



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TESIS

**"Control de la máquina alambradora de la sección de
laminado de celulosa del complejo industrial
Kimberly-Clark de México, planta Morelia."**

Que para obtener el título de:
INGENIERO ELECTRICISTA

Presenta:
Jorge Villeda Arriaga

Asesora:
M.I. Sigridt García Martínez

Morelia Michoacán, Enero del 2008

Agradecimientos

Finalmente he terminado...

Quiero agradecer a mi familia por todo el apoyo que me brindaron, sin ellos todo esto nunca habría sido posible.

Gracias a mis amigos en Grupo Papelero Scribe S.A. de C.V. Que me ayudaron para la culminación de este trabajo. Sin sus consejos y alientos de ánimo, me hubiera tardado un poco más...

Y por supuesto un especial agradecimiento a mi asesora la M.I. Sigridt García Martínez por sus consejos y sobretodo la paciencia que me tuvo.

RESUMEN

En la sección de laminado de celulosa del complejo industrial Kimberly-Clark de México, planta Morelia (Actualmente denominado Grupo Papelero Scribe S.A. de C.V.), existe la necesidad de modernizar el sistema de control de la máquina alambadora y la secuencia de los transportadores. Actualmente este sistema se controla usando relevadores, selectores y temporizadores electromecánicos cuyo mantenimiento es costoso y frecuente debido a lo obsoleto de los componentes, por lo que se propone integrar este control en un sistema SLC 500 con una interfase gráfica de operador Panel View 550, ambos de la marca Allen-Bradley.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1 Diagrama general del proceso de laminado de celulosa.....	3 -
Figura 2. 2 Diagrama esquemático del sistema de laminado de celulosa.....	5 -
Figura 3. 1 Arquitectura básica de los controladores SLC 500.....	7 -
Figura 3. 2 Direccionamiento lógico de la imagen de entradas / salidas.....	12 -
Figura 3. 3 Mapa de bits de un módulo de 8 entradas / salidas discretas	12 -
Figura 3. 4 Direccionamiento lógico para los elementos de estado	13 -
Figura 3. 5 Direccionamiento lógico para los elementos de tipo entero	15 -
Figura 3. 6 Direccionamiento lógico para los elementos de tipo binario	15 -
Figura 3. 7 Direccionamiento lógico para los elementos de tipo punto flotante	16 -
Figura 3. 8 Mapa de bits de los elementos de tipo punto flotante	16 -
Figura 3. 9 Direccionamiento lógico para los elementos de tipo temporizador.	17 -
Figura 3. 10 Mapa de bits del archivo de tipo temporizador.....	17 -
Figura 3. 11 Direccionamiento lógico para los elementos de tipo contador	18 -
Figura 3. 12 Mapa de bits del archivo de tipo contador	19 -
Figura 3. 13 Vista de la instrucción de rama	20 -
Figura 3. 14 Instrucción “igual que”	20 -
Figura 3. 15 Instrucción “brincar a la subrutina...”	21 -
Figura 3. 16 Instrucciones OTE para controlar el estado del bit O: 4/9 del archivo de la imagen de salidas.....	23 -
Figura 3. 17 Instrucción “temporizador”	23 -
Figura 4. 1 Utilería EvMove.....	25 -
Figura 4. 2 Vista principal del paquete de programación RSLogix 500	25 -
Figura 4. 3 Crear un proyecto nuevo	26 -
Figura 4. 4 Asignación de nombre al proyecto y definir tipo de procesador	26 -
Figura 4. 5 Vista general de un proyecto nuevo	27 -
Figura 4. 6 Partes que conforman al paquete de programación RSLogix 500	28 -
Figura 4. 7 Árbol del proyecto	29 -
Figura 4. 8 Vista de escalera.....	30 -
Figura 4. 9 Carpeta Help del árbol del proyecto.....	31 -
Figura 4. 10 Carpeta Controller del árbol del proyecto	32 -
Figura 4. 11 Vista del archivo propiedades del controlador.....	32 -
Figura 4. 12 Archivo de datos de estado	33 -
Figura 4. 13 Configuración de los módulos de entradas y salidas	33 -
Figura 4. 14 Configuración de los canales de comunicación del procesador 5/03.....	35 -
Figura 4. 15 Configuración del canal 0	35 -
Figura 4. 16 Archivos de programa.....	36 -
Figura 4. 17 Archivos de datos.....	36 -
Figura 4. 18 Archivo de datos de la imagen de entradas.....	37 -
Figura 4. 19 Comando new para los archivos de datos	38 -
Figura 4. 20 Elementos forzados en el archivo de la imagen de salidas	38 -
Figura 4. 21 Monitoreo de direcciones lógicas.....	39 -
Figura 4. 22 Comando new para los archivos de tendencias.....	40 -
Figura 4. 23 Vista de un archivo de tendencias.....	40 -

Figura 4. 24 Comando de verificación del proyecto	41 -
Figura 4. 25 Rslinx	43 -
Figura 4. 26 Ventana utilizada para configurar un controlador nuevo	43 -
Figura 4. 27 Configurar dispositivos RS-232 DF1	44 -
Figura 5. 1 Panel PanelView 550	46 -
Figura 5. 2 Creación de una nueva aplicación o abrir una existente.	48 -
Figura 5. 3 Definición del tipo de PanelView a utilizar	49 -
Figura 5. 4 Vista del software panelbuilder32.....	49 -
Figura 5. 5 Pantalla “principal”	50 -
Figura 5. 6 Pantalla “iniciar”	51 -
Figura 5. 7 Pantalla de operación en manual.....	52 -
Figura 5. 8 Pantalla de monitoreo de los sensores de posición	53 -
Figura 5. 9 Pantalla para ajuste de tiempos	53 -
Figura 5. 10 Arreglo de conexión para realizar descarga de aplicación	54 -
Figura 6. 1 Transportador 18401 (transportador giratorio) y 18402	57 -
Figura 6. 2 Transportador 18403 y transportador de la prensa hidráulica.....	57 -
Figura 6. 3 Transportador 18017 y máquina alambradora	58 -
Figura 6. 4 Transportadores de la máquina alambradora	58 -
Figura 6. 5 Válvulas direccionales FTV y GUV, válvula de secuencia y motor hidráulico	59 -
Figura 6. 6 Ubicación de los interruptores de limite FSDS y FSS	59 -
Figura 6. 7 Actuador del sujetador de alambre, interruptores de limite TRS y TCS, actuador del trenzador de alambre e interruptor de limite BSS	60 -
Figura 6. 8.....	60 -
Figura 6. 9 Diagrama Lógico para permisivo de alimentación de fleje a la máquina alambradora	66 -
Figura 6. 10 Diagrama Lógico para activar a FV (feed valve).....	66 -
Figura 6. 11 Diagrama Lógico para activar a FTV (feed tension valve)	67 -
Figura 6. 12 Diagrama Lógico para activar a TV (tension valve).....	68 -
Figura 6. 13 Diagrama Lógico para activar a FTV (tension valve)	67 -

LISTA DE TABLAS

Tabla 3. 1	Mapa de memoria de los procesadores de la familia SLC 500	- 10 -
Tabla 3. 2	Mapa de memoria del archivo de estados para los procesadores	- 14 -
Tabla 3. 3	Mnemónicos usados en los temporizadores.	- 17 -
Tabla 3. 4	Estructura de un elemento de tipo contador	- 18 -
Tabla 3. 5	Instrucciones básicas para los procesadores SLC 5/03	- 22 -
Tabla 5. 1	Características del PanelView 550	- 47 -

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN	IV
LISTA DE FIGURAS	V
LISTA DE TABLAS	VII
CAPÍTULO 1	- 1 -
INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1.1 <i>Naturaleza del problema</i>	- 1 -
1.2 <i>Objetivo principal</i>	- 2 -
1.3 <i>Descripción de capítulos</i>	- 2 -
CAPÍTULO 2	- 3 -
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LAMINADO DE CELULOSA.....	- 3 -
2.1 <i>Introducción</i>	- 3 -
2.2 <i>Descripción general</i>	- 4 -
2.3 <i>Control de tensión mecánica en el proceso de laminado de celulosa</i>	- 5 -
CAPÍTULO 3	- 6 -
CONTROLADOR SLC 5/03	- 6 -
3.1 <i>Introducción</i>	- 6 -
3.2 <i>Uso de memoria en los procesadores SLC 5/03.</i>	- 9 -
3.3 <i>Descripción de los diferentes tipos de archivos de datos.</i>	- 11 -
3.4 <i>Direccionamiento lógico de los diferentes tipos de archivos de datos.</i>	- 12 -
3.3 <i>Ciclo de funcionamiento de los procesadores SLC 5/03</i>	- 19 -
3.4 <i>Instrucciones básicas para los procesadores SLC 5/03</i>	- 19 -
CAPÍTULO 4	- 24 -
SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN.....	- 24 -
RSLOGIX 500	- 24 -
4.1 <i>Introducción</i>	- 24 -
4.2 <i>Descripción de las partes de RSLogix 500</i>	- 25 -
4.2 <i>Árbol del proyecto</i>	- 31 -
4.2 <i>Rslinx</i>	- 41 -
CAPÍTULO 5	- 46 -
DESARROLLO DE LA INTERFASE GRÁFICA PANELVIEW 550.....	- 46 -
5.1 <i>Introducción</i>	- 46 -
5.2 <i>Paquete de programación Panelbuilder32</i>	- 46 -
5.3 <i>Organización de pantallas</i>	- 50 -
5.4 <i>Descarga de la aplicación en la memoria del PanelView 550</i>	- 54 -
CAPÍTULO 6	- 56 -
INTEGRACIÓN DEL CONTROL DE LA MÁQUINA ALAMBRADORA Y SECUENCIA DE TRANSPORTADORES.....	- 56 -
6.1 <i>Introducción</i>	- 56 -
6.2 <i>Operación de los transportadores</i>	- 61 -
6.3 <i>Secuencia de operación de los transportadores.</i>	- 61 -
6.4 <i>Secuencia de operación de la máquina alambradora.</i>	- 64 -
CONCLUSIONES.....	- 70 -

BIBLIOGRAFÍA.....- 72 -

APÉNDICE A.....- 73 -

Lista de planos..... - 73 -

APÉNDICE B.....- 90 -

Código en lenguaje de escalera.....- 90 -

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

De todos los dispositivos que se usan para controlar operaciones de manufactura, el controlador lógico programable PLC (por sus siglas en inglés) es uno de los más importantes. Antes de la aparición del PLC el control automático en los procesos de manufactura se realizaba con la utilización de cientos e incluso miles de relevadores localizados en gabinetes metálicos. Al principio el PLC se usaba principalmente para reemplazar a estos relevadores. Esto ofrecía muchas ventajas ya que el PLC ocupaba menos espacio y consumía menos energía. Además era programable y estaba equipado con diodos emisores de luz (LED) los cuales funcionaban como indicadores que hacían fácil el diagnóstico de fallas. Hoy, gracias a la evolución en la tecnología electrónica y a los sistemas de cómputo, el desempeño del PLC es impresionante. Aunque actualmente aún se utilizan para reemplazar relevadores, el PLC puede desarrollar operaciones matemáticas complejas por lo que se utiliza para realizar control regulatorio en los procesos industriales. Otra de las características importantes con las que cuenta actualmente el PLC es la comunicación entre varios PLC o con sistemas de cómputo en forma local o remota [1].

Actualmente el PLC es el principal dispositivo de control que se usa en la industria, por lo que existe gran variedad de fabricantes que ofrecen cientos de modelos de PLC. Uno de estos fabricantes es Allen-Bradley que cuenta con una gran variedad de controladores lógicos programables para diferentes tipos de aplicaciones, entre éstos se encuentra el controlador SLC 5/03, que es el que se utiliza en este trabajo.

1.1 Naturaleza del problema

En la sección de laminado de celulosa del complejo industrial Kimberly-Clark de México, planta Morelia, existe una máquina alambradora (flejadora) utilizada para realizar un máximo de 4 amarres de alambre en forma paralela a cada paca de láminas de celulosa. Para el control de esta máquina se utilizan relevadores y temporizadores electromecánicos ya obsoletos cuyo mantenimiento es costoso y frecuente.

1.2 Objetivo principal

Modificar y reemplazar a los dispositivos actuales con un controlador lógico programable de la marca Allen-Bradley, implementación de una interfase de operador panelview550 de la marca Allen-Bradley con el fin de simplificar la operación de la máquina alambradora y servir como herramienta al personal de mantenimiento durante la aparición de alguna falla, ya que esta interfase contará con una pantalla de ajuste de tiempos y otra que mostrará el estado de los interruptores de límite con que cuenta la máquina alambradora.

1.3 Descripción de capítulos

En el capítulo 1 se muestran algunos antecedentes de los controladores lógicos programables, así como el problema que se pretende resolver y la solución propuesta.

En el capítulo 2 se muestra la descripción general del proceso de laminado de celulosa realizado en el complejo industrial CORPORACIÓN SCRIBE planta Morelia.

En el capítulo 3 se describirá el controlador lógico programable SLC 5/03 de la marca Allen-Bradley que es el que se utiliza en este trabajo, básicamente en este capítulo se presentan las bondades de este tipo de controlador así como la forma de utilizar las instrucciones durante el proceso de programación.

