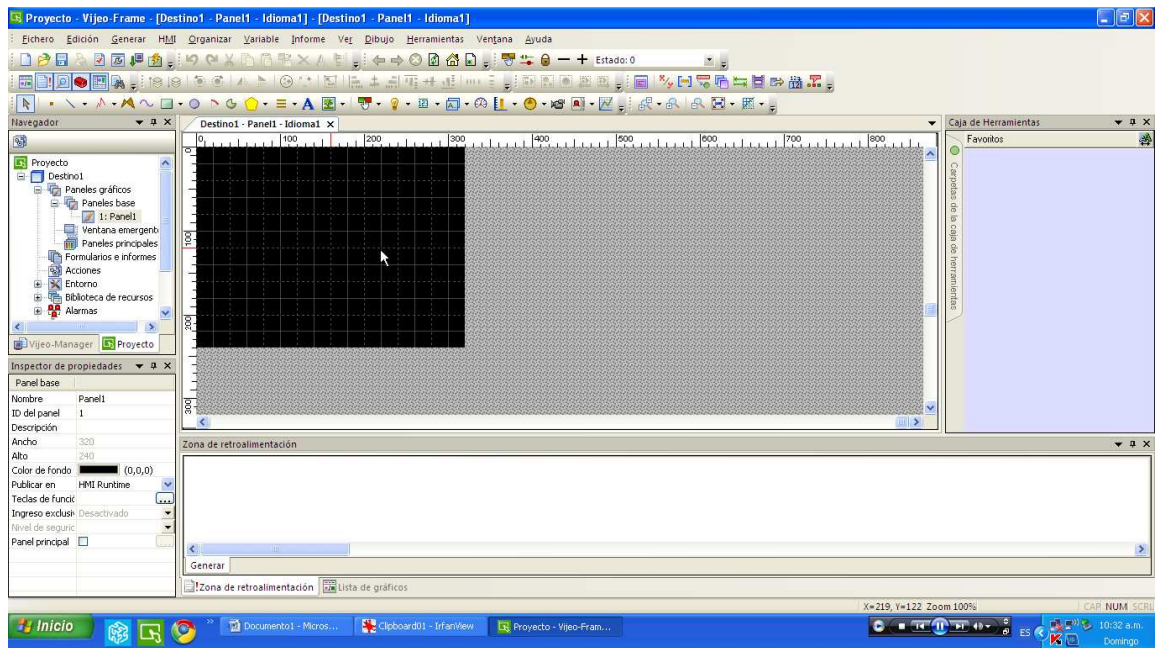


Figura 60. Configuración de la red Ethernet del Terminal Táctil. [57]



- Una vez se termina de crear el proyecto nuevo se genera una pantalla inicial como la de la Figura 61, en la cual ya se puede comenzar la construcción de la HMI que se implemento en este proyecto.

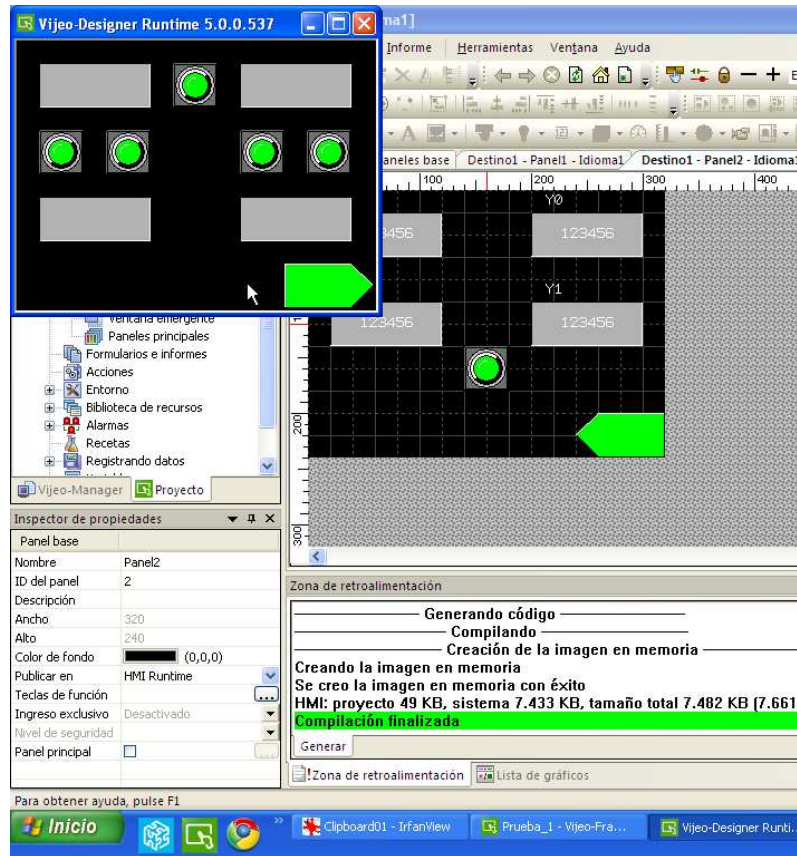
Figura 61. Pantalla inicial del proyecto creado. [57]



Para el desarrollo de este proyecto se trabajo con dos paneles principalmente. El primer panel contiene dos modos de entrada selectora de las coordenadas X y Y, en los cuales al accionarlos aparece un panes que permite el ingreso de los datos de la coordenada hacia la cual se desea que se desplacen los carros. El otro modo de ingreso de los datos son dos botones por cada una de las coordenadas, estos botones permiten en aumento o disminución de a uno de las coordenadas ya sea del eje X o Y. Además posee un botón que me ubica los carros del torno en la posición (0,0) del sistema, dicho botón se encuentra en la parte superior central del panel. Y finalmente posee otro botón que es el encargado de hacer el cambio de panel o programa de manejo del torno.

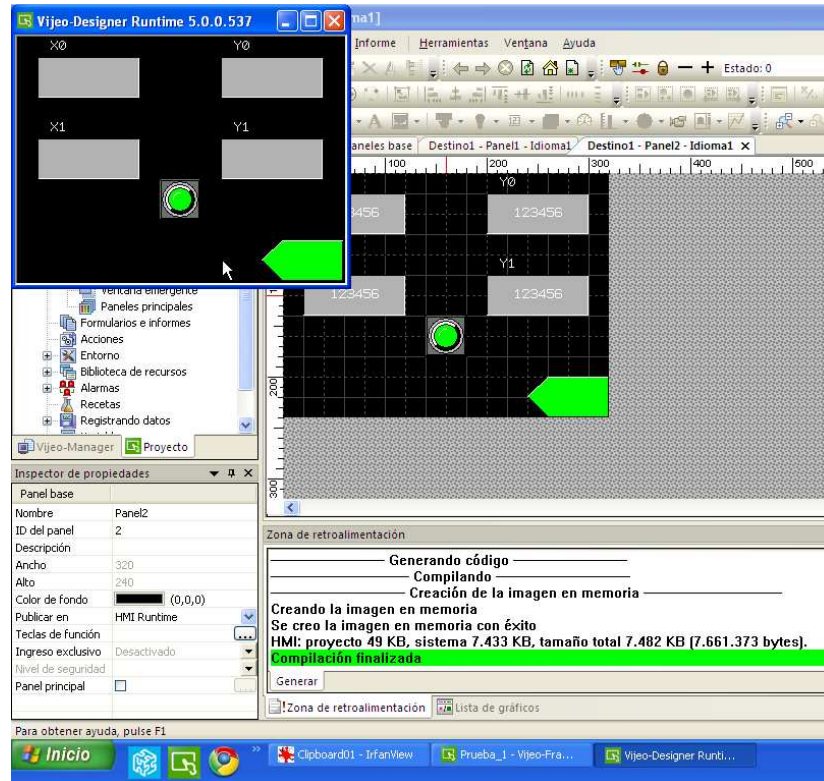
En la parte inferior posee dos visualizadores que son los encargados de mostrar el conteo del número de pasos que ha dado cada uno de los motores para de esta manera tener una idea de la posición en el eje coordenado en que se encuentra cualquiera de los dos carros de sistema.

Figura 62. Panel 1 implementado en la HMI. [57]



Un segundo panel (Figura 63) que se implemento en la HMI es al que se le van a ingresar las coordenadas de inicio y final sobre las cuales se desea que el torno trace una línea recta. Al ser ingresadas estas coordenadas se presiona el botón que se encuentra en la parte de abajo en el centro y el sistema comienza a realizar en trazo de la recta según la ecuación que se genero a partir de las coordenadas dadas. Al realizar el cambio de pantalla el torno siempre posicionara sus carros en las coordenadas (0,0).

Figura 63. Panel 2 implementado en la HMI. [57]



5. PROTOCOLO DE OPERACIÓN

Ver Manual de operaciones en Anexo K

6. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Las pruebas que fueron realizadas sobre el equipo fueron muy contadas pero decisivas a la hora de tener en cuenta factores importantes como el número de pasos que tenía que dar cada motor para obtener un avance en la mesa de trabajo del torno.

Como primera medida se tomo como base la cantidad de pasos que tenía que dar cada motor para lograr una vuelta del piñón más grande del sistema y cuanto era el avance de los carros una vez terminado este proceso. Como resultado se obtuvo que para una vuelta del piñón acoplado al motor M0 se necesitan aproximadamente 475 pasos, y su avance era aproximadamente de 4 mm por vuelta. El desplazamiento completo que realiza el carro paralelo es de 9 cm y le toma aproximadamente 10 minutos con 25 segundos recorrer todo el trayecto en un solo sentido para un total de 14900 pasos.

El segundo carro que es el perpendicular demora en recorrer los 9,5 cm que comprende su trayecto, aproximadamente 5 minutos con 45 segundos, para un total aproximado de 11500 pasos necesarios para realizar este movimiento.

Se debe tener en cuenta que el sistema de acople de los motores posee transistores de switcheo los cuales trabajan con tiempos mayores a 25 ms. Si se colocase un tiempo de conmutación menor, estamos comprometiendo tanto el motor como el sistema de acoplamiento de señales, ya que los relés poseen un tiempo mínimo de switcheo igual o superior a 20 ms.

RECOMENDACIONES

El torno para madera implementado requiere de un mantenimiento inmediato al finalizar su operación. Esto es necesario para mantener la vida útil de cada uno de los elementos que intervienen en este proceso. La acumulación de viruta implica el atasco del sistema de movimiento de los carros y por tanto se evidencian complicaciones en el desplazamiento de los mismo forzando a los motores innecesariamente.

Revisar periódicamente el estado de las conexiones de los elementos de control y la instrumentación para verificar que no se presente corrosión, consecuencia de las condiciones de trabajo a las que son expuestos. A su vez, en el desarrollo de las pruebas mantener el gabinete de control cerrado para evitar inconvenientes con las conexiones de los elementos finales de control.

No realizar mantenimiento alguno o evaluación de los elementos de control mientras el sistema se encuentre encendido, ya que esto implica riesgos para la integridad del operario.

Realizar una revisión del suministro de energía al gabinete de control y evaluar constantemente el estado de los elementos de protección que este posee.

Dada la continuidad del proceso de manejo del torno, en futuras fases del proyecto que corresponden a la experimentación y ajuste de los parámetros óptimos del proceso, se requiere de una investigación donde se evalúe el mejoramiento de la estructura de movimiento de los carros del torno, o el acople de los piñones para un mejoramiento en la precisión del equipo.

CONCLUSIONES

Un torno para madera automatizado es una herramienta muy útil en diversas aplicaciones y campos de acción, ya que su uso es innumerable en la industria, además que facilita y optimiza gran cantidad de procesos.

Para lograr la automatización de un torno manual para madera, fue necesario ejecutar diferentes acciones secuenciales que contribuyeron con el desarrollo del proyecto.

Inicialmente, se recopiló un marco teórico referencial que permitió identificar conceptos claves para llevar a cabo el proceso. Además, se construyó un diagrama básico de proceso a través de la determinación de los lazos de control y se seleccionó la instrumentación y software necesarios para desarrollar la estrategia de control. Posteriormente se construyó la programación que controla el proceso y finalmente se diseñó la interfaz gráfica de usuario del terminal táctil con la cual se enfrentará directamente el operario.

Llevar a cabo un proyecto de automatización, demuestra que la obsolescencia de una máquina o herramienta depende en muchos casos del uso que se le da a la misma, ya que en la mayoría de ocasiones se pueden mejorar los procesos que ejecutan y hasta llegar a optimizarlos con equipos de vanguardia obteniendo como resultado máquinas económicas, al alcance de cualquier industria, y con características y funciones particulares dependiendo de la aplicación que pretenda.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL. Historia de la Automatización. [Página de Internet] <http://mendozasolis.wordpress.com/2009/05/> [Consulta: 2010-02-02]
- [2] CÓRDOBA N, Ernesto. Manufactura y Automatización. REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACION, VOL.26 No.6, Diciembre de 2006. 120-128p [Consulta: 2010-02-02]
- [3] OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN. [Página de Internet] <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm#Objetivos> de la automatización [Consulta: 2009-12-10]
- [4] UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR. Automatización Industrial. [en línea] http://ingenieria.url.edu.gt/boletin/URL_10_MEC01.pdf [Consulta: 2010-28-02].
- [5] UNIVERSIDAD DE CARABOBO VENEZUELA. Fundamentos de los PLC`s. [Página de Internet]. http://www.ing.uc.edu.ve/~emescobar/automat_/contenido_menu/Unidad_IV/pag_ppal.htm [Consulta: 2009-11-21].
- [6] QUÉ ES UN PLC. [Página de Internet] http://www.wikilearning.com/articulo/que_es_un_controlador_logico_programable_plc_que_es_un_plc/18471-1 [Consulta: 2009-12-10]
- [7] TIPOS DE PLC. [Página de Internet] <http://www.mitecnologico.com/iem/Main/TiposDePLC> [Consulta: 2009-11-21].
- [8] LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN. [Página de Internet] <http://www.mailxmail.com/curso-controladores-logicos-programables/programacion-plc-1> [Consulta: 2010-03-16]
- [9] BERLIN R., David. Manual de Programación y Uso de un Torno CNC. [Consulta: 2009-11-21].
- [10] TIPOS DE SENSORES. [Página de Internet] <http://www.mitecnologico.com/Main/TiposSensores> [Consulta: 2009-12-10]
- [11] SENSORES. [Página de Internet] <http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor> [Consulta: 2009-12-10]
- [12] RELÉ. [Página de Internet] <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/EI-rele.php> [Consulta: 2009-12-10]

[13] TIPOS DE RELÉ. [Página de Internet] http://es.wikipedia.org/wiki/Relé#Tipos_de_rel.C3.A9s [Consulta: 2009-12-10]

[14] MAGELIS XBT GT. [Página de Internet] http://www.schneider-electric.com.co/sites/colombia/es/productos-servicios/automatizacion-control/oferta-de-productos/presentacion-de-rango.page?c_filepath=/templatedata/Offer_Presentation/3_Range_Datasheet/data/es/local/automation_and_control/magelis_xbt_gt.xml# [Consulta: 2010-03-17]

[15] INFORMATION AT YOUR FINGERTIPS. [Página de Internet] <http://www.designworldonline.com/articles/3692/Information-at-Your-Fingertips.aspx> [Consulta: 2010-03-08]

[16] PROFIBUS. [Página de Internet] <http://www.etitudela.com/profesores/mpm/profibusomron/downloads/profibus1.pdf> [Consulta: 2010-03-08]

[17] PROFIBUS. [Página de Internet] <http://www.ethernetindustrial.es/> [Consulta: 2010-03-08]

[18] LAFAURIE B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Torno manual y sus partes. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.