En el capítulo 4 se describirá el software RSLogix 500 utilizado para la programación de los controladores de la familia SLC 500 así como la forma de conectar una computadora personal al procesador SLC 5/03 usando el puerto serie.

En el capítulo 5 se describirá la interfase de operador PanelView 550, su programación y la organización de las pantallas propuesta.

En el capítulo 6 se describirá la secuencia de operación de los transportadores involucrados en este trabajo, así como la secuencia de operación de la máquina alambradora.

Posteriormente se mencionan las conclusiones del presente trabajo.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LAMINADO DE CELULOSA

2.1 Introducción

En el complejo industrial Kimberly-Clark de México, planta Morelia, se produce papel para escritura y celulosa laminada, la materia prima que se utiliza es la madera de pino, encino y eucalipto. El propósito de laminar la celulosa, es para:

- Facilitar su manipulación en algún tratamiento posterior
- Reducir costos de transporte
- Conservar el producto durante su almacenamiento y transporte
- Enviarla a otros complejos industriales que no cuentan con el proceso de obtención de celulosa

En la Figura 2.1 se muestra el diagrama general del proceso de laminado de celulosa.

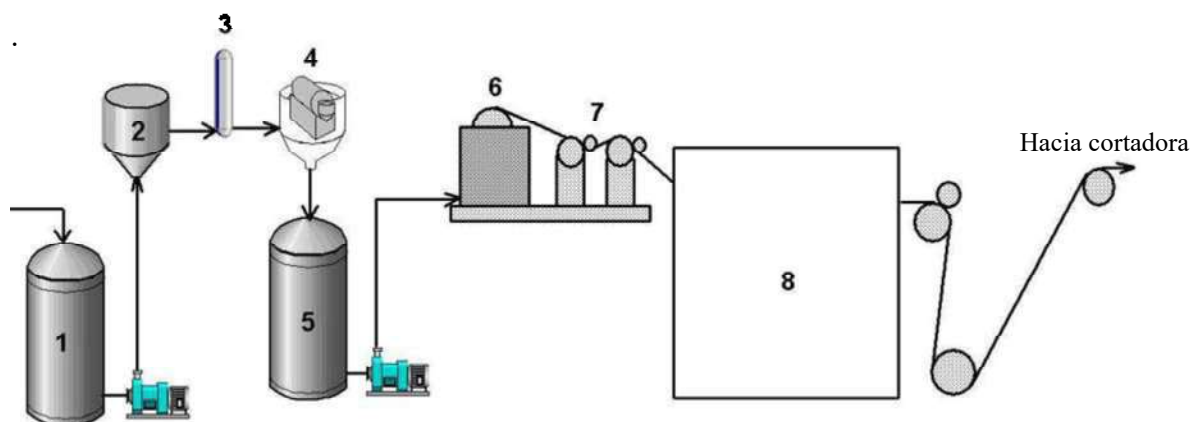


Figura 2. 1 Diagrama general del proceso de laminado de celulosa

2.2 Descripción general

En el proceso de laminado de celulosa, se tiene un tanque de almacenamiento de celulosa denominado tanque de almacenamiento de pulpa blanca (número 1 en Figura 2.1); la celulosa que contiene este tanque proviene de la planta de blanqueo de celulosa de este complejo industrial.

La celulosa de este tanque se envía a un depurador mecánico para seleccionar la fibra de celulosa (número 2 en Figura 2.1); la celulosa aceptada de este depurador se envía a una serie de 3 limpiadores centrífugos (número 3 en Figura 2.1); para la eliminación de impurezas de la pulpa de celulosa.

La celulosa aceptada del primer limpiador se envía a un equipo denominado espesador, (número 4 en Figura 2.1); para eliminar el exceso de agua en la pulpa, el espesador es un cilindro rotatorio cuya superficie es una malla metálica; en el interior de este cilindro existe una presión negativa requerida para absorber el exceso de agua de la pulpa de celulosa. La celulosa que sale del espesador pasa a un tanque denominado tanque de almacenamiento de pulpa redepurada (número 5 en Figura 2.1); la pulpa de este tanque se envía a la tina de un equipo denominado filtro laminador de celulosa (número 6 en Figura 2.1); el filtro laminador es un cilindro rotatorio cuya superficie es una malla metálica y en su interior existe una presión negativa. En este punto la pulpa de celulosa tiene un valor de 1.5 % de consistencia, la presión negativa en el interior del filtro laminador fuerza al agua a pasar por la malla de la superficie del cilindro, formándose la lámina de celulosa, aumentado la consistencia de ésta a medida que va saliendo del filtro, este filtro en su parte superior tiene una prensa en la cual se aplica una presión de 6 Kg/cm^2 para aumentar el drenado del agua y dar uniformidad a la lámina de celulosa.

Del filtro laminador la lámina de celulosa sale con un valor de 12 % de consistencia y pasa a una primer prensa (número 7 en Figura 2.1); en ésta se aplica una presión de 3 Kg./cm^2 para aumentar la consistencia de la lámina a un valor de 25%, después la lámina de celulosa pasa por una segunda prensa (número 7 en Figura 2.1); en donde se le aplica una presión de 3.2 Kg./cm^2 para aumentar su valor de consistencia a 42 %.

La lámina de celulosa al salir de la segunda prensa pasa por la sección de secado (número 8 en Figura 2.1); en donde se seca la celulosa aplicándole aire caliente a una temperatura de

120 ° C. Al salir de la sección de secado, la celulosa pasa por una máquina cortadora para formar 4 pacas de celulosa laminada. El número de láminas de celulosa es controlado por un contador electrónico, el cual por medio de una salida digital al llegar al valor de consigna activa un sistema hidráulico para desalojar las pacas de celulosa recién formadas. A través de un sistema de transportadores las pacas de celulosa son enviadas a una báscula en donde el operador agrega o quita láminas de celulosa dependiendo del peso que se requiera. Después cada paca de celulosa es compactada por medio de una prensa hidráulica. Ya compactadas las pacas de celulosa pasan por una máquina flejadora (alambradora) en donde se le aplican por lo general 2 amarres de alambre en forma paralela. El paso final es apilar estas pacas en forma vertical por medio de una máquina apiladora hidráulica, y con esto quedan listas para su almacenamiento o transporte.

2.3 Control de tensión mecánica en el proceso de laminado de celulosa

Un aspecto muy importante durante el proceso de laminado de celulosa es el control de la tensión mecánica de la lámina de celulosa ya que si no se tiene un buen control de tensión, ésta se puede romper. El control de la tensión mecánica de la lámina de celulosa se realiza controlando la velocidad tanto del filtro laminador como de la primer y la segunda prensa. El filtro laminador y cada una de las prensas cuentan con un variador de frecuencia para incrementar o decrementar su velocidad. Estos variadores de frecuencia son manipulados por un controlador lógico programable de la marca ABB, el modelo AC 80. Como señal de retroalimentación hacia el controlador, se tienen dos señales analógicas de 0 a 10 Vcd provenientes de dos sensores de posición ultrasónicos ubicados en cada una de las prensas. En la Figura 2.2 se muestra un diagrama esquemático de este sistema.

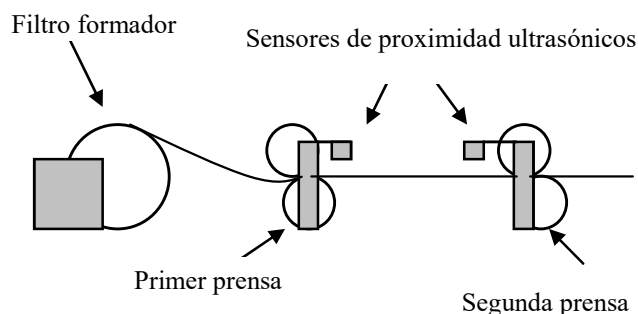


Figura 2. 2 Diagrama esquemático del sistema de laminado de celulosa

CAPÍTULO 3

CONTROLADOR SLC 5/03

3.1 introducción

La serie SLC 500 es una familia de controladores programables fabricados por la compañía **Allen-Bradley**; el acrónimo SLC significa **Small Logic Controller**. Esta familia se puede encontrar en dos opciones de hardware:

1. **Controlador fijo.** En el controlador fijo, toda la configuración de hardware (fuente de voltaje, procesador, entradas y salidas) se encuentra en una sola unidad. Aunque es posible expandir el número de entradas y salidas usando un solo rack (bastidor) de expansión de 2 ranuras.
2. **Controlador modular.** El controlador modular ofrece la máxima flexibilidad en la configuración de algún sistema. Cuenta con una variedad de modelos de procesadores (SLC 5/01, SLC 5/02, SLC 5/03, SLC 5/04 y SLC 5/05), fuentes de voltaje, protocolos de comunicación, opciones de memoria y una amplia capacidad de entradas y salidas (I/O) permitiendo crear un sistema diseñado para cualquier tipo de aplicación. Actualmente un sistema de control basado en PLC es tan confiable como lo es un DCS (Sistema de Control Distribuido).

En la Figura 3.1, se muestra una de las posibles configuraciones del controlador SLC 500. en donde se pueden apreciar los diferentes dispositivos que conforman a este sistema, [11].

A continuación se describe a cada componente de la Figura 3.1.

- **Procesador SLC.** Dispositivo electrónico encargado de procesar los datos de entrada y enviar respuesta a las salidas de control.
- **Módulo de comunicación 1747.** Dispositivo electrónico que provee protocolos de comunicación adicionales para enlazar el sistema SLC 500 con sistemas de cómputo u otros PLC.

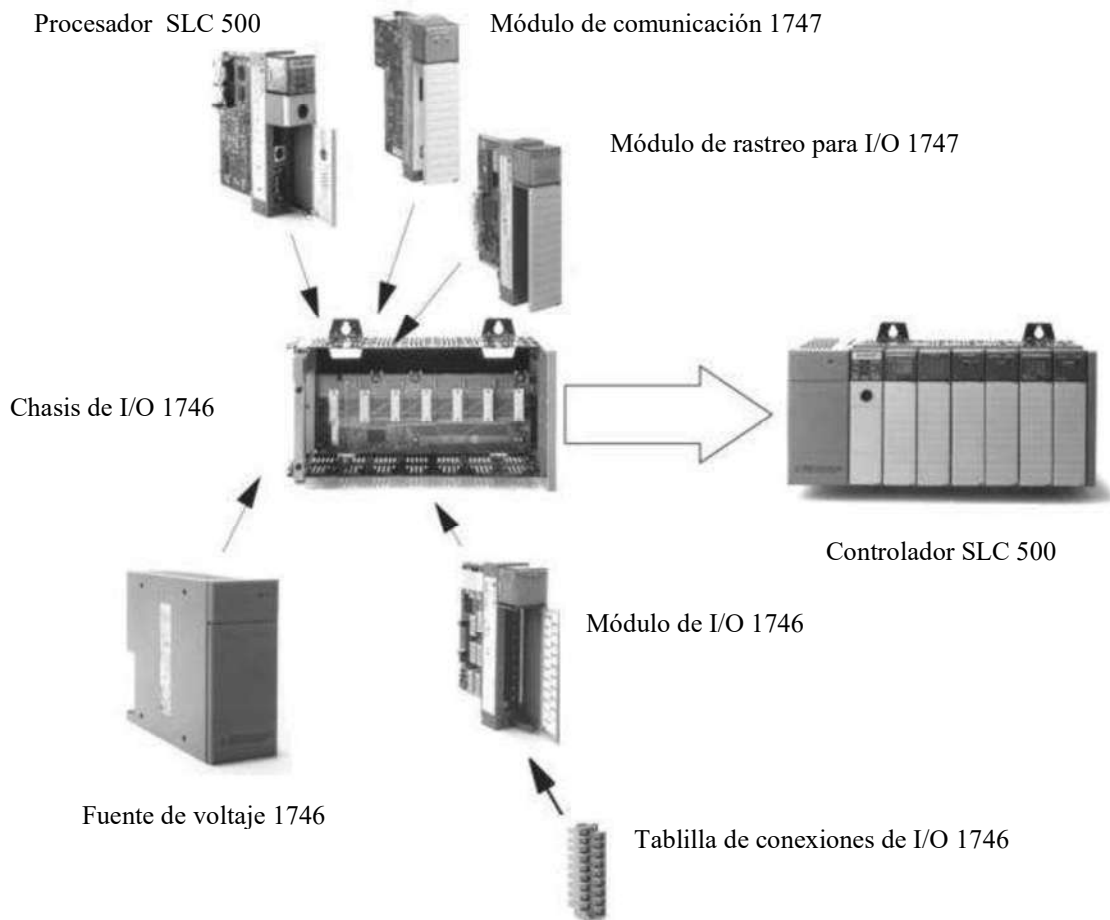


Figura 3. 1 Arquitectura básica de los controladores SLC 500

- **Módulo de rastreo para I/O 1747.** Dispositivo electrónico que provee protocolos de comunicación entre el procesador y módulos de I/O remotos.
- **Módulo de I/O 1746.** Dispositivo electrónico que convierte a las señales de entrada en señales que el procesador puede procesar, o convierte las señales emitidas por el procesador a señales de salida dependiendo si se trata de módulos de entrada o salida respectivamente.
- **Tablilla de conexiones de I/O 1746.** Dispositivo que sirve como medio de conexión entre dispositivos de campo y los módulos de I/O.
- **Fuente de voltaje 1746.** Dispositivo electrónico que provee la potencia eléctrica requerida por todos los dispositivos instalados en el chasis.