[19] LAFAURIE B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Movimientos del torno. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.

[20] GROOVER, Mikel. Fundamentos de Manufactura Moderna. Tercera Edición. Editorial Mc Graw Hill. Delegación Iztapalapa, México D.F. 2007. Capítulo 22. 505p.

[21] BERLIN R., David. Manual de Programación y Uso de un Torno CNC. Santiago de Chile. 1997 2p.

[22] Máquina Center, S.A. (MAQCENTER) Distribuidor de máquinas-herramienta. [Página de Internet] <http://www.interempresas.net/Metalmecanica/feriavirtual/ResenyaProducto.asp?R=30804> [Consulta: 2010-03-08]

[23] MANUAL DEL USUARIO. Mini Torno para madera MSC330A. DISCOVER®. IMPORTADO POR: JEN S.A.

[24] KALPAKJIAN, S. Manufactura, Ingeniería y Tecnología. Quinta Edición. Editorial Pearson. Capítulo 23.

[25] LAFAURIE B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Torno Discover. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.

- [26] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Prensa coordinada. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [27] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Motor Paso a Paso (M0). Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [28] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Motor Paso a Paso (M1). Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [29] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Piñones para M0. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [30] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Piñones para M1. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [31] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Estructura final del Torno y sus acoples. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [32] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Final de Carrera. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [33] RODRIGUEZ PENNIN, Aquilino. Sistemas SCADA: Sistemas de Visualización Industrial. Barcelona: Marcombo, 2006. 476p.
- [34] MORENO QUINTERO, Sergio Mauricio y TOVAR ACEVEDO, Carlos Eduardo. Aplicación del Sistema de Control OPTO 22 SNAP ULTIMATE I/O en la Implementación de un Sistema SCADA para la Automatización de una Planta de Intercambio Térmico. Bucaramanga, 2007, 176p. Trabajo de Grado (Ingeniero Electrónico). Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Facultad de Ingeniería Electrónica. Área de Automatización.
- [35] CREUS SOLÉ, Antonio. Instrumentación Industrial. Sexta Edición. Barcelona, España: Marcombo, 1997. 741p.
- [36] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Automatización de un Torno para madera implementado mediante PLC, Motores Paso A Paso y Terminal Táctil. Bucaramanga, 2009. Trabajo de Grado (Ingeniero Electrónico). Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Facultad de Ingeniería Electrónica.
- [37] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Motor Paso a Paso M0 acoplado al sistema. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.

- [38] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Motor Paso a Paso M1 acoplado al sistema. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [39] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Ubicación de los finales de carrera implementados en el sistema. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [40] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Torre y portaherramientas del torno. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [41] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Prensa coordinada. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [42] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Carro implementado en el torno para madera. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [43] FOWLER, RICHARD. Electricidad: Principios y Aplicaciones. Barcelona: Reverte, 1994. 140p.
- [44] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Relé Electromagnético RXM4AB2BD. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [45] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Instalación del Relé Electromagnético para los motores. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [46] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Instalación del Sistema de Acondicionamiento en el Gabinete. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [47] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Fuente Telemecanique ABL8REM24050. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [48] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Fuente Telemecanique ABL8REM24050 instalada en el gabinete. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [49] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Interruptor EasyPact EZC100N 20. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [50] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Taco Termomagnético Instalado en el Tablero de Automáticos. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [51] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Interruptor Termomagnético C60N. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.
- [52] LAFaurie B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Rack TSX RKY 12. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.

[53] LAFURIE B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. MODICON PREMIUM TSX P57. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.

[54] MODICON PREMIUM TSX P57. Ayuda Unity Pro M. [Consulta: 2010-03-22]

[55] LAFURIE B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Bornero de Tornillos 20 contactos para I/O TSX BLY 01. Bucaramanga, Febrero 2 de 2010.

[56] LAFURIE B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Capturas de Pantalla del Software Unity Pro M. Bucaramanga, Marzo 21 de 2010.

[57] LAFURIE B., María José y SUÁREZ C., Bernardo. Capturas de Pantalla del Software Vijeo-Designer. Bucaramanga, Marzo 21 de 2010.

ANEXOS

ANEXO A. Presupuesto General del Proyecto

CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL + IVA	PROVEEDOR SUGERIDO
1	Rack no extensible de 12 posiciones para TSX Premium	\$ 780.780,00	\$ 793.272,48	Schneider Electric
1	Fuente de Alimentación TSX-Premium 110...220Vac/26W	\$ 584.640,00	\$ 593.994,24	Schneider Electric
1	Procesador MODICON PREMIUM 57264. Dos (2) Puertos de Comunicación Modbus y un (1) puerto de comunicación Ethernet.	\$ 3.053.820,00	\$ 3.102.681,12	Schneider Electric
1	Módulo de 16 entradas Digitales 24Vdc PNP	\$ 378.840,00	\$ 384.901,44	Schneider Electric
1	Módulo de 16 salidas Digitales 24Vdc/0,5A PNP	\$ 467.040,00	\$ 474.512,64	Schneider Electric
1	Terminal Táctil Magelis XBT GT2330 5.7"	\$ 2.671.200,00	\$ 2.713.939,20	Schneider Electric
1	Fuente Auxiliar para Instrumentación 110...220V/24 Vdc-5A	\$ 198.680,00	\$ 201.858,88	Schneider Electric
1	Switch de 5 puertos Ethernet - 10/100TX	\$ 398.160,00	\$ 404.530,56	Schneider Electric
3	Bornero tornillos 20 contactos para Entradas	\$ 48.720,00	\$ 148.498,56	Schneider Electric
1	Tapa de Slot vacío TSX-Premium	\$ 74.340,00	\$ 75.529,44	Schneider Electric
1	Software Vijeo Designer Terminales XBT GT, Licencia para 1 PC	\$ 1.371.426,00	\$ 1.393.368,82	Schneider Electric
1	Unity PRO M EDUC FACILITY (100 Licencias)	\$ 1.853.880,00	\$ 1.883.542,08	Schneider Electric
TOTAL INVERSIÓN EN EQUIPOS E INSTRUMENTOS			\$ 12.170.629,46	

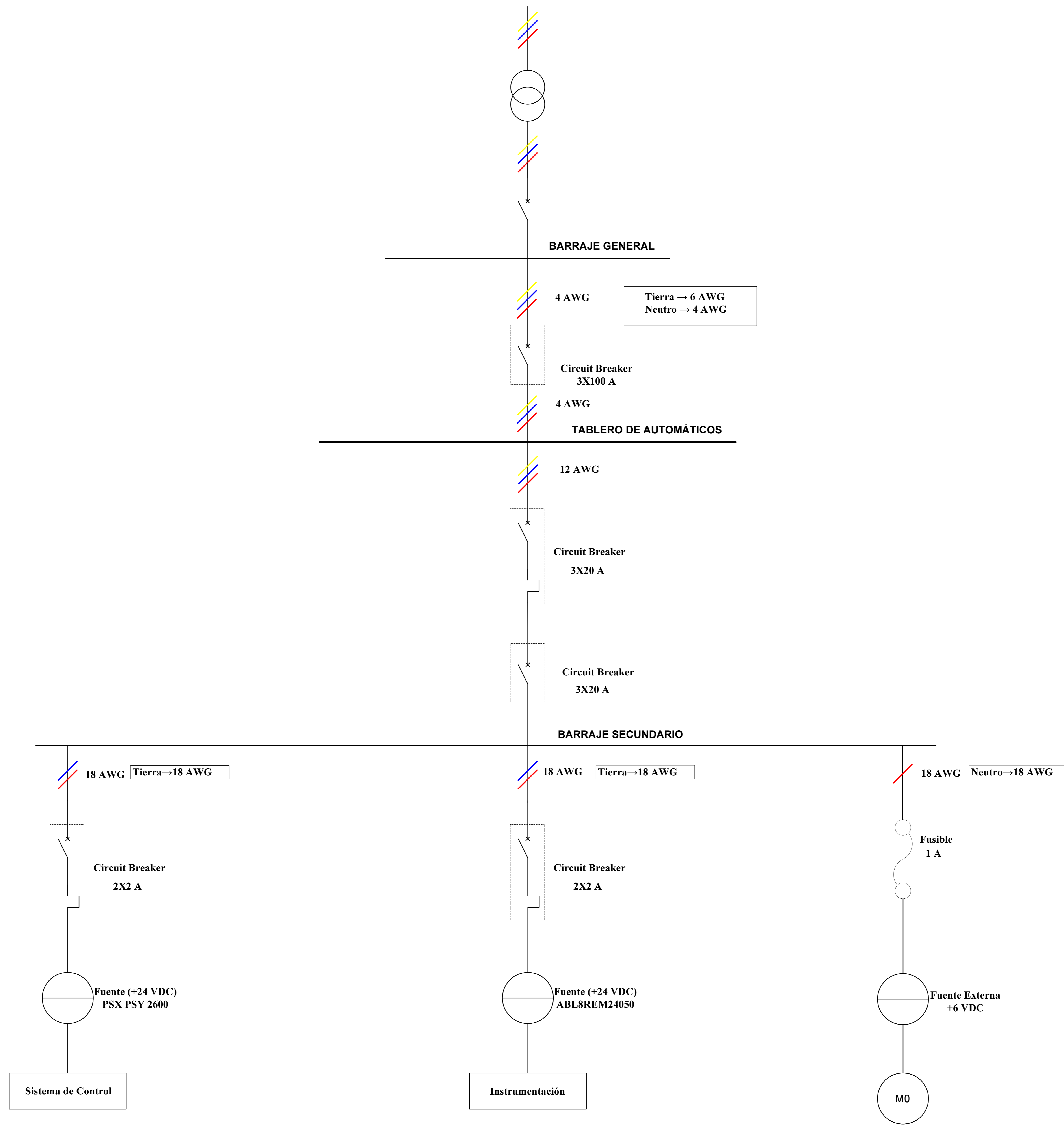
ANEXO B. Lista de Accesorios de Montaje y Cableado


CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL + IVA	PROVEEDOR SUGERIDO
1	Parado de Emergencia rojo - 1 NC/ girar para liberar (XB5AS542)	\$ 91.400,00	\$ 92.862,40	
16	Bases para Relé enchufable Tipo Universal 14 pines (RXZE2M114M)	\$ 37.000,00	\$ 601.472,00	
16	Relé enchufable Tipo Universal 14 pines 220Vac/10A (RXM4AB2P7D)	\$ 54.200,00	\$ 881.075,20	
1	Gabinete Principal con Sobrefondo 120x80x30 (AltoxAnchoxFondo) con Ventana	\$ 600.000,00	\$ 609.600,00	
3	Laminas de Barrage	\$ 0,00	\$ 0,00	
3	Canaleta Ranurada de 40mm X 60mm Gris Legrand (6361 07) (Tramos de 2 Metros)	\$ 15.920,00	\$ 48.524,16	
2	Canaleta Ranurada de 25mm X 60mm Gris Legrand (Tramos de 2 Metros)	\$ 16.380,00	\$ 33.284,16	
4	Riel Omega perforado EBC (Tramo de 1 Metro)	\$ 3.000,00	\$ 12.192,00	
4	Manguera Tuberia Flexible Flexiconduit 1"	\$ 7.350,00	\$ 29.870,40	
4	Conector Recto para Tuberia de 1"	\$ 4.150,00	\$ 16.865,60	
138	Borna Universal (0390 60)	\$ 2.550,00	\$ 357.530,40	
12	Borna Universal - Tabique de Separación (0394 66)	\$ 2.900,00	\$ 35.356,80	
5	Borna Universal - Regla de Unión Equipotencial (0394 10)	\$ 8.000,00	\$ 40.640,00	
19	Borna para Tierra (0393 71)	\$ 9.300,00	\$ 179.527,20	
4	Borna para Tierra - Placa terminal (0394 50)	\$ 1.200,00	\$ 4.876,80	
8	Borna Porta-Fusible (0390 86)	\$ 11.800,00	\$ 95.910,40	
24	Señalización de las bornas 0 (0382 10)	\$ 70,00	\$ 1.706,88	