- **Chasis de I/O 1746.** Dispositivo que provee el medio de comunicación físico entre los dispositivos del sistema SLC 500.

Las ventajas del uso de los controladores SLC 500 son:

- Debido a que éste es modular, el sistema de control se puede expandir de acuerdo a las necesidades requeridas en el momento.
- Los dispositivos están diseñados para operar en ambientes industriales en donde existen altas temperaturas, vibración y ruidos eléctricos.
- Tienen un diseño compacto que les permite su instalación en lugares reducidos.
- Variedad en protocolos de comunicación, lo que permite tener un control distribuido conectando varios procesadores vía protocolos Ethernet, ControlNet, DeviceNet, DH+ y DH-485.
- Variedad en módulos de I/O (señales discretas, señales analógicas)

El sistema de control modular que se propone, está compuesto por el hardware mínimo necesario, el cual incluye; un procesador, módulos de entrada y salida discretos, todos colocados en un único chasis con una sola fuente de voltaje. La fuente de voltaje se instala en la parte final izquierda del chasis. El procesador siempre se coloca en la ranura cero (la numeración de las ranuras es de izquierda a derecha sin contar el espacio reservado para la fuente de voltaje) del chasis. En caso de que se desee incorporar el control de más equipos en este sistema, se puede hacer sin ningún problema ya que se puede tener una configuración de hasta tres bastidores (chasis) locales con un máximo de 30 ranuras que da un total de 960 señales de entrada y salida. Pero el procesador utilizado en este proyecto puede manejar hasta 4096 señales de entrada y salida por lo que se pueden instalar módulos de I/O remotos.

El tipo de procesador utilizado en este proyecto es el SLC 5/03 instalado en un chasis de 7 ranuras. Este procesador permite tener una configuración en memoria de 16 Kilo-Palabras (KWords) de 16 bits. Cuenta con dos puertos de comunicación, un puerto RS-232 y un

puerto para enlazarse a una red DH-485. Este último puerto, será utilizado para conectar la interfase de operador PanelView 550.

Además, permite operaciones matemáticas de punto flotante, programación en línea (esta característica es muy importante, ya que se pueden hacer cambios a la lógica de escalera sin necesidad de detener al procesador), actualización de la memoria flash (que contiene rutinas de programa propias del procesador), reloj y calendario. El lenguaje de escalera se utiliza para la programación de los procesadores de la familia SLC 500 y para ello se usa el paquete de programación denominado RsLogix 500, el cual se describirá en el capítulo 4.

3.2 Uso de memoria en los procesadores SLC 5/03.

La memoria de estos procesadores se divide en:

1. Memoria de datos.
2. Memoria de programa.
3. Memoria reservada.

Aunque la memoria para el procesador utilizado en este proyecto es de 16 K-Palabras solo 12 K-Palabras (12,288 palabras) están disponibles para el desarrollo de la aplicación, y 4 K-Palabras son reservadas por el procesador.

En la memoria de datos se almacena lo que se conoce con el nombre de **archivos de datos**. Archivo de datos se define como un conjunto de palabras del mismo tipo y para este procesador cada palabra tiene una longitud de 16 bits, [2].

En el procesador SLC 5/03 se pueden tener los siguientes tipos de archivos de datos:

- Datos de la imagen de salida (O0)
- Datos de la imagen de entrada (I1)
- Datos de estado del procesador (S2)
- Datos de tipo binario (B3)
- Datos de tipo temporizador (T4)
- Datos de tipo contador (C5)
- Datos de tipo control (R6)

- Datos de tipo entero (N7)
- Datos de tipo flotante (F8)
- Datos de tipo ascii (A9)
- Datos de tipo string (ST10)

En la tabla 3.1, se muestra el arreglo lógico de los archivos de datos para los procesadores SLC 500.

Tabla 3. 1 Mapa de memoria de los procesadores de la familia SLC 500

Número de archivo	Tipo de archivo	Dirección lógica
0	Imagen de salida	O:0 a O:30
1	Imagen de entrada	I:0 a I:30
2	Datos de estado	S:0 a S:n
3	Binario	B3:0 a B3:255
4	Temporizador	T4:0 a T4:255
5	Contador	C5:0 a C5:255
6	Control	R6:0 a R6:255
7	Entero	N7:0 a N7:255
8	Punto-Flotante	F8:0 a F8:255
9	Definido por el usuario	X9:0 a X255:255

Cuando se crea un nuevo proyecto, automáticamente se generan los primeros 9 archivos de datos, los cuales serán definidos posteriormente. De acuerdo a las necesidades del sistema a desarrollar, el usuario puede crear más archivos de datos desde el número 9 al 255.

Memoria de programa. Contiene lo que se denomina **archivos de programa** los cuales contienen información del controlador, la lógica en lenguaje de escalera del programa principal y alguna otra subrutina de programa.

Se puede crear hasta un máximo de 255 archivos de programa. Al crear un nuevo proyecto, se generan automáticamente los archivos 0, 1 y 2. El archivo número 0 contiene información relacionada con el sistema como por ejemplo el tipo de procesador, la configuración de entradas y salidas, el nombre del proyecto y la contraseña si es que se tuviera una. El archivo número 1 está reservado y el archivo número 2 contendrá al programa principal desarrollado por el usuario. De acuerdo a las necesidades del sistema a

desarrollar, el usuario puede crear más archivos de programa desde el número 3 al 255 (subrutinas de programa), [2].

3.3 Descripción de los diferentes tipos de archivos de datos.

Durante el desarrollo de alguna aplicación en los procesadores de la familia SLC 500, es indispensable conocer las diferencias entre cada tipo de archivo de datos por lo que a continuación se muestra su descripción, [2].

Archivo de datos de la imagen de salidas (archivo 0). Este archivo de datos representa salidas físicas externas. En la mayoría de los casos, una palabra de 16 bits representa a una ranura en el controlador, y cada bit corresponde a una salida (salidas digitales).

Archivo de datos de la imagen de entradas (archivo 1). Este archivo de datos representa entradas físicas externas. En la mayoría de los casos, una palabra de 16 bits representa a una ranura en el controlador, y cada bit corresponde a una entrada (entradas digitales).

Archivo de estados (archivo 2). Este archivo contiene información de la operación del procesador, y es muy útil en situaciones de rastreo de falla del controlador.

Archivo de datos de tipo binario (archivo 3). Este archivo se utiliza para almacenar lógica interna de tipo relevador.

Archivo de datos de tipo temporizador (archivo 4). Este archivo almacena el valor de tiempo acumulado, el valor de tiempo prefijado y bits de estado de un temporizador.

Archivo de datos de tipo contador (archivo 5). Este archivo almacena el valor acumulado, el valor de cuentas prefijado y bits de estado de un contador.

Archivo de datos de tipo control (archivo 6). Este archivo almacena la longitud, el apuntador de posición y los bits de estado de instrucciones especiales como es el caso de una instrucción de tipo secuenciador.

Archivo de datos de tipo entero (archivo 7). Este archivo se usa para almacenar valores numéricos enteros.

Archivo de datos de tipo punto-flotante (archivo 8). Este archivo se usa para almacenar valores numéricos de punto-flotante.

A partir del archivo de datos número 9, se pueden crear los tipos de archivos de datos que se requieran, incluso para este procesador SLC 5 /03 se pueden crear archivos de datos de tipo string y de tipo ascii útiles cuando el procesador; toma datos de un lector de códigos de barras o envía información a una impresora.

3.4 Direccionamiento lógico de los diferentes tipos de archivos de datos.

La forma de direccionar los elementos de los diferentes tipos de archivos de datos es otro aspecto que se debe conocer plenamente, por lo que a continuación se muestra la forma de hacerlo, [9].

- **Direccionamiento lógico para los elementos de la imagen de entradas y salidas**

Cada elemento consiste de una palabra de 16 bits. Se puede direccionar cada elemento en forma completa o cada bit en forma individual dependiendo de las necesidades requeridas. En la Figura 3.2 se muestra el direccionamiento lógico para este tipo de elementos.

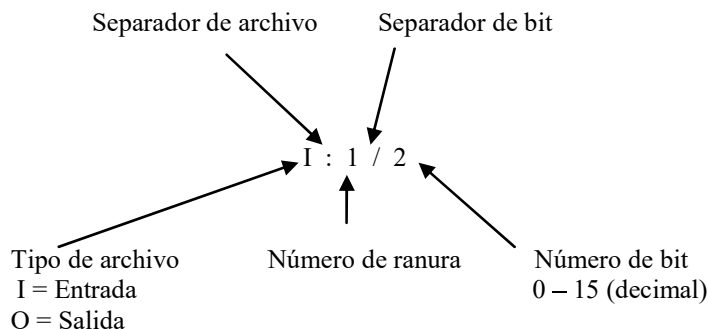


Figura 3. 2 Direccionamiento lógico de la imagen de entradas / salidas

En la Figura 3.3 se muestra la distribución de cada bit en el archivo de datos de la imagen de entradas o salidas.

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	7	6	5	4	3	2	1	0

Número de bit de entrada / salida

X = No se usa

Figura 3. 3 Mapa de bits de un módulo de 8 entradas / salidas discretas

Por ejemplo si se quiere hacer referencia a la entrada 5 de la ranura 1 se escribiría: I:1/5

- **Direccionamiento lógico para los elementos del archivo de estados.**

El número de elementos depende del tipo de procesador a utilizar, para el procesador de este proyecto (SLC 5/03) este número es 83. En la Figura 3.4 se muestra el direccionamiento lógico para este tipo de elementos.

En la tabla 3.2 se muestra la descripción de cada palabra que compone al archivo de estados.

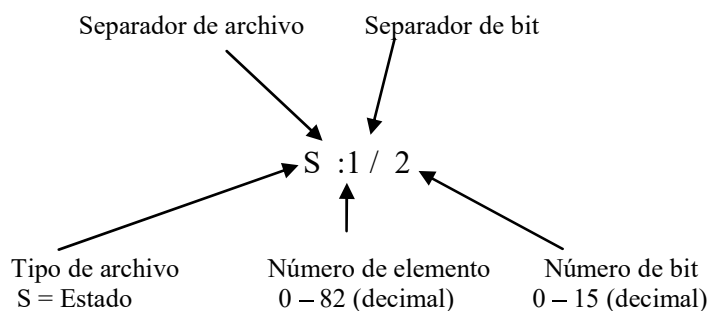


Figura 3. 4 Direccionamiento lógico para los elementos de estado

- **Direccionamiento lógico para los elementos de tipo entero.**

Al crear un nuevo proyecto, se genera automáticamente el archivo número 7 de tipo entero, este archivo puede estar formado por un máximo de 256 elementos.

Cada elemento de tipo entero consiste de una palabra de 16 bits. El direccionamiento se puede hacer direccionando la palabra completa o direccionando algún bit en particular. En la Figura 3.5 se muestra el direccionamiento lógico para este tipo de elementos, [9].

El rango válido para los elementos de tipo entero es de -32,768 a +32,767, si por alguna razón se llegara a colocar un valor fuera de estos límites, el procesador pasaría al estado de falla poniendo en 1 el bit S: 5/0 (Math Overflow Trap).

Tabla 3. 2 Mapa de memoria del archivo de estados para los procesadores SLC 5/03.