73	Señalización de las bornas 1 (0382 11)	\$ 70,00	\$ 5.191,76	
34	Señalización de las bornas 2 (0382 12)	\$ 70,00	\$ 2.418,08	
33	Señalización de las bornas 3 (0382 13)	\$ 70,00	\$ 2.346,96	
24	Señalización de las bornas 4 (0382 14)	\$ 70,00	\$ 1.706,88	
24	Señalización de las bornas 5 (0382 15)	\$ 70,00	\$ 1.706,88	
24	Señalización de las bornas 6 (0382 16)	\$ 70,00	\$ 1.706,88	
24	Señalización de las bornas 7 (0382 17)	\$ 70,00	\$ 1.706,88	
24	Señalización de las bornas 8 (0382 18)	\$ 70,00	\$ 1.706,88	
23	Señalización de las bornas 9 (0382 19)	\$ 70,00	\$ 1.635,76	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Números 0 (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
4	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Números 1 (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 10.160,00	
2	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Números 2 (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 5.080,00	
2	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Números 3 (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 5.080,00	
2	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Números 4 (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 5.080,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Números 5 (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Números 6 (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Números 7 (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Números 8 (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Números 9 (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras A (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	

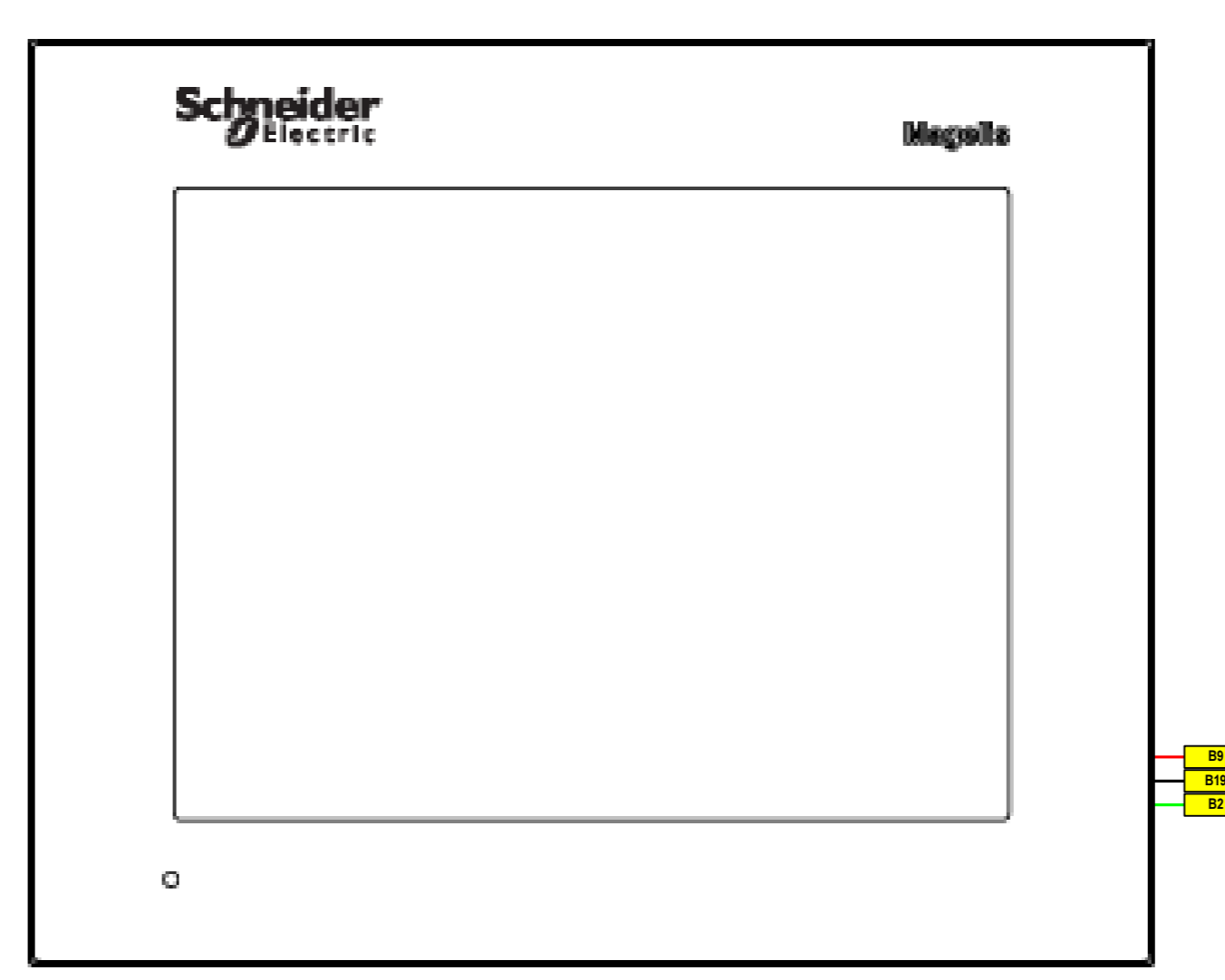
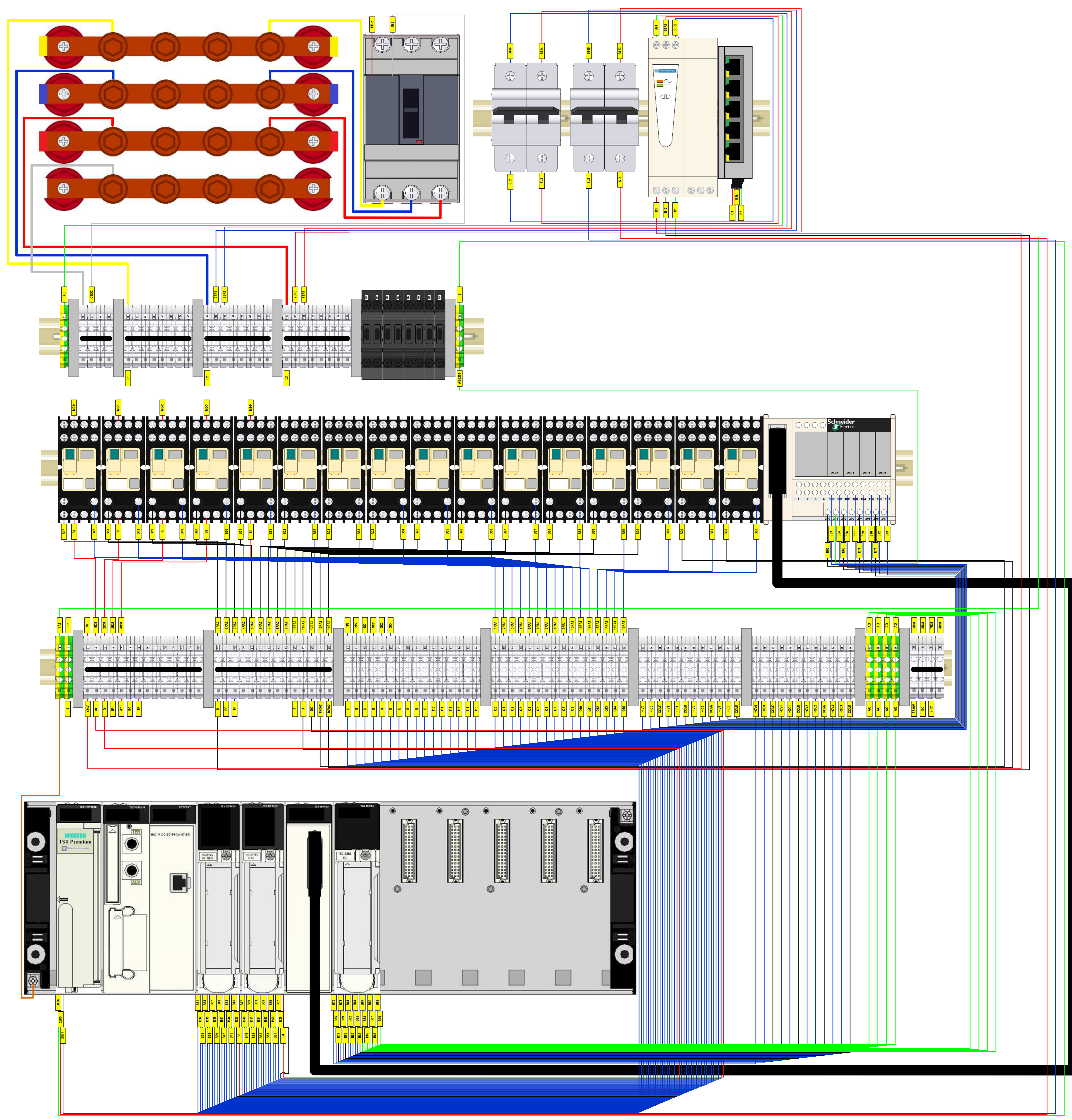
2	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras B (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 5.080,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras C (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras D (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras I (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras L (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras M (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras N (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras O (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras P (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras Q (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
3	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras R (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 7.620,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras S (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras T (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras V (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
1	Caja de Marquillas Tipo Anillo Dexson Letras + (AR1)	\$ 2.500,00	\$ 2.540,00	
8	Cable Encauchetado 4x12 AWG (Metros)	\$ 5.000,00	\$ 40.640,00	
4	Terminales de Cable 100 unidades Rojo 18 AWG (Bolsa de 100)	\$ 12.000,00	\$ 48.768,00	
1	Terminales de Cable 100 unidades Amarillo 12 AWG (Bolsa de 100)	\$ 12.000,00	\$ 12.192,00	
TOTAL INVERSIÓN EN EQUIPOS E INSTRUMENTOS				

Anexo C. DIABRAMA UNIFILAR DEL TORNO PARA MADERA

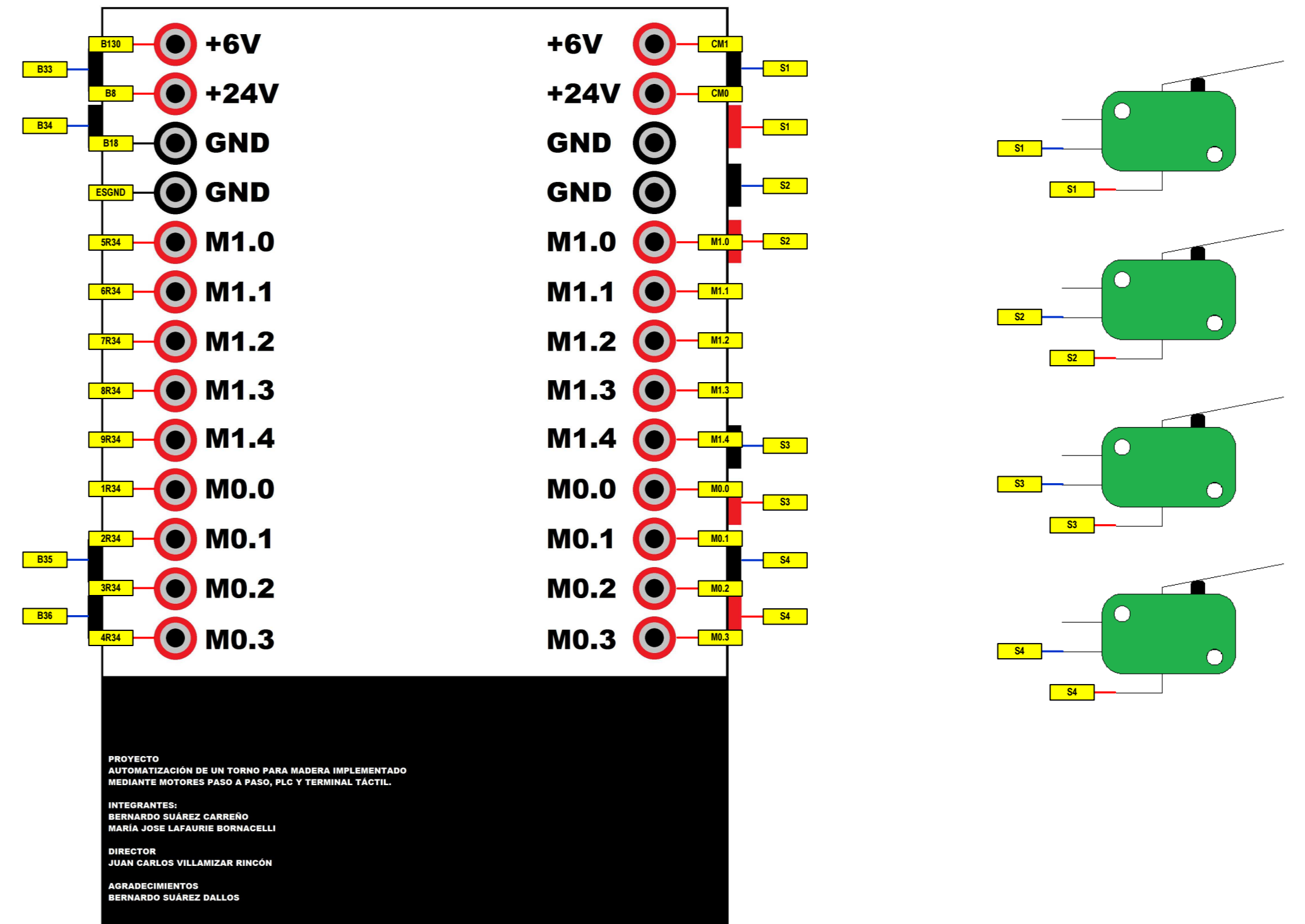
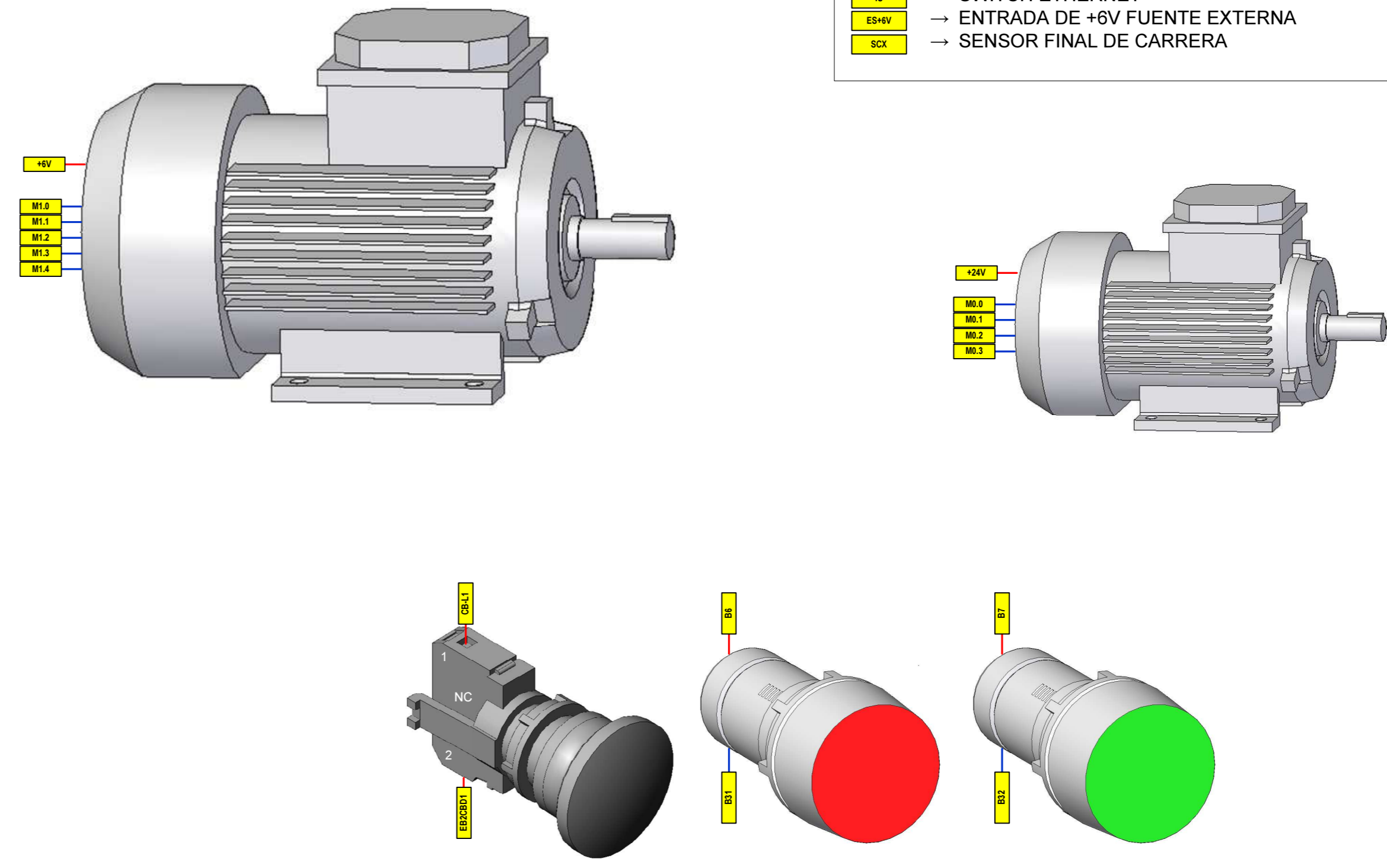


FECHA: 23 MARZO 2010	CONTIENE: DIAGRAMA UNIFILAR – AUTOMATIZACION DE UN TORNO PARA MADERA	DISEÑO: BERNARDO SUAREZ CARREÑO	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN TORNO PARA MADERA IMPLEMENTADO MEDIANTE PLC, MOTORES PASO A PASO Y TERMINAL TÁCTIL
 UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA		DIBUJO: BERNARDO SUAREZ CARREÑO	APROBADO POR: DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCON
		GRUPO ING. ELECTRÓNICA: BERNARDO SUAREZ CARREÑO – MARIA JOSE LAFAURIE BORNACELLI DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCON	REVISADO POR: DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCON

Anexo D. PLANO ELECTRICO DEL TORNO PARA MADERA



- 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
 - COMÚN 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 +6V FUENTE EXTERNA
 - SENSOR FINAL DE CARRERA



FECHA: 23 MARZO 2010	CONTIENE: PLANO ELÉCTRICO – AUTOMATIZACION DE UN TORNO PARA MADERA	DISEÑO: BERNARDO SUAREZ CARREÑO	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN TORNO PARA MADERA IMPLEMENTADO MEDIANTE PLC, MOTORES PASO A PASO Y TERMINAL TÁCTIL
<p>UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA</p>		DIBUJO: BERNARDO SUAREZ CARREÑO	APROBADO POR: DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCON
		GRUPO ING. ELECTRÓNICA: BERNARDO SUAREZ CARREÑO MARIA JOSE LAFAURIE BORNACELLI	REVISADO POR: DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCON
		DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCON	

Anexo E. RACK TSX RKY 12

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

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.


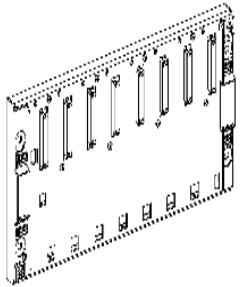
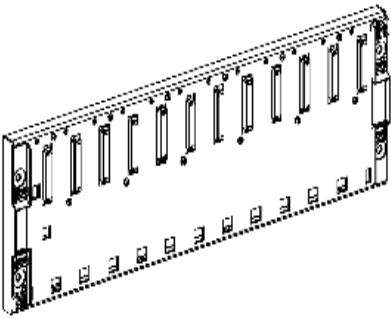
NOTA: Se ofrecen dos familias de racks en varios grupos modulares (4, 6, 8 y 12 posiciones):

- **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 

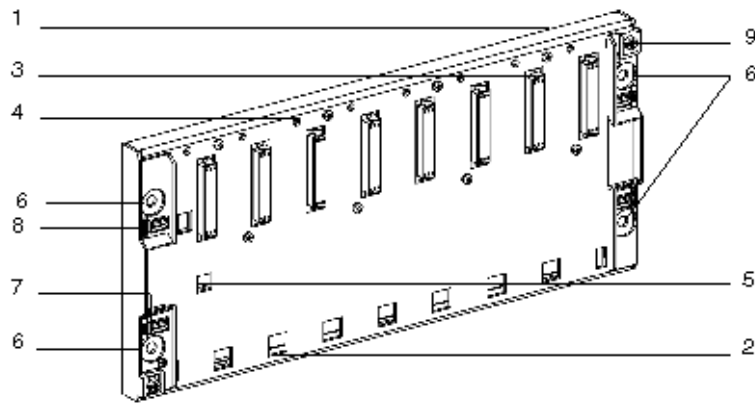
Bastidor estándar: descripción

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	<p>Chapa metálica que garantiza las funciones de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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	<p>Conectores hembra 1/2 DIN de 48 pines que garantizan la conexión entre el bastidor y cada módulo.</p> <p>Durante la entrega del rack, estos conectores están protegidos por tapas que se deberán retirar antes de colocar los módulos.</p> <p>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.</p>
4	Orificios de rosca para los tornillos de fijación del módulo.
5	<p>Ventana que asegura la decodificación durante el montaje de un módulo de alimentación.</p> <p>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.</p>
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.

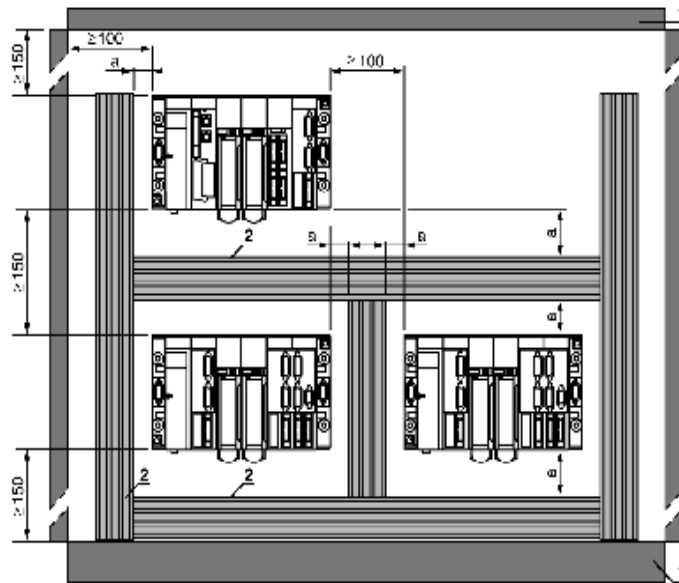
Reglas de instalación de los bastidores: descripción

- **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.



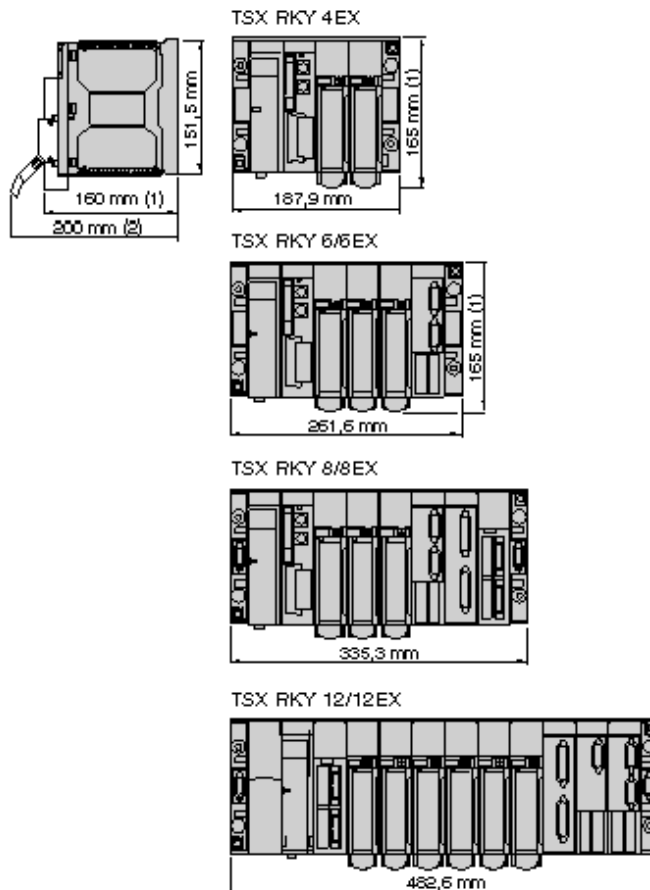
a Superior o igual a 50 mm.

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:

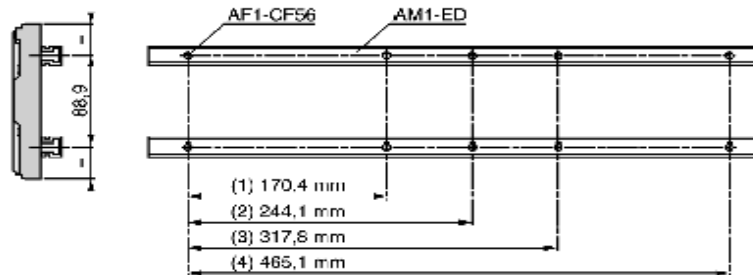
- en un raíl de montaje DIN con una longitud de 35 mm con fijación mediante tornillos M6x25, o
- en una platina perforada Telequick o en un panel.

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

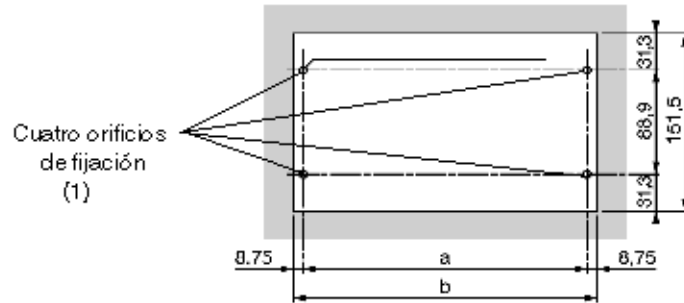
Esquema que muestra el montaje



- (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.

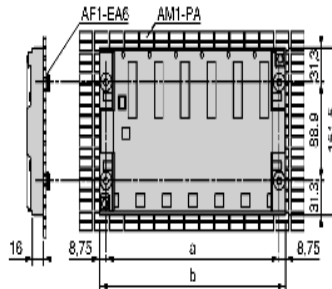
(1) El diámetro de los orificios de fijación debe permitir el paso de tornillos M6.

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.

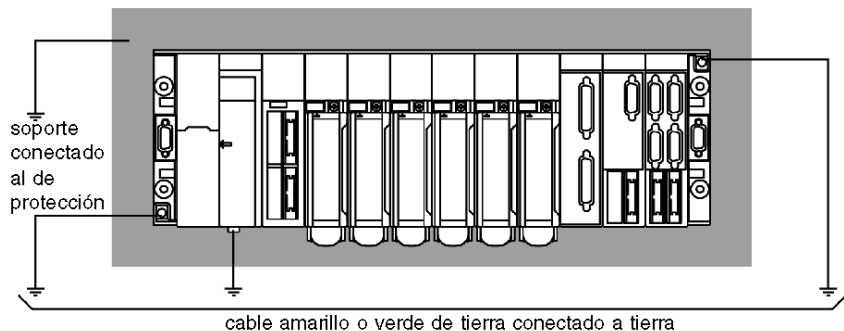
⚠ PELIGRO

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 F. FUENTE 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.**

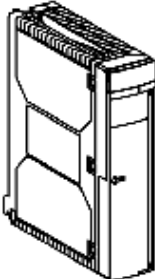
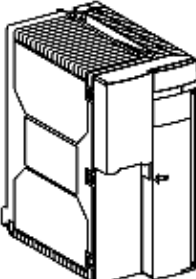
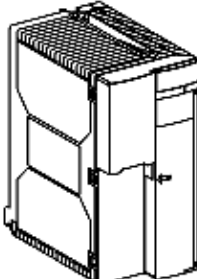
Funciones auxiliares de los módulos de alimentación

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).