Word	Description	Word	Description
0	Arithmetic and Scan Stat Flags	42	Time-of-Day Seconds
1	Processor Mode, Status, and Control	43	Reserved
2	Processor Alternate Mode, Status, and Control	44	Reserved
3	Current and Watchdog Scan Timers	45	Reserved
4	Timebase	46	DII File Number
5	Minor Error Bits	47	DII Input Slot
6	Major Error Bits	48	DII Mask
7	Suspend Code	49	DII Compare Value
8	Suspend File	50	DII Down Count
9	Network – Active Node Table word 0	51	DII Return Mask
10	Network – Active Node Table word 1	52	DII Accumulator
11	I/O Slot Enable/Disable Flags word 0	53	Reserved
12	I/O Slot Enable/Disable Flags word 1	54	Reserved
13	Math Register word 0	55	Last DII ISR Scan Time
14	Math Register word 1	56	Maximum DII ISR Scan Time
15	Node Address and Baud Rate	57	Processor Operating System Catalog Number
16	Test Single Step – Start at Rung Number	58	Processor Operating System System Series
17	Test Single Step – Start at File Number	59	Processor Operating System Release Number
18	Test Single Step – Stop Before Rung Number	60	Hardware Catalog Number
19	Test Single Step – Stop Before File Number	61	Hardware Series
20	Test Report – Fault/Powerdown Rung Number	62	Hardware Revision
21	Test Report – Fault/Powerdown File Number	63	User Program Type
22	Maximum Observed Scan Time	64	User Program Functional Index
23	Average Scan Time	65	User RAM Size
24	Index Register	66	Flash EEPROM Size
25	I/O Interrupt Pending word 0	67	Channel 0 Active Node Table word 0
26	I/O Interrupt Pending word 1	68	Channel 0 Active Node Table word 1
27	I/O Interrupt Enabled word 0	69	Channel 0 Active Node Table word 2
28	I/O Interrupt Enabled word 1	70	Channel 0 Active Node Table word 3
29	User Fault Routine File Number	71	Channel 0 Active Node Table word 4
30	STI (selectable timed interrupt) Time Interval	72	Channel 0 Active Node Table word 5
31	STI (selectable timed interrupt) File Number	73	Channel 0 Active Node Table word 6
32	I/O Interrupt Executing	74	Channel 0 Active Node Table word 7
33	Extended Processor Mode, Status, and Control	75	Channel 0 Active Node Table word 8
34	Reserved	76	Channel 0 Active Node Table word 9
35	Current Scan Time 1 msec	77	Channel 0 Active Node Table word 10
36	Extended Minor Error Bits	78	Channel 0 Active Node Table word 11
37	Calendar Year	79	Channel 0 Active Node Table word 12
38	Calendar Month	80	Channel 0 Active Node Table word 13
39	Calendar Day	81	Channel 0 Active Node Table word 14
40	Time-of-Day Hours	82	Channel 0 Active Node Table word 15
41	Time-of-Day Minutes		

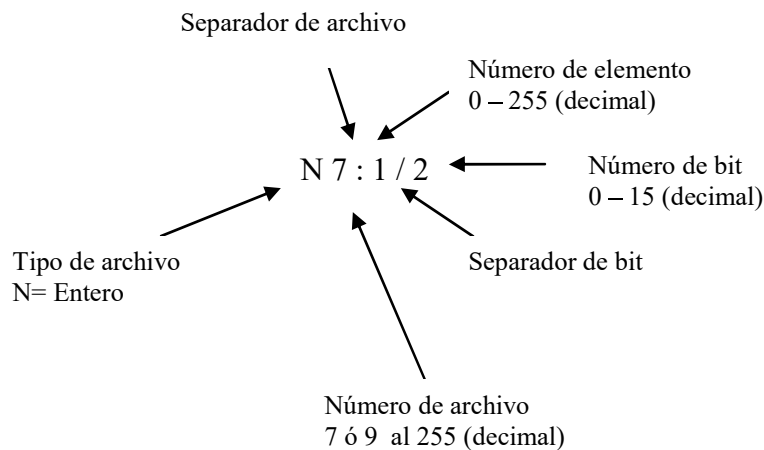


Figura 3. 5 Direccionamiento lógico para los elementos de tipo entero

- **Direccionamiento lógico para los elementos de tipo binario.**

Al crear un nuevo proyecto, se genera automáticamente el archivo número 3 de tipo binario, este archivo de datos puede contener un máximo de 256 elementos. Cada elemento binario consiste de una palabra de 16 bits, el direccionamiento puede ser en forma total o en particular para cada bit. En la Figura 3.6 se muestra el direccionamiento lógico para este tipo de elemento.

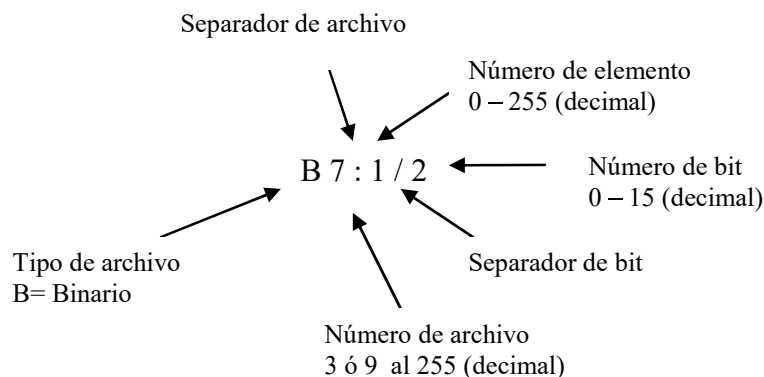


Figura 3. 6 Direccionamiento lógico para los elementos de tipo binario

- **Direccionamiento lógico para los elementos de tipo punto-flotante.**

Al crear un proyecto nuevo, se genera automáticamente el archivo número 8 de tipo flotante, este archivo de datos puede contener un máximo de 256 elementos. Cada

elemento de tipo punto-flotante consiste de dos palabras de 16 bits, el direccionamiento debe de ser en forma total. En la Figura 3.7 se muestra el direccionamiento lógico para este tipo de elementos.

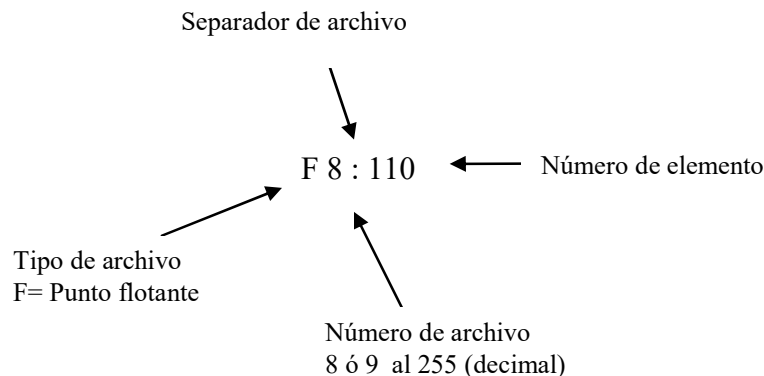


Figura 3. 7 Direccionamiento lógico para los elementos de tipo punto flotante

El rango válido para los elementos de punto flotante es de $-1.1754944 \text{ E-}38$ a $+ 28237 \text{ E} +38$. Si por alguna razón se llegara a colocar un valor fuera de estos límites, el procesador pasaría al estado de falla poniendo en 1 el bit **S: 5/0** (Math Overflow Trap). Cada elemento de tipo punto-flotante ocupa dos palabras tal y como se muestra en la Figura 3.8.

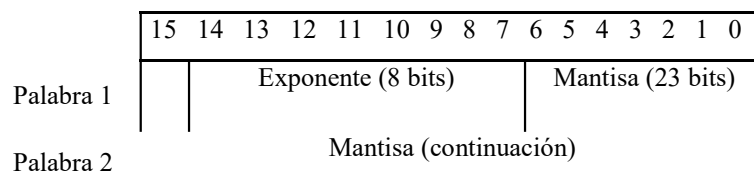


Figura 3. 8 Mapa de bits de los elementos de tipo punto flotante

- **Direccionamiento lógico para los elementos de tipo temporizador.**

Al crear un nuevo proyecto, se genera automáticamente el archivo número 4 de tipo temporizador, este archivo de datos puede contener un máximo de 256 elementos. Cada elemento está compuesto de tres palabras de 16 bits, el direccionamiento puede ser en forma total ó se puede direccionar en particular algún miembro de la estructura del

temporizador. En la Figura 3.9 se muestra el direccionamiento lógico para este tipo de elementos.

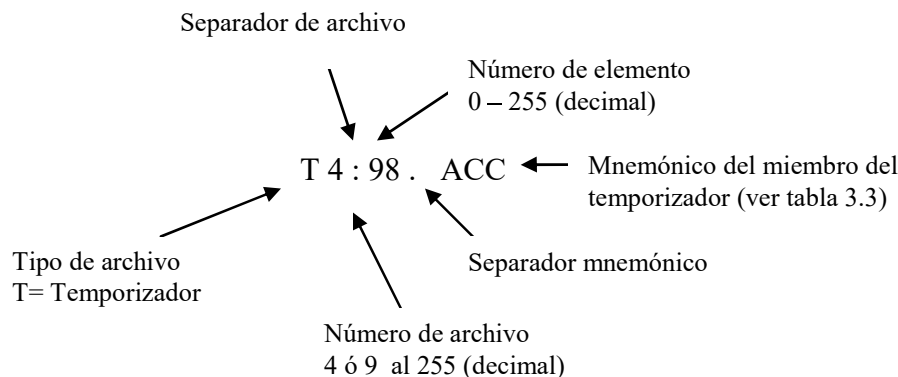


Figura 3. 9 Direccionamiento lógico para los elementos de tipo temporizador

En la tabla 3.3 se muestra los diferentes miembros de la estructura de un elemento de tipo temporizador.

Tabla 3. 3 Mnemónicos usados en los temporizadores			
Mnemónico	Descripción	Tipo de dato	Rango válido
EN	Temporizador habilitado	bit	0 ó 1
TT	Temporizador ejecutándose	bit	0 ó 1
DN	Tiempo concluido	bit	0 ó 1
PRE	Valor de tiempo prefijado	Palabra con signo	0 a +32,767
ACC	Valor acumulado	Palabra con signo	0 a +32,767

Por ejemplo si se quiere direccionar el valor acumulado del temporizador número 2 del archivo número 4, se escribiría: T4:2.ACC.

En la Figura 3.10 se puede apreciar el contenido de cada palabra que compone al elemento temporizador.

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Palabra 0	EN	TT	DN	RESERVADO					RESERVADO							
Palabra 1	PRE															
Palabra 2	ACC															

Figura 3. 10 Mapa de bits del archivo de tipo temporizador

- **Direccionamiento lógico para los elementos de tipo contador.**

Al crear un nuevo proyecto, se genera automáticamente el archivo número 5 de tipo contador, este archivo de datos puede contener un máximo de 256 elementos. Cada elemento consiste de tres palabras de 16 bits, el direccionamiento puede ser en forma total ó se puede direccionar en particular algún miembro de la estructura del contador. En la Figura 3.11 se muestra el direccionamiento lógico para este tipo de elementos.

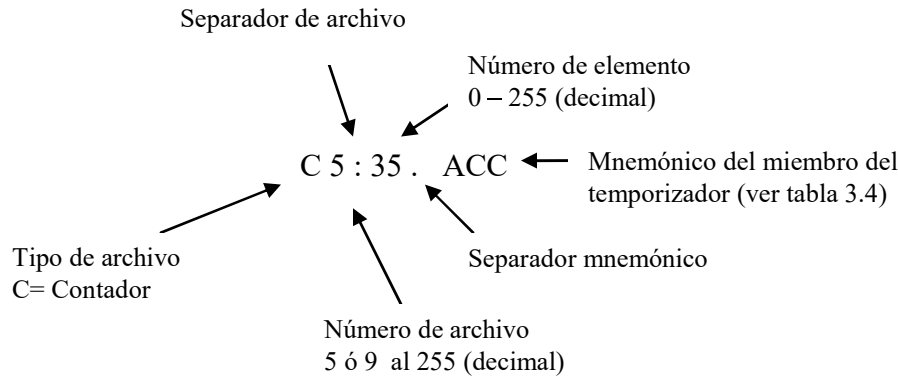


Figura 3. 11 Direccionamiento lógico para los elementos de tipo contador

En la tabla 3.4 se muestra los diferentes miembros de la estructura de un elemento de tipo contador.

Tabla 3. 4 Estructura de un elemento de tipo contador			
Mnemónico	Descripción	Tipo de dato	Rango valido
CU	Contador hacia arriba	bit	0 ó 1
CD	Contador hacia abajo	bit	0 ó 1
DN	Cuentas realizadas	bit	0 ó 1
OV	sobre flujo	bit	0 ó 1
UN	Underflow	bit	0 ó 1
PRE	Valor de cuentas prefijado	Palabra con signo	–32,768 a +32,767
ACC	Valor acumulado	Palabra con signo	–32,768 a +32,767

Por ejemplo si se quiere direccionar el valor acumulado del contador número 3 del archivo número 5, se escribiría: C5:3.ACC

En la Figura 3.12 se puede apreciar el contenido de cada palabra que compone al elemento contador.

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Palabra 0	CU	CD	DN	OV	UN	UA	Reservado		RESERVADO							
Palabra 1	PRE															
Palabra 2	ACC															

Figura 3. 12 Mapa de bits del archivo de tipo contador

3.3 Ciclo de funcionamiento de los procesadores SLC 5/03

El ciclo de funcionamiento consiste en las siguientes etapas:

1. **Rastreo de entradas.** Durante el rastreo de entradas, el procesador actualiza el archivo de la imagen de entradas de acuerdo a los niveles de señal entregadas por los dispositivos de campo.
2. **Rastreo de programa.** Durante el rastreo de programa, el procesador actualiza el estado de los contactos internos de acuerdo al archivo de la imagen de entradas, así mismo ejecuta las instrucciones de los archivos de programa y de acuerdo a éste, se actualiza el estado del archivo de la imagen de salidas.
3. **Rastreo de salidas.** Las señales en los módulos de salida se actualizan de acuerdo al contenido del archivo de la imagen de salidas y por lo tanto los dispositivos de control físicos reaccionan debido a este cambio de estado.
4. **Operaciones de gestión interna.** En esta etapa, el procesador realiza tareas de comunicación ya sea con terminales de programación o con otras redes.

3.4 Instrucciones básicas para los procesadores SLC 5/03.

El procesador SLC 5/03 cuenta con un conjunto de 99 instrucciones. Para la programación se usa el software Rslogix500 desarrollado por ROCKWELL AUTOMATION, el cual se describirá en el capítulo 4.

En la tabla 3.5 se muestra un listado de las instrucciones catalogadas como básicas así como el tiempo de ejecución de cada una de ellas, [2].

A continuación se muestran algunas de las instrucciones más usadas en la programación de estos controladores programables.

- **Instrucciones de rama.** Usando el programa RsLogix 500 se pueden crear estructuras de rama muy fácilmente como la que se muestra en la Figura 3.13.

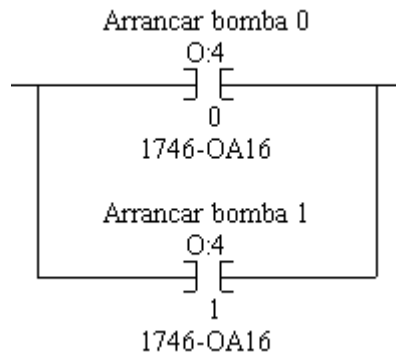


Figura 3. 13 Vista de la instrucción de rama

- **Instrucciones de comparación.** Son utilizadas cuando se requiere comparar datos o valores tales como; mayor o igual que, menor o igual que, etc. Un ejemplo es el que se muestra en la Figura 3.14.

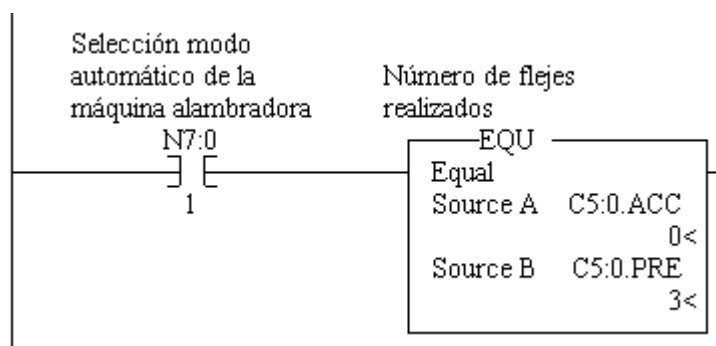


Figura 3. 14 Instrucción "igual que"

- **Instrucciones de control de ejecución del programa.** Son necesarias cuando se requiere cambiar el orden en que el procesador ejecuta la escalera del programa. Se usan para minimizar el tiempo de ejecución de la escalera del programa y como

consecuencia crear un programa más eficiente. Un ejemplo es el que se muestra en la Figura 3.15.

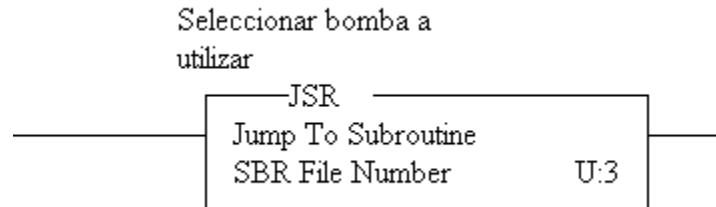


Figura 3. 15 Instrucción "brincar a la subrutina..."

- **Instrucciones matemáticas.** Son necesarias cuando se requiere realizar operaciones aritméticas entre datos tales como sumas, restas, multiplicaciones, divisiones, etc.,
- **Instrucciones lógicas.** Son aquellas instrucciones usadas para realizar secuencias lógicas tales como operaciones AND, OR, XOR, etc.,
- **Control PID:** Este tipo de instrucción se usa para controlar variables físicas tales como temperatura, presión, nivel de líquido, o flujo en algún proceso.

La instrucción PID normalmente controla un lazo cerrado usando entradas de un módulo de entradas analógicas y una salida de un módulo de salidas analógicas.

La ecuación PID controla el proceso enviando una señal de salida al actuador. Mientras más grande sea el error entre el valor de referencia y el valor de la variable de proceso, mayor será la señal de salida.

En este trabajo, no se usan este tipo de instrucciones, ya que no se usan señales analógicas.

Tabla 3. 5 Instrucciones básicas para los procesadores SLC 5/03

Mnemónico de la instrucción y nombre	Tiempo de ejecución (µS)	Descripción
XIC Contacto normal abierto	0.44	Instrucción condicional. Verdadera cuando el bit es puesto en 1.
XIO Contacto normal cerrado	0.44	Instrucción condicional. Verdadera cuando el bit es puesto en 0.
OTE Energizar salida	0.63	Instrucción de salida. Verdadera (1) cuando las condiciones que la preceden son verdaderas. Falsa cuando las condiciones que la preceden son falsas.
OTL Salida retentiva	0.63	Instrucción de salida. El bit direccionado es verdadero (1) cuando la condición que la preceda es verdadera. Cuando la condición que la precede cambia a falso, la instrucción OTL permanece verdadera hasta que en el escalón que contiene una instrucción OTU con la misma dirección es verdadera.
OTU Output Unlatch	0.63	Instrucción de salida. El bit direccionado cambia a falso (0) cuando las condiciones que la preceden son verdaderas. Permanece en falso hasta que alguna instrucción OTL con la misma dirección cambie a verdadero.
OSR contacto de pulso positivo	10.80	Instrucción condicional. Provoca que el escalón sea verdadero en cada scan de programa si y solo si existe una transición de falso a verdadero de las instrucciones que la preceden
TON Temporizador On-Delay	1.40	Cuenta intervalos de tiempo cuando las condiciones que lo preceden en el escalón son verdaderas. Produce una salida cuando el valor acumulado es igual al valor prefijado.
TOF Temporizador Off-Delay	1.40	Cuenta intervalos de tiempo cuando las condiciones que lo preceden en el escalón son falsas. Produce una salida cuando el valor acumulado es igual al valor prefijado.
RTO Temporizador retentivo	1.40	Es un temporizador On – Delay con la característica de que retiene el valor acumulado cuando ocurre algo como: • el estado del escalón cambia a falso • el modo del procesador cambia de programa a run • el procesador pierde la energía • O cuando se presenta una falla en el procesador.
CTU Contador hacia arriba	1.40	Cuenta hacia arriba en cada transición de estado (de falso a verdadero) de las condiciones que lo preceden en el escalón de la escalera. Activa un bit denominado Done cuando el valor acumulado alcanza el valor prefijado.
CTD Contador hacia abajo	1.40	Cuenta hacia abajo en cada transición de estado (de falso a verdadero) de las condiciones que lo preceden en el escalón de la escalera. Activa un bit denominado Done cuando el valor acumulado alcanza el valor prefijado.
RES Reset	1.40	Se usa con los temporizadores y los contadores. Cuando las condiciones que le preceden en el escalón son verdaderas, esta instrucción pone en cero el valor acumulado y los bits de control de los temporizadores y contadores involucrados.

- **Instrucciones de tipo relevador:** Son usadas para monitorear y controlar el estado de los bits de los archivos de datos, tales como bits de entrada, bits de salida o bits controlados por temporizadores. Un ejemplo es el que se muestra en la Figura 3.16.

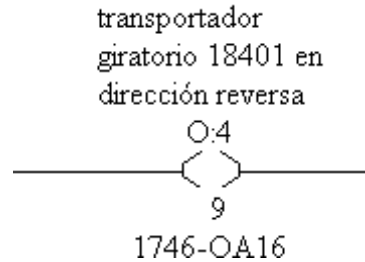


Figura 3. 16 Instrucciones OTE para controlar el estado del bit O: 4/9

- **Instrucciones de contadores y temporizadores.** Son instrucciones que permiten controlar operaciones por medio del tiempo (temporizadores) o número de eventos (contadores). Un ejemplo es el que se muestra en la Figura 3.17.

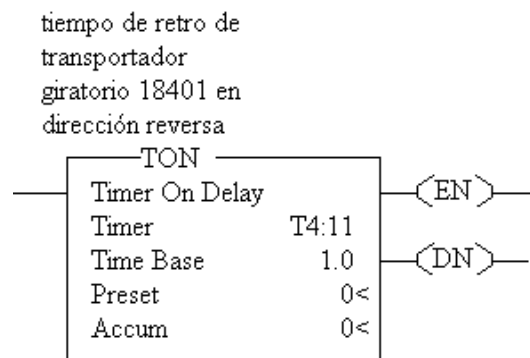


Figura 3. 17 Instrucción "temporizador"

CAPÍTULO 4

SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

RSLogix 500

4.1 Introducción

RSLogix 500 es un paquete de programación desarrollado por ROCKWELL AUTOMATION el cual se utiliza para programar en lenguaje de escalera a los procesadores MICROLOGIX Y SLC 500 de la marca Allen-Bradley, [8].

Este paquete esta diseñado para operar en el sistema operativo MS Windows.

Antes de comenzar a utilizarlo, es necesaria su instalación en una computadora personal que cumpla los siguientes requisitos para su óptimo desempeño:

- Computadora personal con un procesador Pentium.
- Microsoft® Windows 98, Windows NT® (version 4 SP4 o superior), Windows 2000, o Windows XP
- 32 MB en RAM (se recomienda 64 MB)
- 50 MB de espacio libre en disco duro
- Adaptador gráfico VGA de 16 colores, con una resolución de 640 x 480 o superior

Debido a que este paquete de programación no es de uso libre, es decir tiene un costo económico, al momento de adquirirlo el fabricante hace entrega de un disco de 3 ½ denominado disco de activación o disco maestro el cual se utiliza para activar el software y así poder utilizarlo. Esto con el fin de evitar la piratería.

Una vez instalado el software de programación, para activarlo se ejecuta una utilería que se llama “EvMove” que se encuentra en el disco de activación tal y como se muestra en la Figura 4.1.

La utilidad EvMove permite indicar hacia que unidad de disco se moverá la llave de activación del software de programación.



Figura 4. 1 Utilería EvMove

Una vez realizada la activación del software de programación , ya no se podrá activar el software en otra computadora, si fuese necesario hacerlo entonces se tendrá que regresar la llave al disco de activación.

Una vez terminado el proyecto, será necesario descargarlo (guardarlo) en la memoria del procesador para lo cual se necesitara el software Rslinx.

4.2 Descripción de las partes de RSLogix 500

Una vez que el software RSLogix 500 se encuentra instalado y activado se procede a ejecutarlo. En la Figura 4.2 se muestra la vista de este programa.

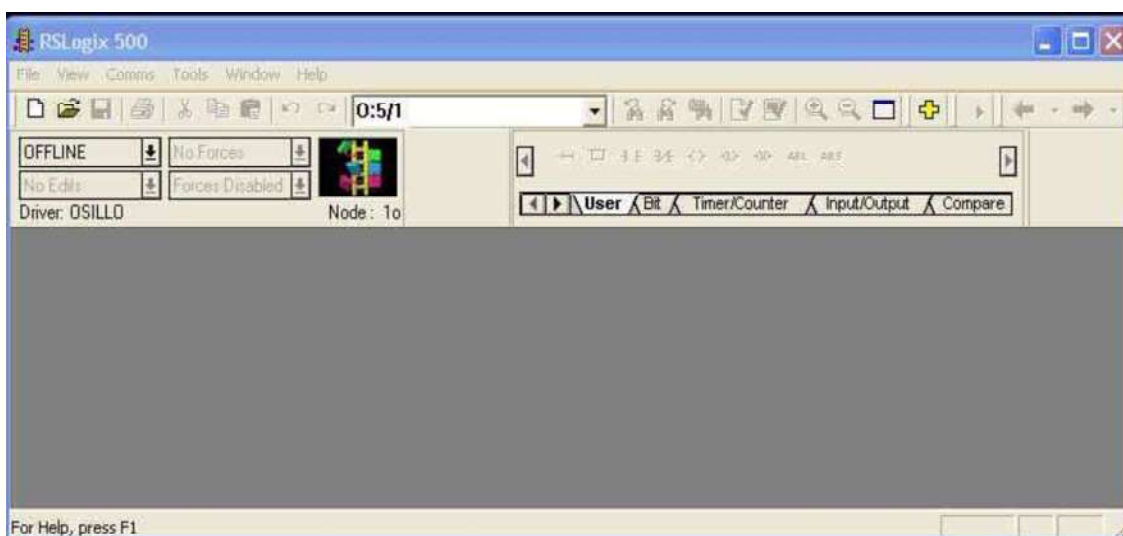


Figura 4. 2 Vista principal del paquete de programación RSLogix 500

Lo primero es crear un proyecto nuevo, para hacerlo se presiona con el botón izquierdo del ratón en el menú File y después en el comando New tal y como se muestra en la Figura 4.3.

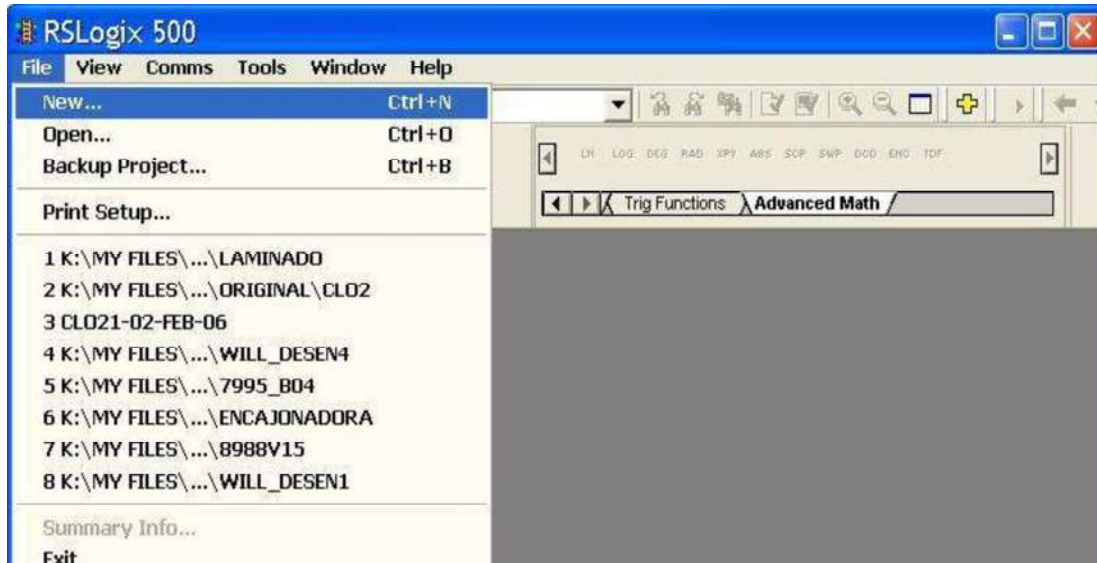


Figura 4. 3 Crear un proyecto nuevo

Después aparecerá la Figura 4.4 en donde se puede dar un nombre al proyecto así como definir el tipo de procesador que se usará. En este trabajo se usará el procesador 1747-L532 con 16 K palabras de memoria.