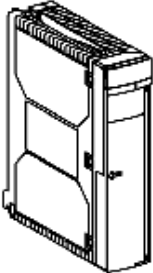
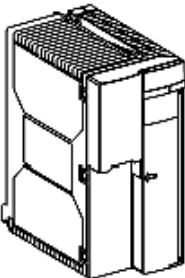
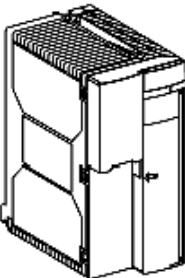
Módulos de alimentación para redes de corriente alterna

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

Modelo de formato estándar	Modelo de formato doble	
 <p data-bbox="570 1092 705 1149">TSX PSY 2600 100...240 VCA</p>	 <p data-bbox="758 1352 893 1393">TSX PSY 5500 100...120 VCA</p>	 <p data-bbox="1037 1352 1171 1393">TSX PSY 8500 200...240 VCA</p>

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	
 <p data-bbox="550 367 680 444">TSX PSY 1610 24 VCC no aislado</p>	 <p data-bbox="738 623 900 662">TSX PSY 3610 24 VCC no aislado</p>	 <p data-bbox="996 623 1201 662">TSX PSY 5520 De 24 a 48 VCC aislado</p>

Módulos de alimentación: descripción

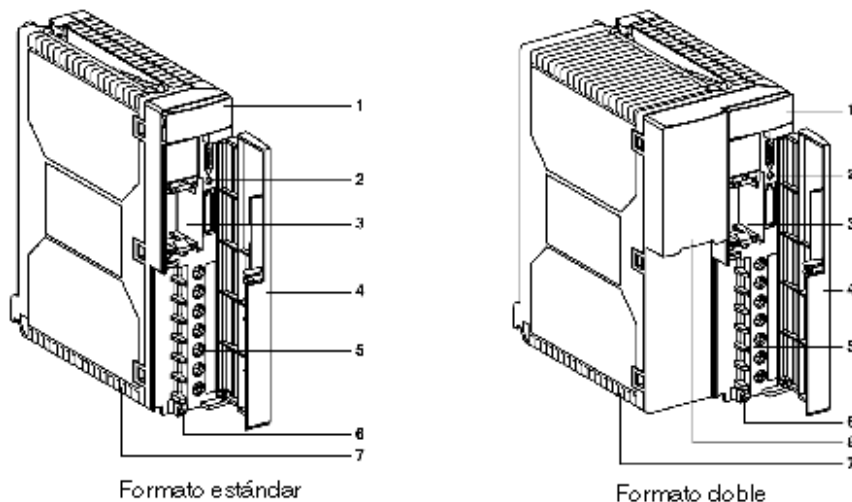
Presentación

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:



Descripción

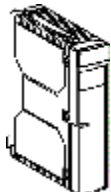
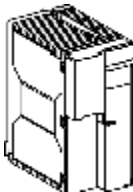
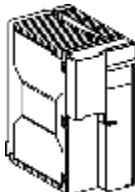
En esta tabla se describen los componentes de un módulo de alimentación:

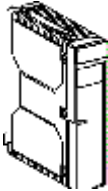
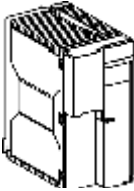
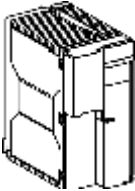
Número	Función
1	<p>Bloque de visualización que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● un indicador luminoso OK (verde), que se ilumina si existe tensión y es correcta. ● un indicador luminoso BAT (rojo), que se ilumina cuando falta la batería o está gastada. ● un indicador LED de 24 V (verde), 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	<p>Bloque de terminales con tornillos para efectuar la conexión de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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	<p>Fusible ubicado debajo del módulo que protege:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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. <p>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.</p>
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
Umbral	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.

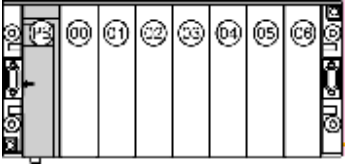

Instalación/montaje de los módulos de alimentación TSX PSY

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

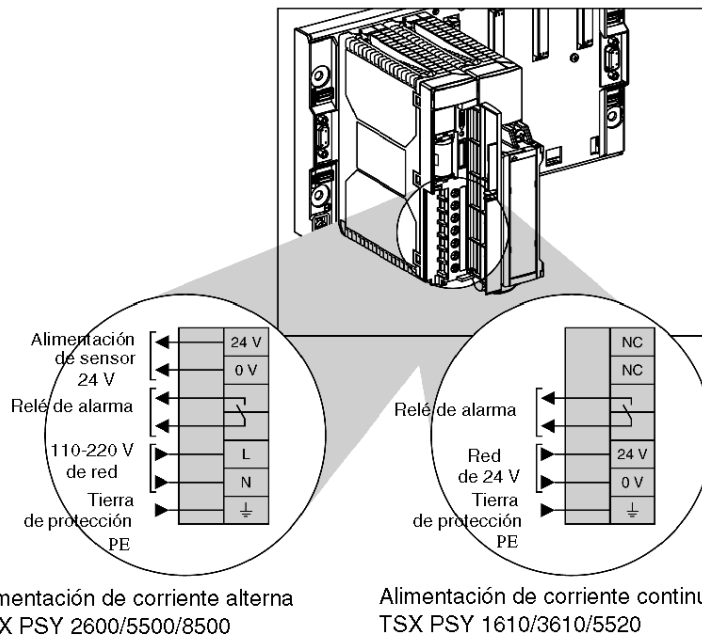
Los módulos de suministro de alimentación TSX PSY **•••** que forman parte de cada bastidor están provistos de un bloque de terminales que no se puede extraer, suministrado con una tapa que permite la conexión a la corriente, del relé de alarma, de la tierra de protección y, para las alimentaciones de 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 $1,5 \text{ mm}^2$ (14 AWG) con extremos o un cable con una sección de $2,5 \text{ mm}^2$ (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:



(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 mm² (12 AWG),
 - longitud limitada a 20 metros (40 metros ida/vuelta) con hilos de cobre y con una sección de 1,5 mm² (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 mm² (12 AWG),
 - longitud limitada a 10 metros (20 metros ida/vuelta) con hilos de cobre y con una sección de 1,5 mm² (14 AWG).

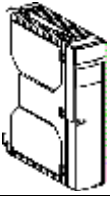
TSX PSY 2600, módulo de alimentación

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: I _{eff}	≤ 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 ² _t en la conexión	0,63 A ² s a 100 V 2,6 A ² s a 240 V
		I _t 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 G. PROCESADOR TSX P57 2634

Presentación general de los procesadores Premium

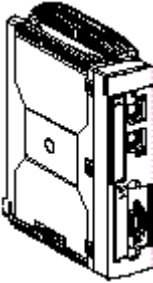
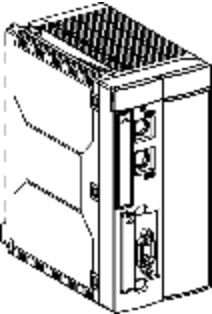
Generalidades

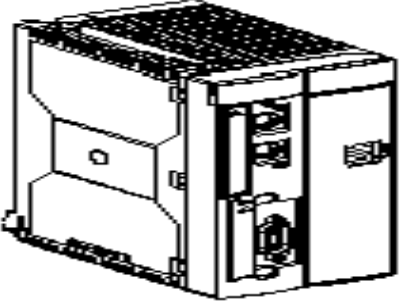
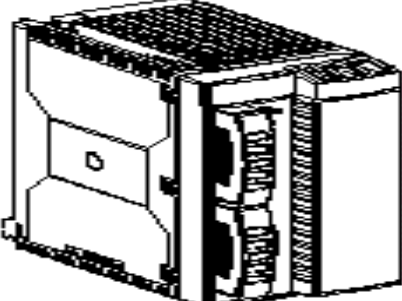
Cada estación de PLC está provista de un procesador, elegido según:

- 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:

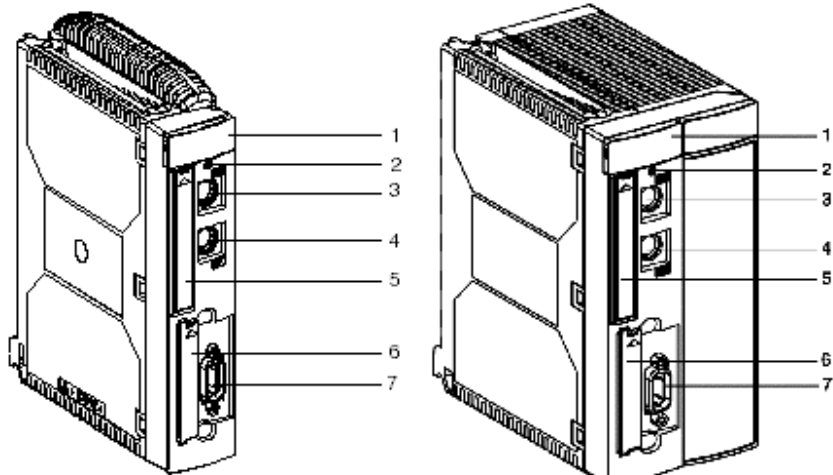
Procesador	Ilustración
<p>Procesadores con formato estándar:</p> <ul style="list-style-type: none">● TSX P57 0244,● TSX P57 104 y● TSX P57 154.	
<p>Procesadores con formato doble:</p> <ul style="list-style-type: none">● TSX P57 204,● TSX P57 254,● TSX P57 304,● TSX P57 354 y● TSX P57 454.	

Procesador	Ilustración
<p>Procesadores con formato doble:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● TSX P57 1634, ● TSX P57 2634, ● TSX P57 3634 y ● TSX P57 4634. 	
<p>Procesadores con formato doble:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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

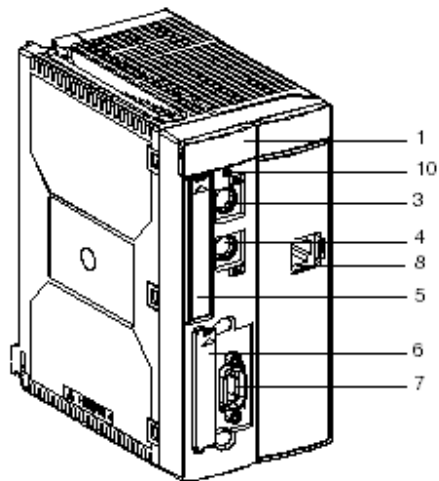
Ilustración

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

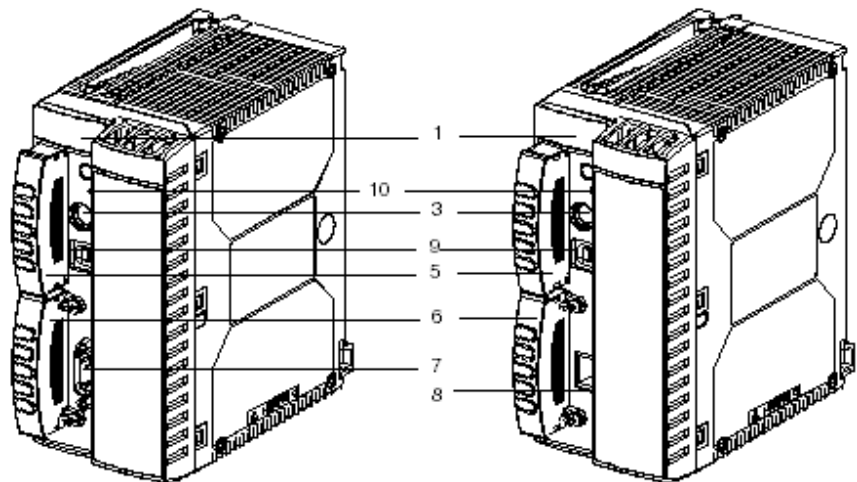


Procesador de formato estándar:
TSX P57 0244/104/154

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. <ul style="list-style-type: none"> ● 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.

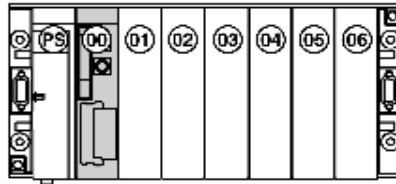
Posicionamiento de un módulo de procesador en formato estándar

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.

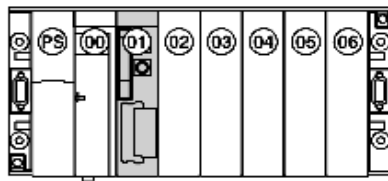
Ilustración



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

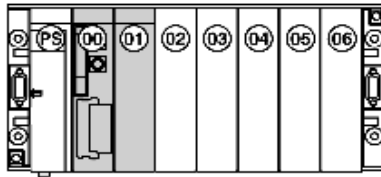
Un módulo de procesador de formato doble se instala siempre en el bastidor **TSX RKY..** con la dirección 0 y en las posiciones posición 00 y 01 ó 01 y 02, según si el bastidor está equipado con un módulo de alimentación de tipo formato estándar o formato doble.

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

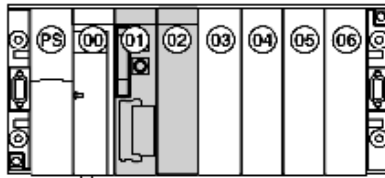


Bastidor con módulo de alimentación de tipo formato doble:

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.

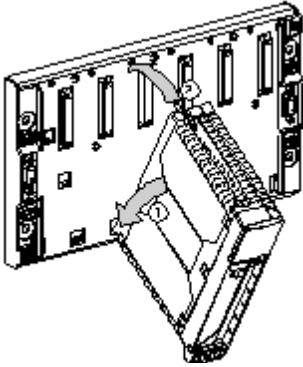
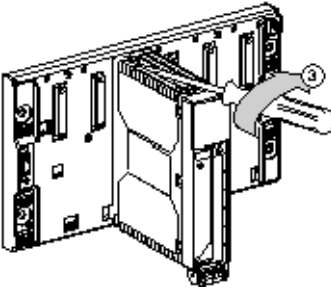
Montaje de los módulos de procesador

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

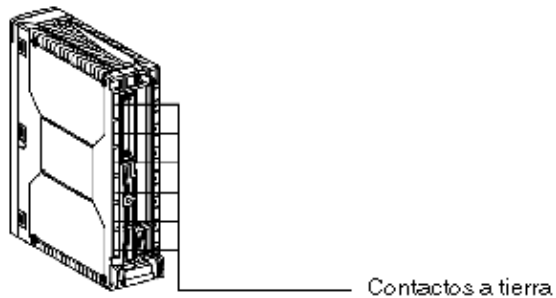
Un módulo del procesador debe montarse obligatoriamente con la alimentación del bastidor desconectada.