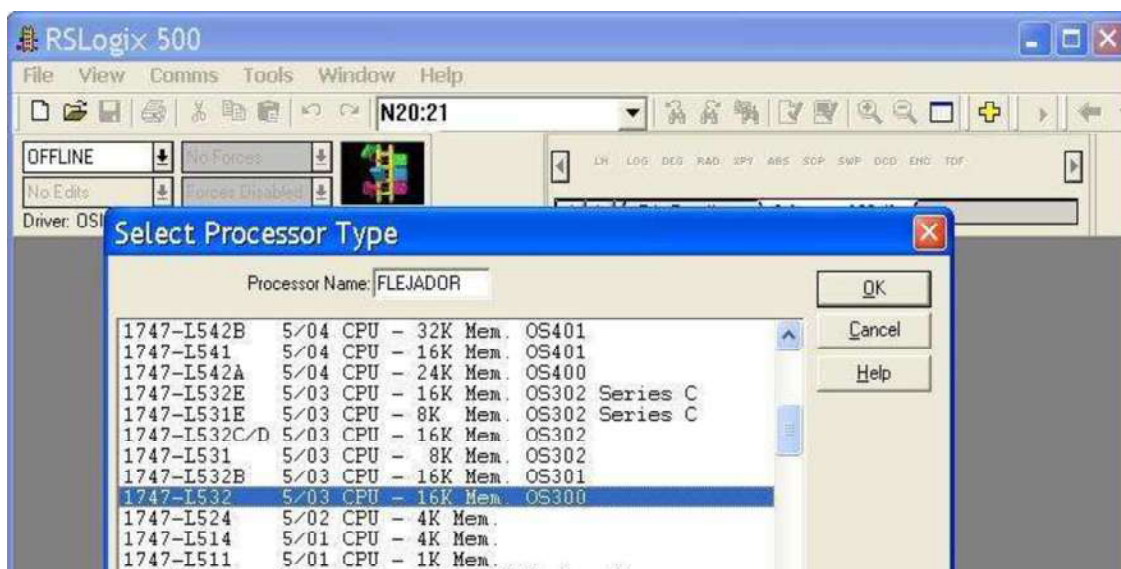


Figura 4. 4 Asignación de nombre al proyecto y definir tipo de procesador

Hecho lo anterior, presionar con el botón izquierdo del ratón en el botón OK. Entonces aparecerá la Figura 4.5.

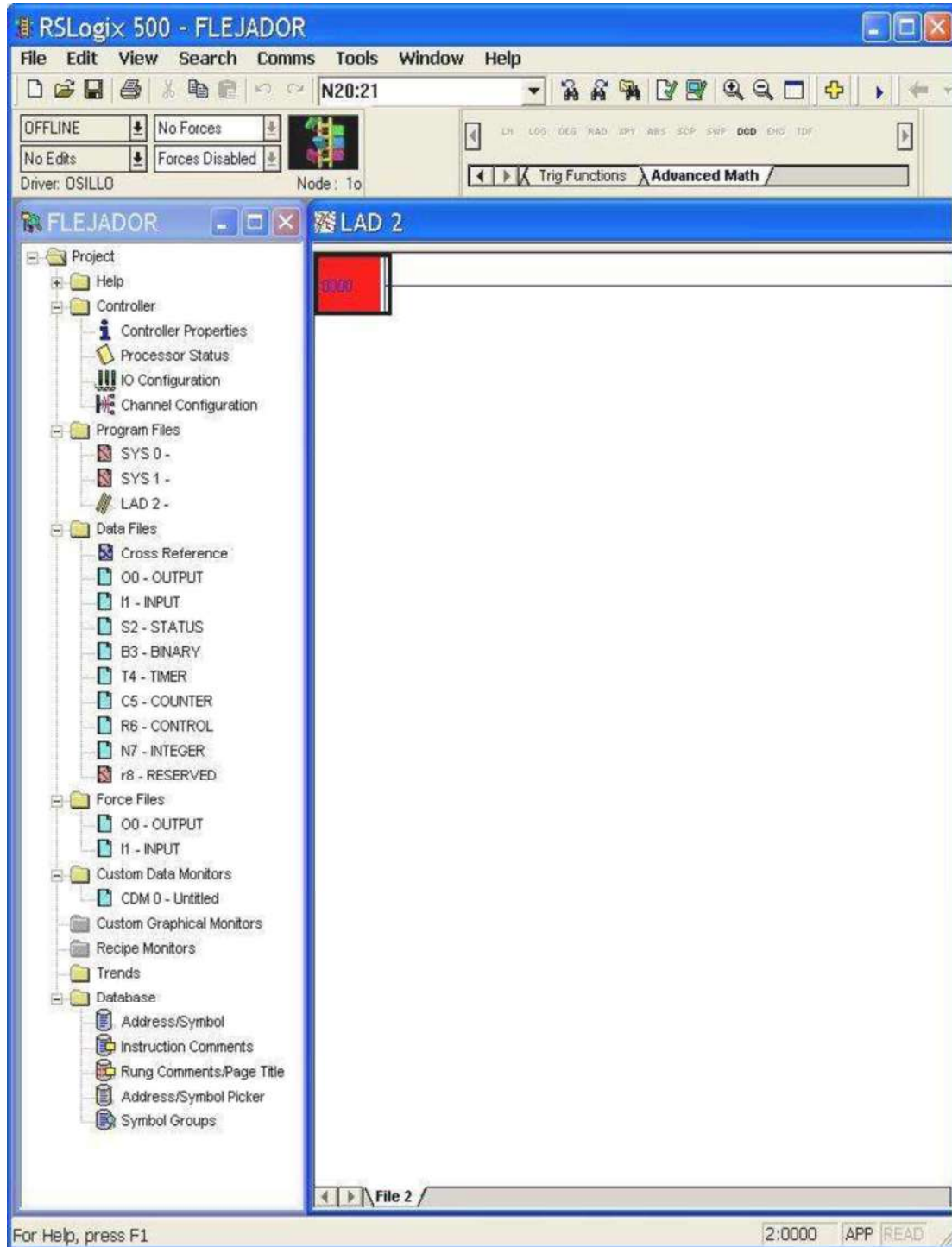


Figura 4. 5 Vista general de un proyecto nuevo

Para navegar de una manera más fácil a través de las distintas ventanas y barras de herramientas de este paquete de programación, es necesario entender que contiene cada área y cual es su función lo cual se muestra la Figura 4.6.

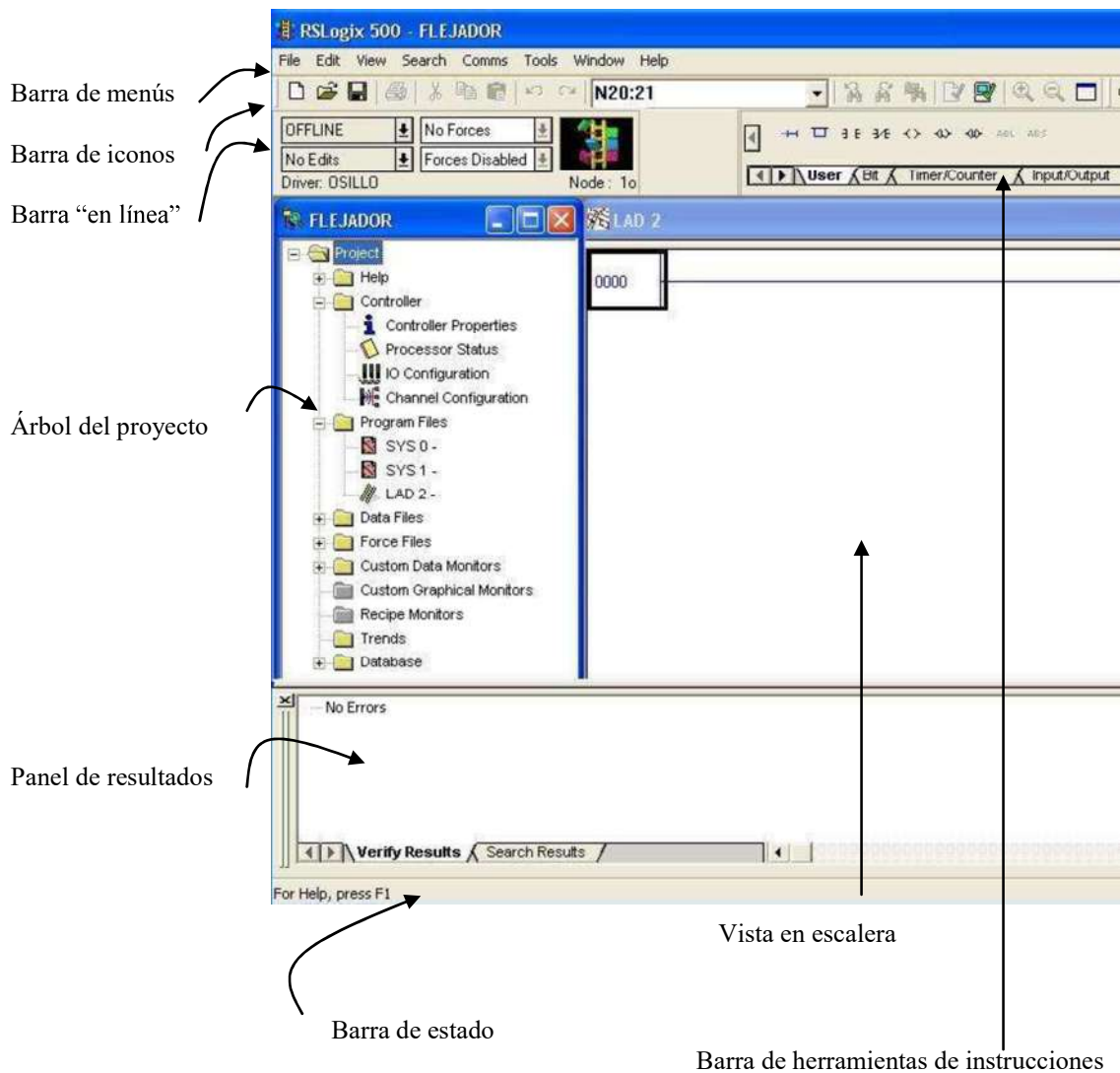


Figura 4. 6 Partes que conforman al paquete de programación RSLogix 500

A continuación se muestra la descripción de cada área de la Figura 4.6.

- **Barra de menús.** En esta barra se puede seleccionar diferentes menús para ejecutar alguna funcionalidad deseada del programa.

- **Barra de iconos.** Esta barra contiene muchas de las funciones que se utilizan repetidamente durante el desarrollo y prueba de algún programa. Si se tuviera alguna duda de la funcionalidad de algún icono, basta con posicionar el cursor sobre el icono deseado y en la barra de estado se indica la funcionalidad del botón.
- **Barra en línea.** Visualiza características en tiempo real del procesador.
- **Árbol del proyecto.** Esta vista contiene todas las carpetas y archivos que forman un proyecto. Para acceder a características específicas de cada icono, basta con posicionar el puntero en alguno de ellos y hacer clic derecho. Por ejemplo, si se presiona el botón derecho del ratón en el icono de algún archivo de programa, se tiene acceso a las opciones de cambiar el nombre al archivo de programa, abrir el archivo de programa, ocultar el archivo de programa y así, varias opciones tal como se ilustra en la Figura 4.7.

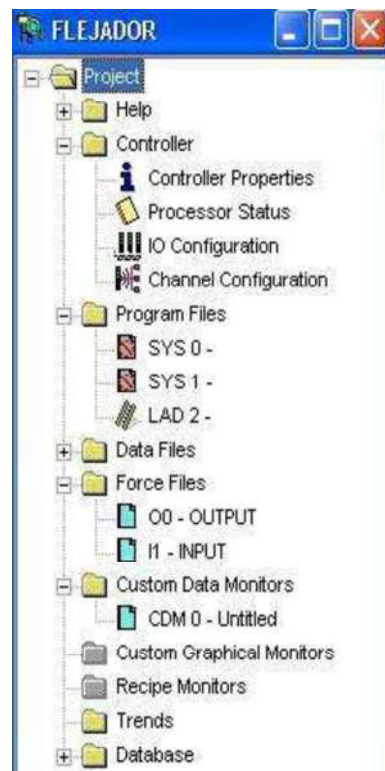


Figura 4. 7 Árbol del proyecto

- **Barra de estados.** En esta barra se despliega información específica dependiendo de la funcionalidad solicitada al programa.
- **Panel de resultados.** Despliega los resultados del comando Find All (comando utilizado para buscar en todo el proyecto alguna dirección lógica) o del comando de verificación del proyecto. Se puede ocultar este panel o posicionarlo en cualquier lugar que se desee.
- **Vista de escalera.** En este lugar es donde se edita la lógica de escalera (archivos de programa) tal y como se ilustra en la Figura 4.8.

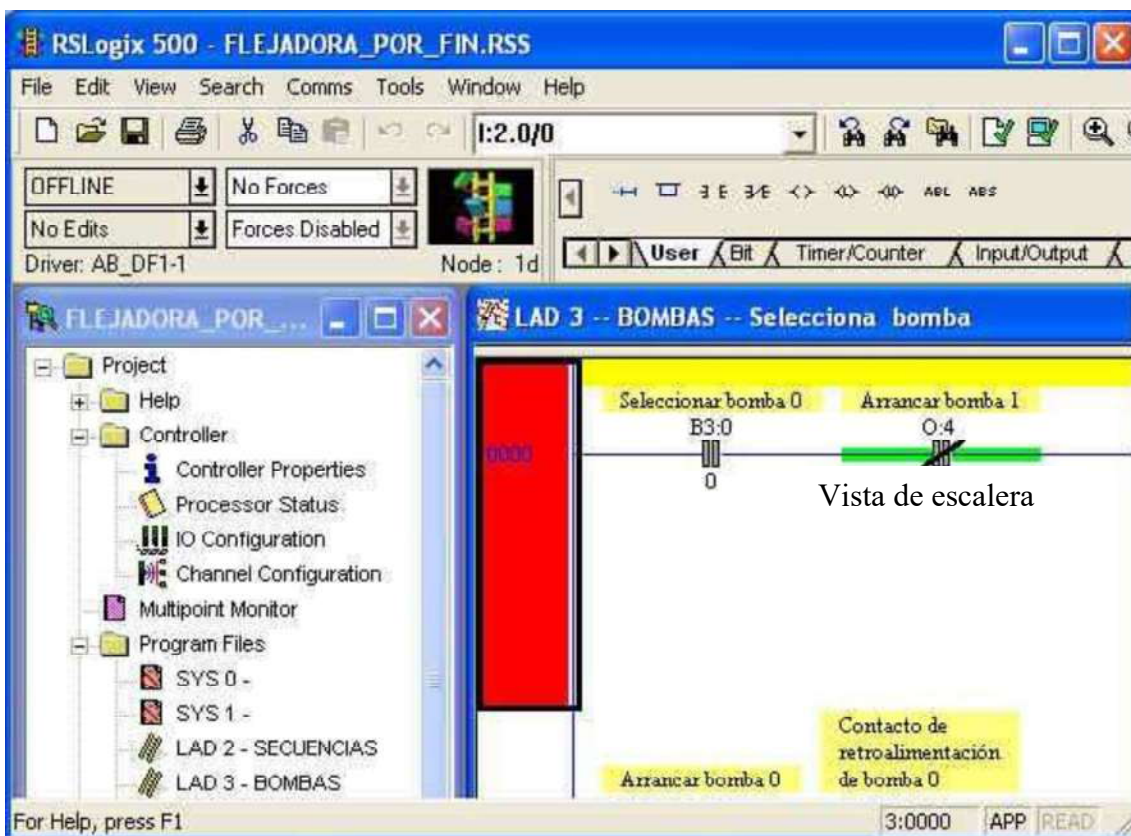


Figura 4. 8 Vista de escalera

Una buena práctica al momento de editar la lógica de escalera es, asignar descriptores a las direcciones lógicas utilizadas, esto para facilitar su entendimiento en futuras revisiones.

- **Barra de herramientas de instrucciones.** Despliega mnemónicos de instrucción organizados en categorías. Cuando se hace clic izquierdo con el puntero en alguna categoría, la barra de herramientas de instrucciones que se encuentra arriba de estas categorías cambia para mostrar esa categoría de instrucciones. Para insertar una instrucción en el programa de escalera, basta con hacer clic izquierdo en esa instrucción.

4.2 Árbol del proyecto

A continuación se describen las carpetas y archivos más importantes del árbol del proyecto:

- **La carpeta help.** Esta carpeta, contiene toda la documentación acerca de este paquete de programación. Por lo que se puede consultar en cualquier momento. El archivo “User Application Help” de esta carpeta es muy importante, ya que en éste se puede guardar información específica del proyecto.



Figura 4. 9 Carpeta Help del árbol del proyecto

- **La carpeta Controller.** Esta carpeta contiene información de configuración del procesador a utilizar en el proyecto.



Figura 4. 10 Carpeta Controller del árbol del proyecto

Al presionar dos veces seguidas con el botón izquierdo del ratón en el archivo “Controller Properties” aparecerá la Figura 4.11.

Desde la Figura 4.11, se puede cambiar el tipo de procesador a utilizar, dar un nombre adecuado al procesador, proteger el proyecto con una contraseña para evitar accesos no deseados, y definir el tipo de comunicación que se usará durante la programación del procesador, entre otras muy útiles opciones.

Al presionar dos veces seguidas con el botón izquierdo del ratón en el archivo “Processor Status” aparecerá como se ilustra en la Figura 4.12.

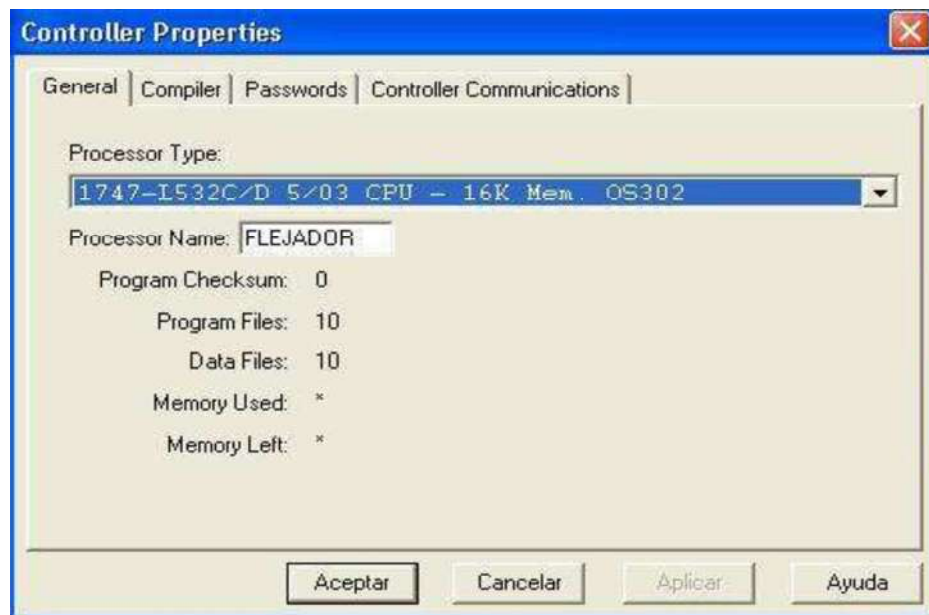


Figura 4. 11 Vista del archivo propiedades del controlador

La Figura 4.12 muestra el contenido del archivo de datos S2 definido en el capítulo 3.

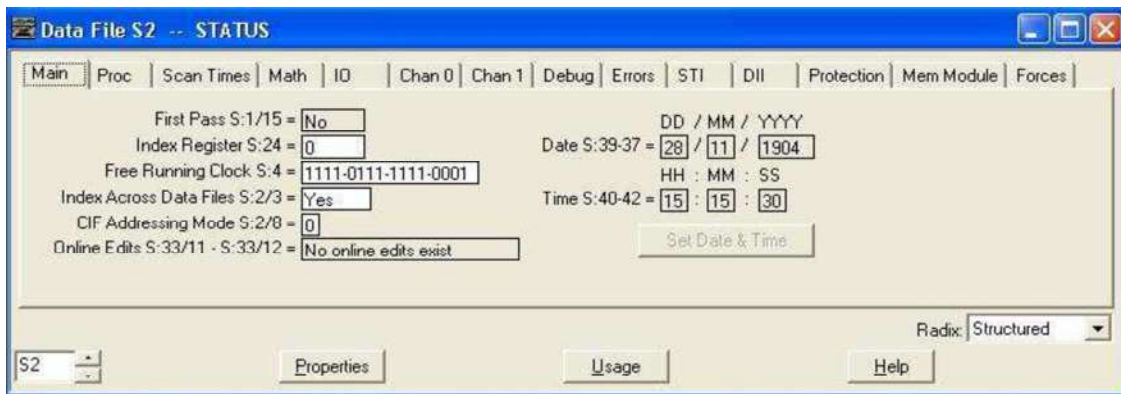


Figura 4. 12 Archivo de datos de estado

Al presionar dos veces seguidas con el botón izquierdo del ratón en el archivo “IO Configuration” aparece como se ilustra en la Figura 4.13.

La Figura 4.13 se utiliza para definir el tipo de bastidor (chasis) y módulos de I/O a utilizar en el proyecto.

Se pueden configurar hasta 3 bastidores y cada bastidor se puede configurar hasta de 13 ranuras.

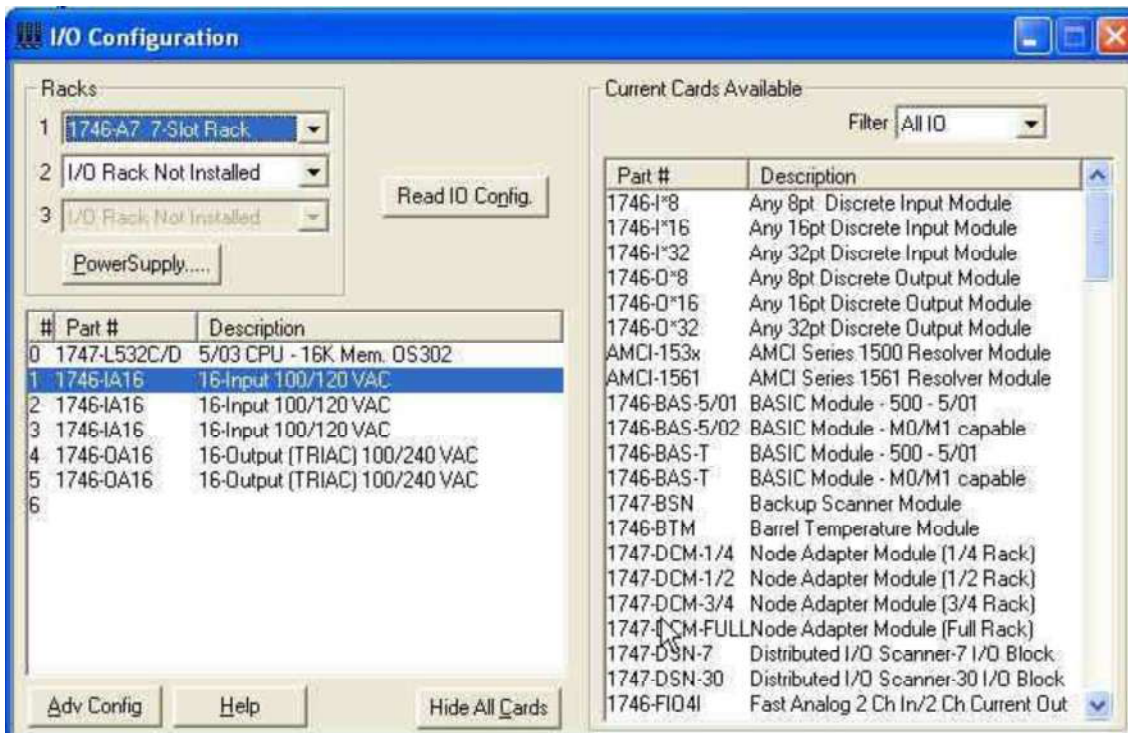


Figura 4. 13 Configuración de los módulos de entradas y salidas

En la primer ranura por default se coloca el procesador y en las ranuras restantes se colocan los diferentes módulos requeridos para la aplicación.

Para asignar un determinado tipo de módulo a una ranura, basta con presionar el botón izquierdo del ratón en el módulo requerido y arrastrarlo a la ranura deseada.

La configuración mostrada en la Figura 4.13, será la utilizada en este proyecto. Como se observa en la ranura 0 se tiene un procesador SLC 5/03 de 16 K-palabras de memoria, en la ranura 1, ranura 2 y ranura 3 se encuentran módulos de entradas discretas y en las ranuras 4 y 5 se encuentran módulos de salidas discretas de tipo triac.

Al presionar dos veces seguidas con el botón izquierdo del ratón en el archivo “channel configuration” aparece como se ilustra en la Figura 4.14.

Desde la Figura 4.14 se puede definir el protocolo de comunicación que será usado por los dos puertos de comunicación de este procesador (SLC 5/03).