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 μ s (2)
	Instrucción digital básica		0,25/0,42 μ s (2)
	Instrucción de coma flotante		1,75/3,0 μ s
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 H. MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES TSX DEY 16D2

TSX DEY 16D2 Discrete input module



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?

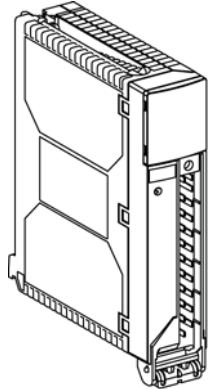
This chapter contains the following topics:

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 <i>Sensor/input compatibility, p. 43</i>)		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	$1 \text{ ms} < T < 3 \text{ ms}$
	on disappearance	$8 \text{ ms} < T < 30 \text{ ms}$
5 V consumption	typical	80 mA
	maximum	90 mA
Sensor supply consumption (2)	typical	$25 \text{ mA} + (7 \times N_b) \text{ mA}$
	maximum	$33 \text{ mA} + (7 \times N_b) \text{ mA}$
Dissipated power (2)		$1 \text{ W} + (0.15 \times N_b) \text{ W}$
Temperature downgrading (see <i>Discrete I/O module temperature downgrading, p. 67</i>)		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)	N_b = number of channels at 1.	

Discrete I/O module temperature downgrading

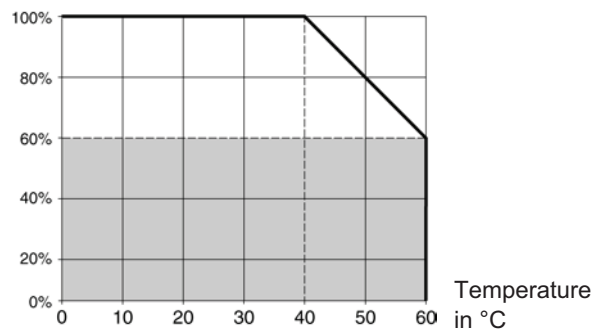
At a Glance

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.

Percentage of channels at 1



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 $16 \times 0.5 \times 60\% = 4.8$ 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 $16 \times 0.3 \times 60\% = 2.9$ 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

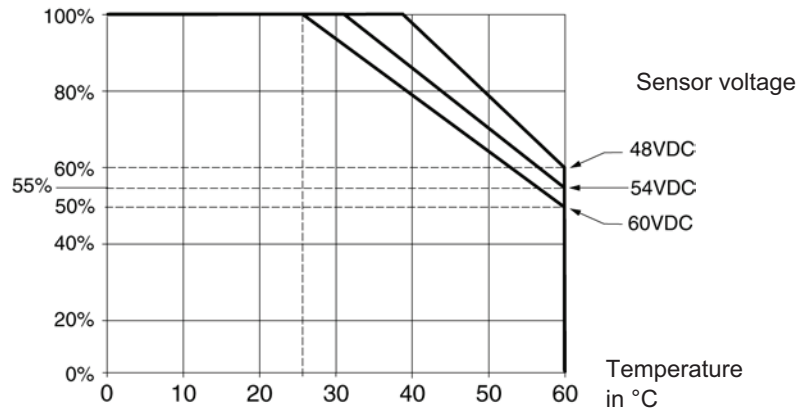
There is no temperature downgrading for relay output modules (TSX DSY 08R5/08R4D/08R5A/16R5). The user must therefore check there is enough overall consumption on the 24 V supply.

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.
Percentage of channels at 1



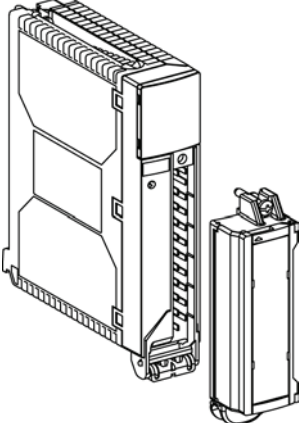
The following curves show the percentage of inputs simultaneously set to 1, depending on:

- service temperature;
 - sensor supply voltage.
-

Connecting the TSX DEY 16D2 module

At a Glance

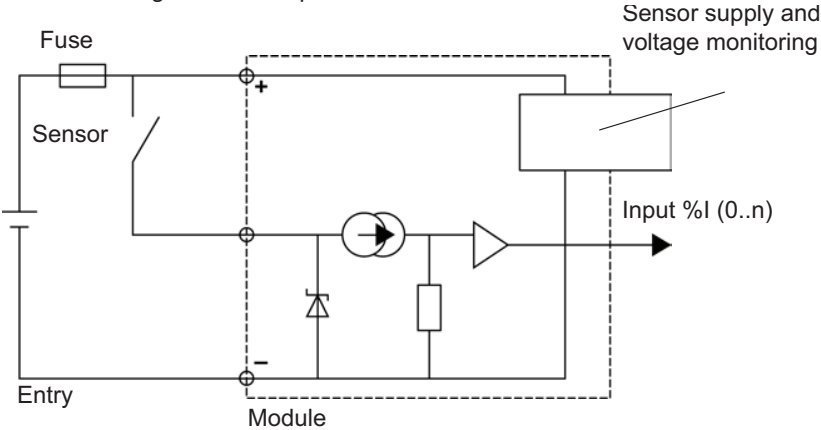
The TSX DEY 16D2 module comprises 16 x 24 VDC inputs, with type 2 positive logic.



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

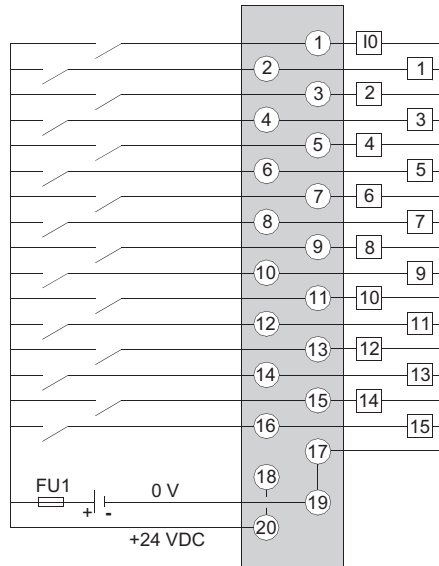
Principle Diagram

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 I. MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES 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?

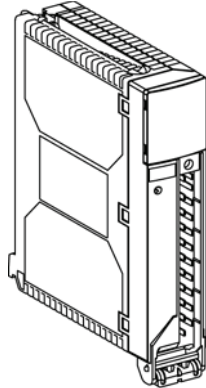
This chapter contains the following topics:

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:

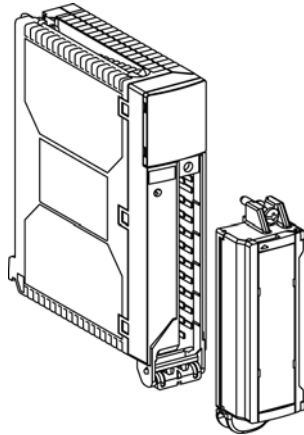
The TSX DSY 16T2 module		24 VDC positive logic transistor outputs
Nominal values	Voltage	24 VDC
	Current	0.5 A
Threshold values (1)	Voltage (including ripple)	19..30 V (34 V possible for 1 hour every 24 hours)
	Current/channel	0.625 A
	Current/module	7 A
Power of tungsten filament lamp	Maximum	6 W
Wetting 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 / L I 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 I _n < I _d < 2 I _n
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	1500 V actual, 50 / 60 Hz for 1 min
	Output / internal logic	
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 $U \leq 30$ 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

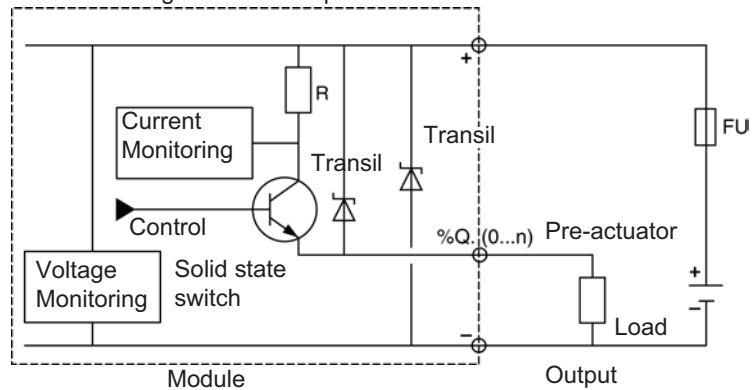
The TSX DSY 16T2 module comprises 16 x 24 VDC protected transistor output channels.



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

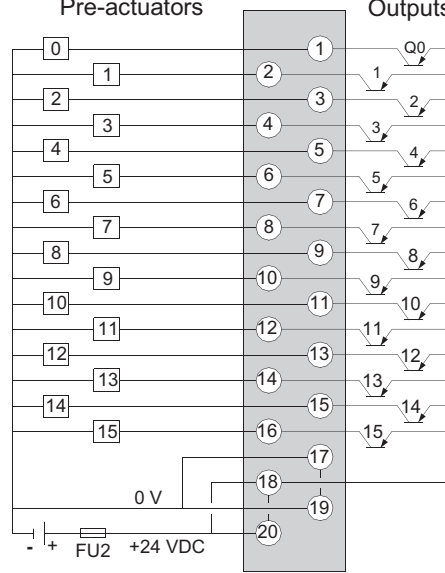
Circuit Diagram

The circuit diagram for an output is shown below.



Module connection

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

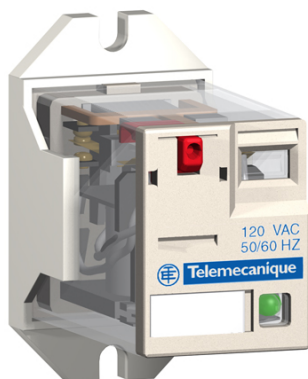


FU2 6.3 A quick-blow fuse

Anexo J. RELÉ ELECTROMAGNÉTICO RXM4AB2BD

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 $\leq 55^\circ\text{C}$
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 $20^\circ\text{C} \pm 10\%$
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 K. MANUAL DE OPERACIÓN DE TORNO PARA MADERA

**AUTOMATIZACIÓN DE UN TORNO PARA MADERA IMPLEMENTADO
MEDIANTE PLC, MOTORES PASO A PASO Y TERMINAL TÁCTIL**

**MARÍA JOSÉ LAFAURIE BORNACELLI
BERNARDO SUÁREZ CARREÑO**

**JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCÓN
DIRECTOR DEL PROYECTO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERA ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
SECCIONAL BUCARAMANGA
2010**

MANUAL DE OPERACIÓN

Para realizar el torneado de una pieza de madera es necesario seguir una serie de pasos para lograr el óptimo desempeño de la máquina; estos pasos se deben seguir en estricto orden y deben ser ejecutados uno a la vez.

SISTEMA MECÁNICO

1. Verifique que el sistema se encuentre apagado y sin energía antes de manipular cualquier elemento. Para ello, constate que el breaker tripolar se encuentre en OFF, es decir que esté según indica la flecha.

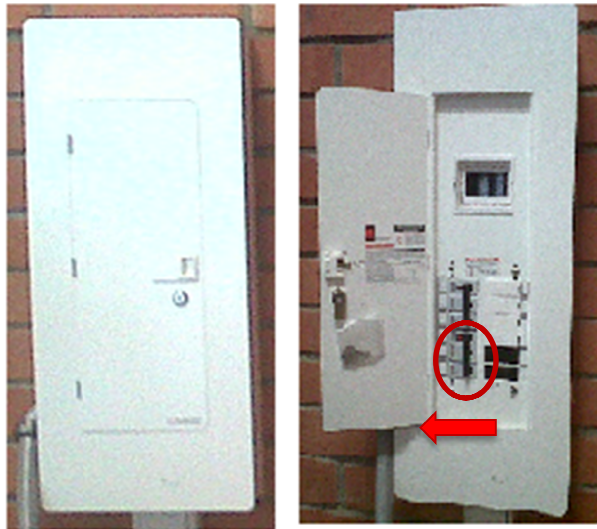


Figura 1: Verificación de que el sistema está desenergizado

2. Cerciérese de que el torno esté atornillado al soporte y que este se encuentre firme y sin vibración. Además, verifique que todos los tornillos del sistema estén asegurados y cumpliendo adecuadamente su función.



Figura 2: Ubicación de tornillos de la estructura

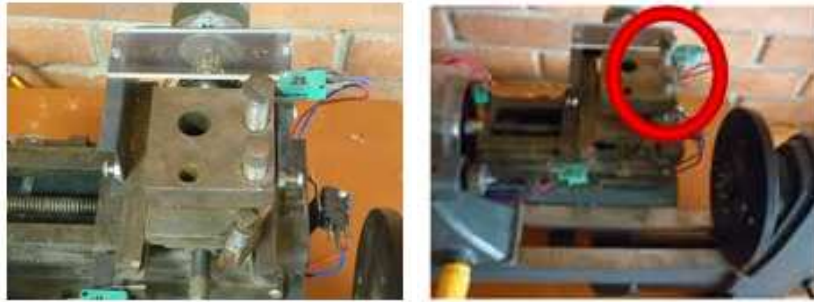


Figura 3: Ubicación de lo tornillos del porta herramientas

3. Revise los piñones acoplados a los motores y asegúrese de que no tengan viruta entre sus dientes. Igualmente verifique la limpieza de toda la estructura.

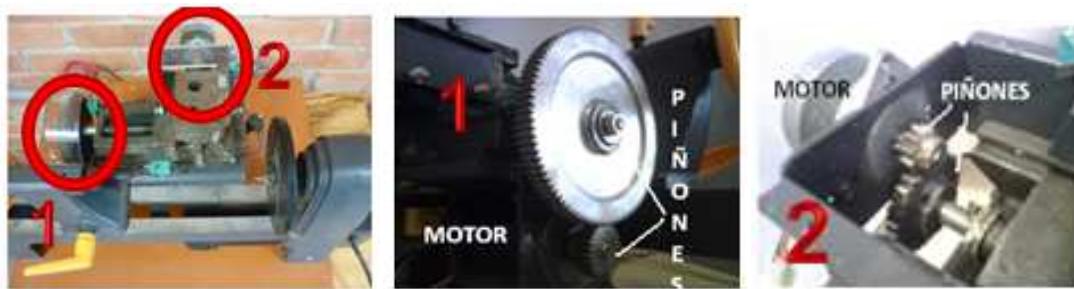


Figura 4: Piñones de cada motor

4. La pieza de madera a tornearse debe tener máximo 6cm de ancho, 6cm de profundidad y 12cm de largo y además, debe tener pequeños agujeros en los laterales para que sea más fácil y seguro su posicionamiento en el torno.

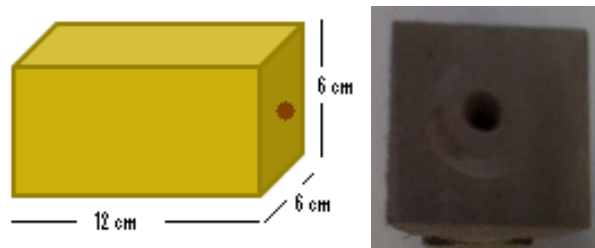


Figura 5: Características de la pieza de madera

5. Ajuste la pieza a tornearse entre el plato y el centro del contrapunto, para ello, debe presionar la madera contra las muescas que se encuentran en el plato hasta que se asegure y luego, y sin soltar la pieza de madera, gire la rueda manual hasta que la punta del contrapunto penetre en la madera.



Figura 6: Pasos para ajustar de la pieza de madera al torno

6. Gire la palanca de bloqueo del eje hasta el límite, pero con cuidado de no forzar demasiado la pieza pues se puede partir.



Figura 7: Ajuste de la palanca de bloqueo

En este momento la parte mecánica del torno ha sido terminada.



Figura 8: Ubicación final de la pieza de madera

SISTEMA DE CONTROL Y POTENCIA

7. Inicialmente se debe garantizar que el paro de emergencia esté deshabilitado, es decir que el botón no haya sido pulsado; si ya fue pulsado, debe girarlo (liberarlo) para que regrese a su estado desactivado.



Figura 9: Liberación del paro de emergencia

8. Verificar que la tarjeta externa se encuentre conectada según la Tabla 1.

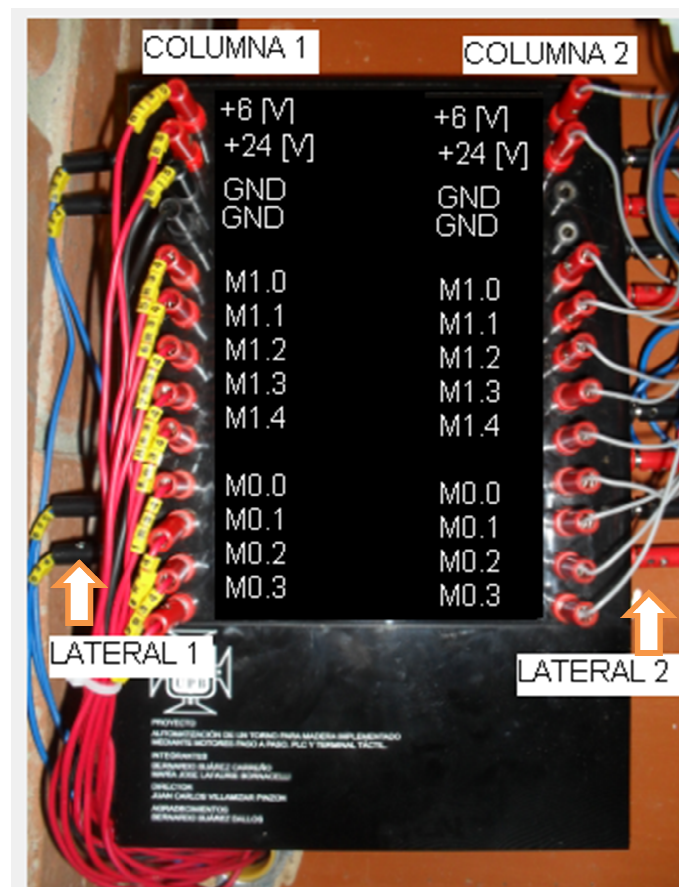


Figura 10: Tarjeta externa

NOMBRE EN BORNA	MARCACIÓN EN CABLE COLUMNA 1	MARCACIÓN EN CABLE COLUMNA 2
6 [V]	B130	CM1
24 [V]	B8	CM0
GND	B18	-
GND	ESGND	-
M1.0	5R34	M1.0
M1.1	6R34	M1.1
M1.2	7R34	M1.2
M1.3	8R34	M1.3
M1.4	9R34	M1.4
M0.0	1R34	M0.0
M0.1	2R34	M0.1
M0.2	3R34	M0.2
M0.3	4R34	M0.3

Tabla 1: Marcación cara frontal de la Tarjeta externa

NOMBRE EN BORNA	MARCACION EN CABLE LATERAL 1	NOMBRE EN BORNA	MARCACION EN CABLE LATERAL 2
S1	B33	S1	S1
S2	B34	24 [V]	S1
S3	B35	S2	S2
S4	B36	24 [V]	S2
		S3	S3
		24 [V]	S3
		S4	S4
		24 [V]	S4

Tablas 2 y 3: Marcación caras laterales de la Tarjeta externa

9. Activar el breaker tripolar del tablero de automáticos.



Figura 11: Activación del breaker tripolar

10. Activar el totalizador del gabinete de control.

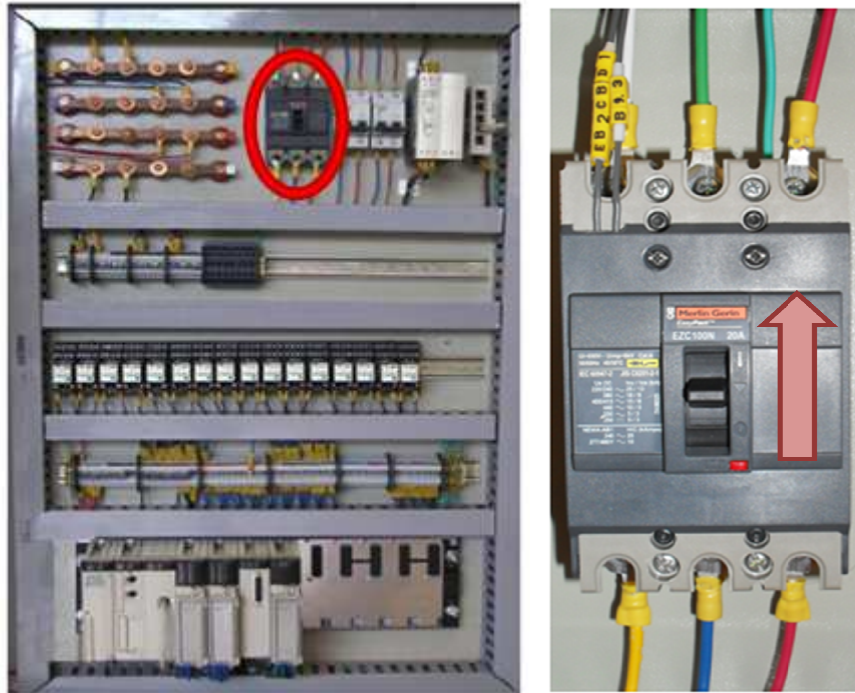


Figura 12: Activación del totalizador

11. Activar los breakers implementados a la fuente Auxiliar y a la fuente de alimentación del PLC. Se debe activar inicialmente el breaker 3, es decir el de la fuente auxiliar y posteriormente el 2 que corresponde al PLC.

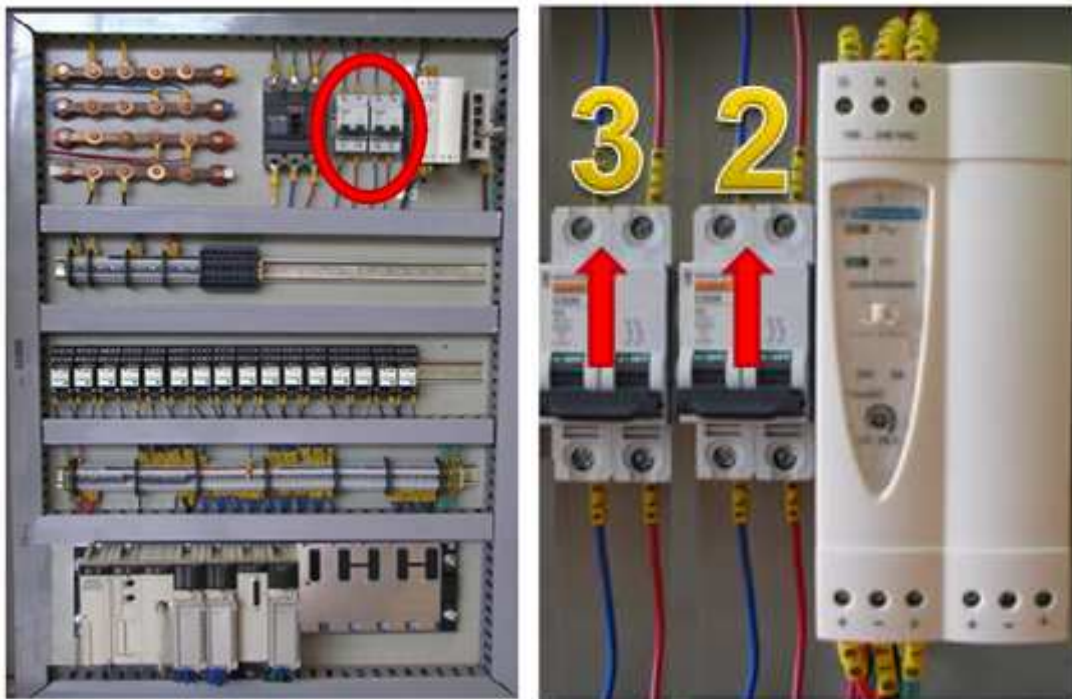


Figura 13: Activación de los breakers 2 y 3.

12. Verificar las conexiones de la fuente externas de 6 [v] y encenderla.



Figura 14: Conexiones de la Fuente externa

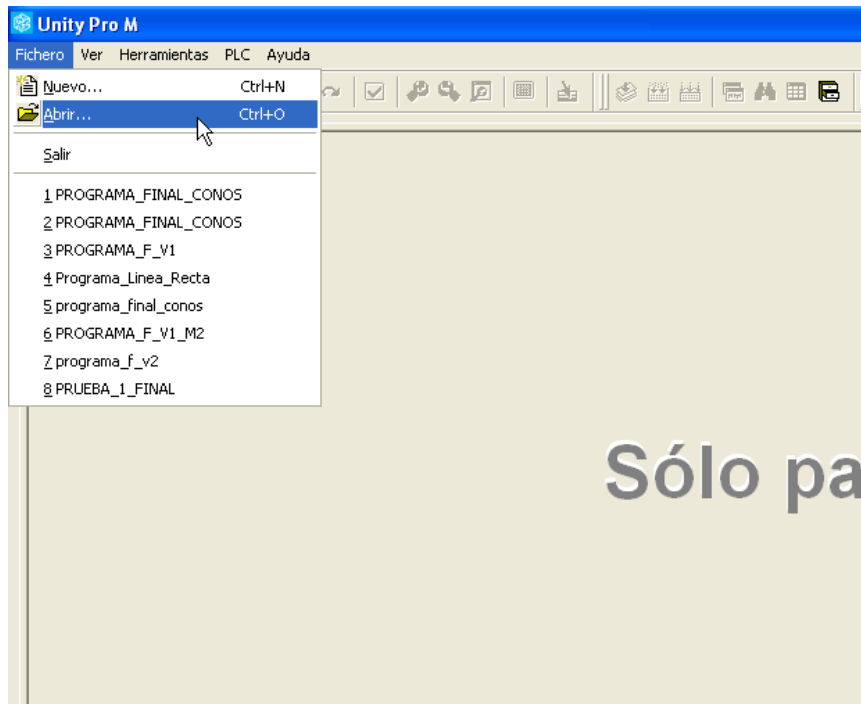
13. Encender el computador y conectar el cable TP industrial Ethernet.



Figura 15: Cable TP Industrial Ethernet

14. En el PC dirijase a *Inicio* → *Todos los Programas* → *Schneider Electric* → *SoCollaborative* → *Unity Pro* → *Unity Pro M*. Una vez se accede al software aparece la ventana principal.

Figura 16: Acceso al software Unity Pro M.



15. En la barra de menú se procede a seleccionar *Fichero* → *Abrir*. Una vez se selecciono esta opción aparece un cuadro de dialogo en el cual buscamos *Mis Documentos* → *Programa_Completo* → *programa_final_cono* → *Abrir*

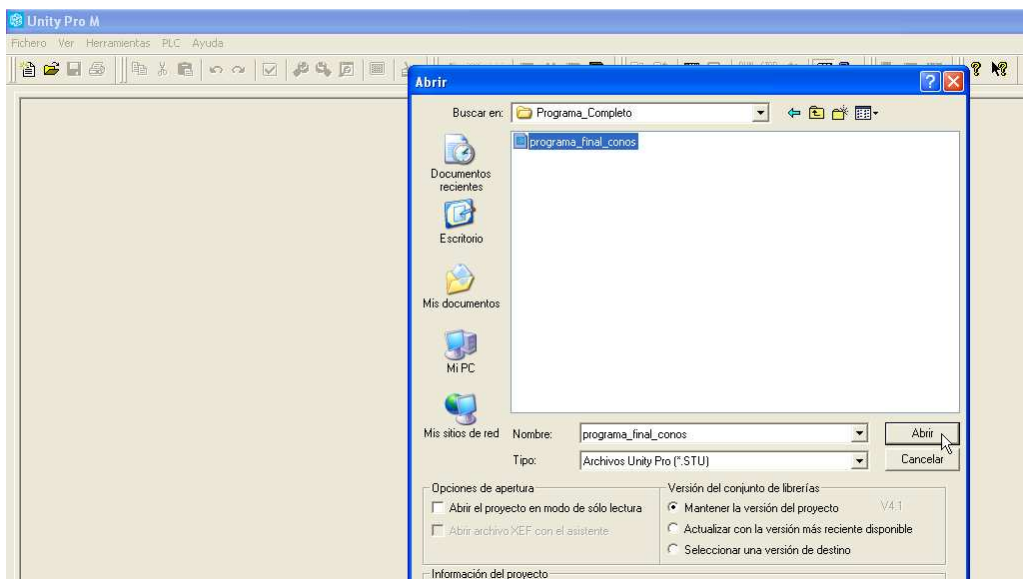


Figura 17: Ubicación del Programa en el Unity Pro M.

16. Una vez abierto el programa se procede a conectar el PLC y a transferirle el programa que se acabo de abrir. Para ellos se accede al menú *PLC* → *Conectar*. Una vez establecida la conexión se procede a transferir el programa la PLC por medio del menú *PLC* → *Transferir proyecto a PLC*.

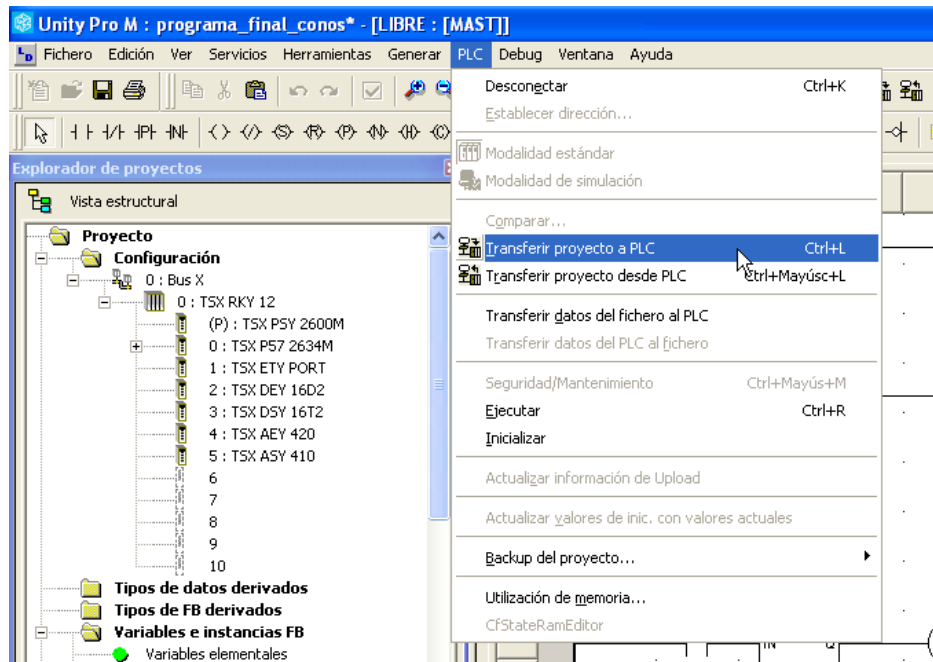


Figura 18: Transferencia del programa al PLC

17. Finalmente se procede a poner el PLC en modo RUN. Para esto se procede desde el menú *PLC* → *Ejecutar*.

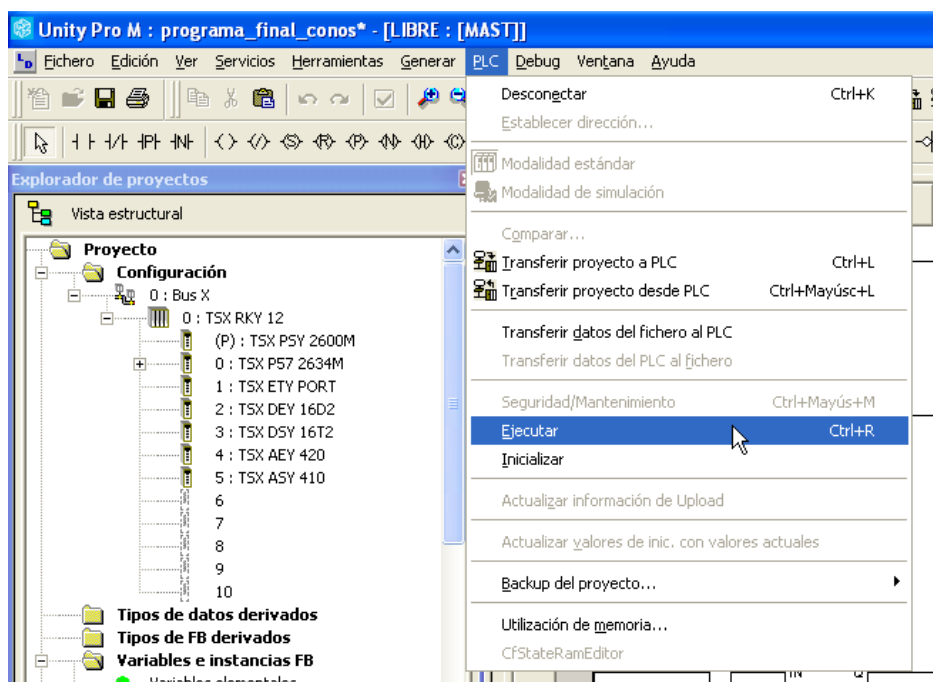


Figura 19: Modo RUN del PLC

18. Una vez se ha transferido y se a puesto en marcha en programa del PLC, se procede a desconectar el PLC del PC, esto se hace mediante el menú *PLC* → *Desconectar*. Terminado todo este proceso se va a ejecutar el Terminal Táctil, para ellos nos dirigimos a *Inicio* → *Todos los Programas Schneider Electric* → *Vijeo-*

Designer → Vijeo-Designer, una vez se da click sobre esta opción se despliega la ventana inicial de Vijeo-Designer. Una vez adentro seleccionamos la opción de *Abrir un proyecto existente* → *Siguiente*.

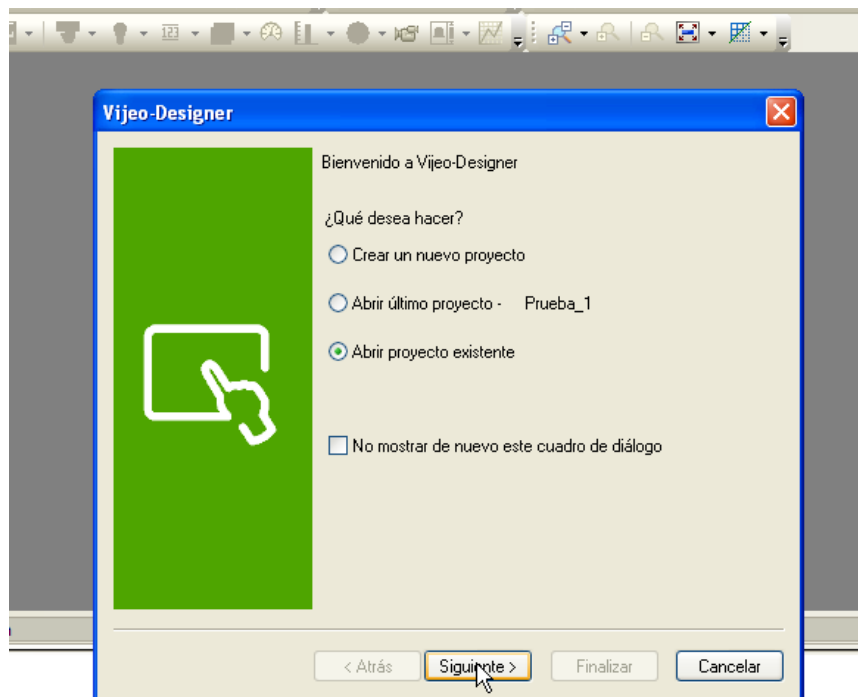


Figura 20: Abrir un proyecto existente en Vijeo-Designer

19. En la siguiente ventana que aparece se selecciona la *Prueba_1* → *Abrir*. Una vez abierto el programa se procede a realizar la transferencia al Terminal Táctil.

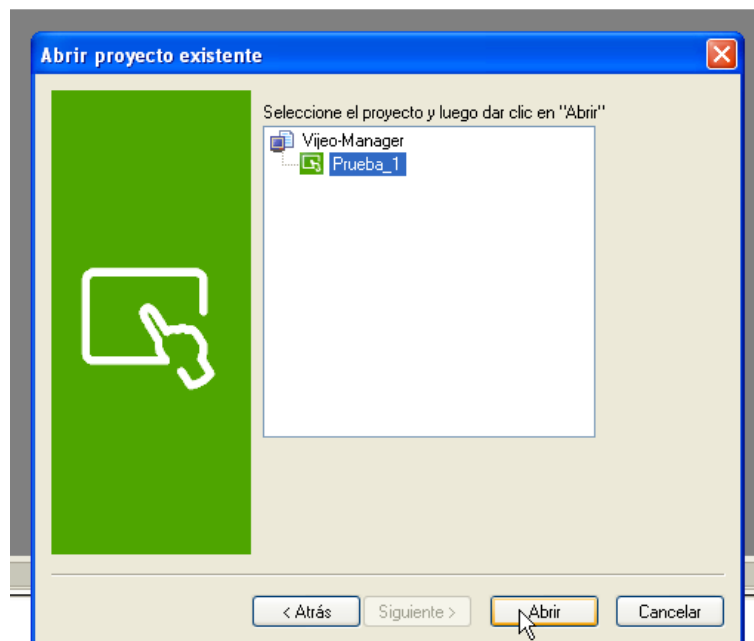


Figura 21: Ubicación del programa que será cargado en el Terminal Táctil

20. Para realizar la respectiva carga del programa en el Terminal Táctil se procede al menú *Generar* → *Descargar Destino*. Una vez listo esto el Terminal Táctil se reinicia y se carga el programa inmediatamente, una vez se observa la primer pantalla que se diseño se puede proceder a la utilización del Terminal Táctil para el control del PLC.

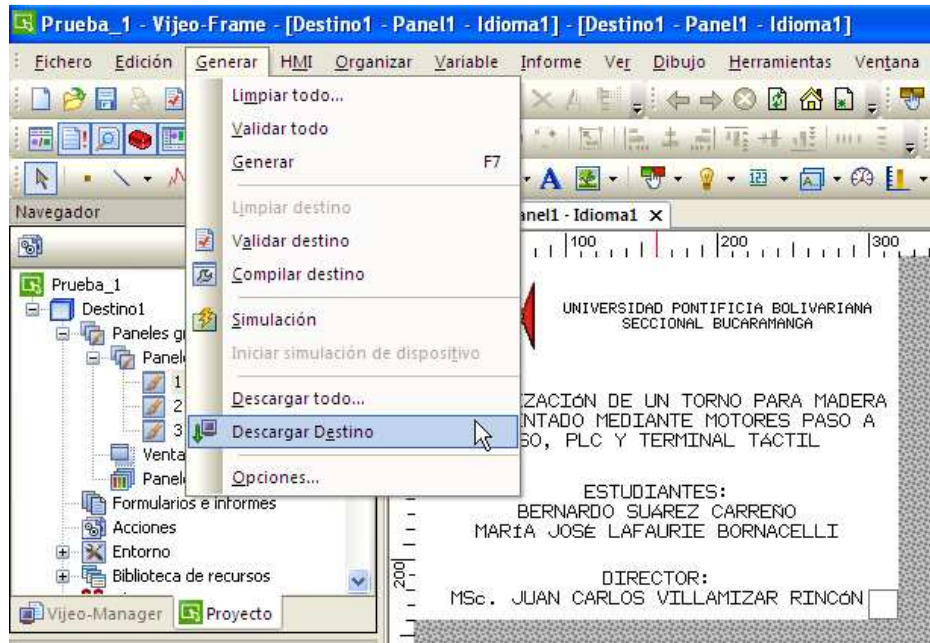


Figura 22: Transferencia del programa al Terminal Táctil

ELEMENTOS DE SEGURIDAD

21. Antes de prender el torno se debe verificar la velocidad de corte del mismo dependiendo de la madera, es decir, si la madera es blanda la velocidad debe ser media, pero si la madera es muy dura, se debe utilizar una alta velocidad.

22. Tener todas las medidas de seguridad correspondientes, es decir, gafas, tapa bocas y guantes principalmente. No se deben llevar puestos anillos, pulseras o reloj y mantener el cabello recogido y con un gorro. Además se pueden usar botas de seguridad, overol y tapa oídos.



Figura 23: Medidas de seguridad

23. Encender el torno, dar inicio al programa ya sea a través del computador o por el botón de inicio ubicado a un costado del gabinete y manipular el terminal táctil según las coordenadas deseadas por el usuario; si no se desea implementar el primer pantallazo del terminal, es decir el modo de operación tipo libre, se debe pasar al siguiente pantallazo que corresponde al modo de operación tipo recta; en este caso, se deben ingresar los valores X_0 , Y_0 , X_1 y Y_1 para que el programa genere la ecuación y posteriormente torne la pieza generando una especie de cono.



Figura 24: Botón de ON/OFF del torno



Figura 25: Botones de INICIO Y STOP ubicados a un costado del gabinete



Figura 26: Pantallazo inicial del terminal táctil



Figura 27: Pantallazo del modo de operación Libre



Figura 28: Pantallazo del modo de operación Recta

24. Luego de realizar el torneado deseado, es necesario garantizar que la prensa coordinada quede en la posición (0,0), para ello debe ingresar al modo de operación Libre y digitar 0 en las casillas de X y Y. Posteriormente detener el programa del PLC, ya sea a través del computador o del botón de stop ubicado en un costado del gabinete.

25. Apagar el torno, apagar la fuente externa de 6 [v] desactivar los breakers y finalmente apagar el computador.

26. Se debe tener en cuenta que el equipo debe ser limpiado después de su uso, preferiblemente con un soplador o una brocha.



Figura 29: Elementos para la limpieza del sistema