Este procesador tiene dos puertos de comunicación, uno a través del canal 0 y el otro por el canal 1. El canal 1 sólo se puede configurar para usar el protocolo DH-485 y el canal 0 (comunicación serie RS-232) se puede usar para conectar el procesador a dispositivos que:

- Se comuniquen usando el protocolo DF1 (protocolo propietario de Allen-Bradley, el cual permite transmitir información a través de modem y permite la comunicación entre los productos de Allen-Bradley y productos de otras marcas).
- Se comuniquen usando el protocolo DH485.
- Envíen o reciban caracteres ASCII, como terminales ASCII, lectores de códigos de barras e impresoras.

Para el caso de éste trabajo, el canal 1 será configurado para usar el protocolo DH-485 ya que la terminal de operador panel View 550 usa este protocolo; y el canal 0 será configurado para usar el protocolo DF1 en su modalidad Full Duplex (modalidad de punto a punto que permite la comunicación entre dos dispositivos) para conectar el procesador a una computadora personal y realizar su programación.

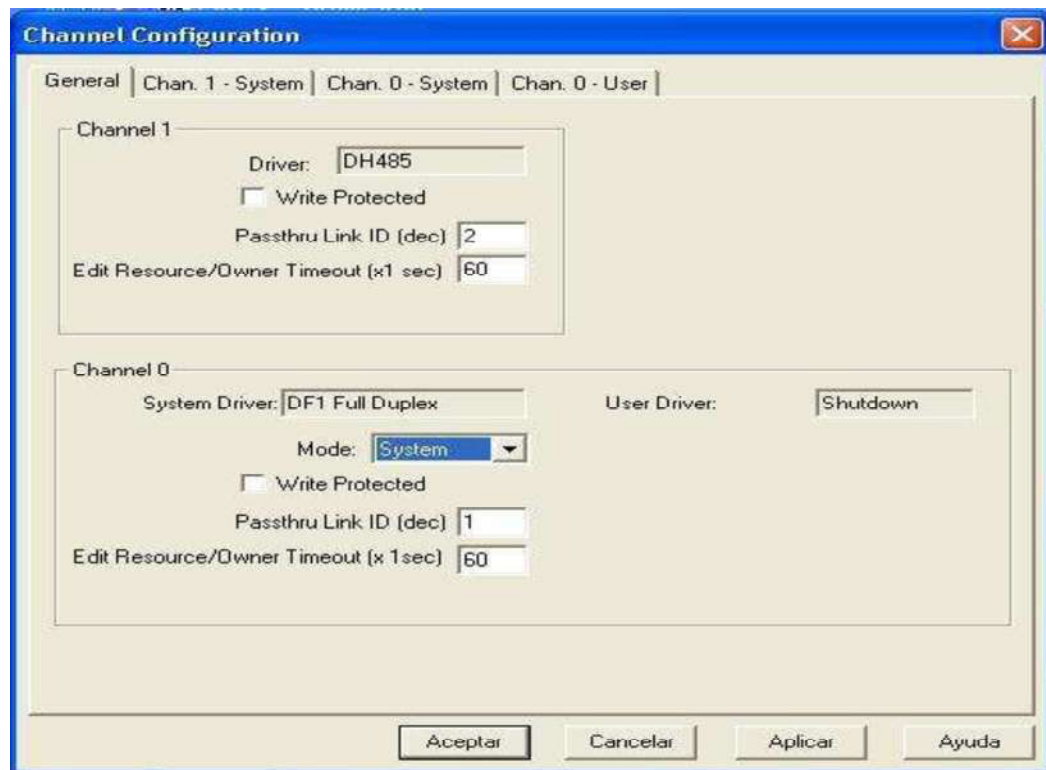


Figura 4. 14 Configuración de los canales de comunicación del procesador SLC 5/03

El canal 0 en su modalidad de sistema tendrá la configuración mostrada en la Figura 4.15.

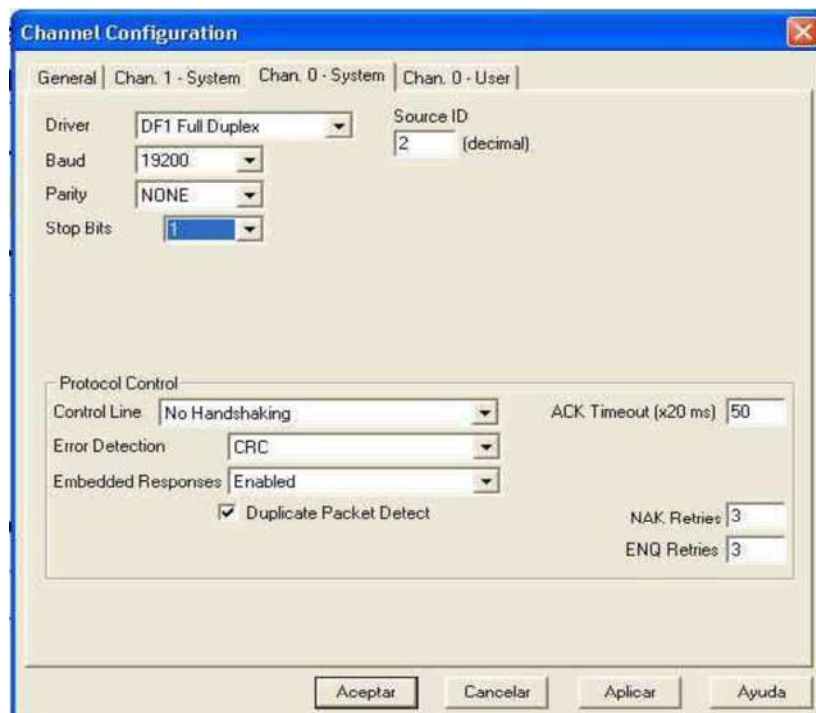


Figura 4. 15 Configuración del canal 0

Para una definición sobre cada parámetro configurable de la Figura 4.15, al presionar con el botón izquierdo del ratón en el botón “Ayuda” aparece la documentación necesaria.

- **La carpeta Program Files.** Contiene lo que se denominan archivos de programa, estos archivos contienen la lógica en lenguaje de escalera a desarrollar. Una buena práctica es crear varios archivos de programa lo más sencillos posibles para así hacer más eficiente y entendible la lógica a desarrollar. Por ejemplo, en el archivo nombrado BOMBAS sólo está programada cual bomba será utilizada así como el arranque y paro de ambas bombas.

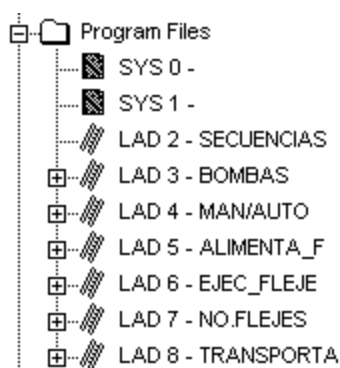


Figura 4. 16 Archivos de programa

- **La carpeta Data Files (Archivos de datos).** Contiene todos los archivos de datos utilizados en el proyecto.

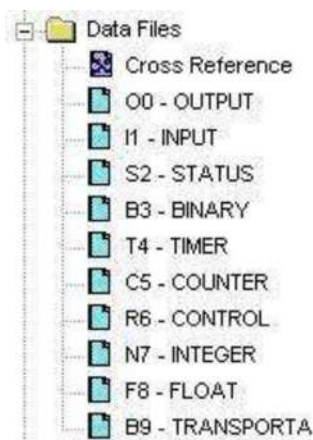


Figura 4. 17 Archivos de datos

Por ejemplo, si se presiona dos veces seguidas con el botón izquierdo del ratón en el archivo de datos I1 – INPUT aparece la Figura 4.18.

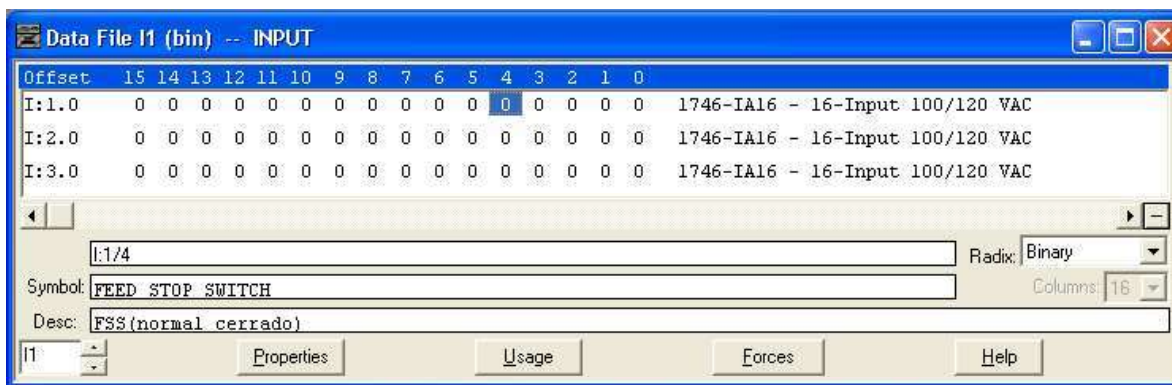


Figura 4. 18 Archivo de datos de la imagen de entradas

Desde la Figura 4.18, se puede observar el estado actual de cualquier canal de alguna tarjeta de entradas, así como saber cuantos canales de cada tarjeta se están utilizando y si es que se requiere forzar el estado de alguna entrada específica.

Existen dos formas de crear los archivos de datos requeridos durante la programación de la lógica de escalera.

1. La primera es presionar el botón derecho del ratón en la carpeta "Data Files" y ejecutar el comando "New", al hacer esto aparece la Figura 4.19, en el campo "File" por default aparece el número consecutivo siguiente en la lista de archivos de datos; se debe elegir el tipo de archivo de datos en el campo "Type", dar un nombre en el campo "Name", algún tipo de descripción y definir el número de elementos que contendrá, las demás opciones pueden quedar sin cambio.
2. La otra forma de crear los archivos de datos es simplemente insertar el elemento deseado en el área de edición del programa y asignarle la dirección lógica correspondiente, al momento de ejecutar la verificación del proyecto se creará el nuevo archivo de datos.



Figura 4. 19 Comando new para los archivos de datos

- **La carpeta Force Files.** Es otra de las carpetas importantes en el árbol del proyecto. Esta carpeta contiene las direcciones lógicas de los archivos de las imágenes de entradas y salidas que se encuentran forzadas a un estado (0 ó 1) por ejemplo al seleccionar en esta carpeta el archivo 00 – OUTPUT aparecerá la Figura 4.20.

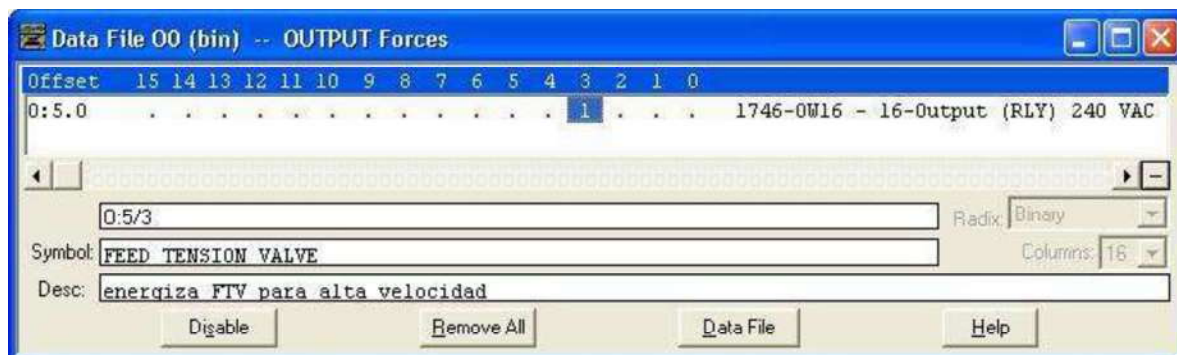


Figura 4. 20 Elementos forzados en el archivo de la imagen de salidas

En la Figura 4.20 se puede ver que la salida digital número 3 de la tarjeta 5 está forzada al estado 1 (activa) por lo que permanecerá en este estado sin importar la lógica en la escalera.

- **La carpeta “custom data monitors”.** Esta carpeta contiene archivos que permiten crear listas de direcciones de diferentes tipos de datos definidos en el proyecto y monitorear o cambiar el valor de las direcciones en la lista. Cada proyecto nuevo crea por default un archivo sin nombre CDM al cual se le puede cambiar el nombre y está listo para agregarle direcciones. Haciendo clic izquierdo en la carpeta “custom data monitors” aparece la opción de crear un archivo nuevo, permitiendo crear hasta un máximo de 255 archivos.

Al presionar dos veces seguidas con el botón izquierdo del ratón sobre alguno de estos archivos aparece la Figura 4.21.



Figura 4. 21 Monitoreo de direcciones lógicas

En la Figura 4.21, en la columna “Address” se puede insertar cualquier dirección del procesador que se quiera monitorear, como ejemplo se ha insertado la dirección O: 5/0 que corresponde al arranque de la bomba número 0.

Desde ésta ventana también se puede cambiar la descripción de la dirección seleccionada. Esta herramienta es muy útil cuando se tiene duda del comportamiento de algún dispositivo de campo y se desea monitorear su estado.

- **La carpeta Trends.** Otra de las herramientas útiles en el rastreo de fallas es la creación de gráficas de tendencias. Si se presiona el botón derecho del ratón en la

carpeta “Trends” en el árbol del proyecto, aparece la opción de crear un nuevo archivo de tendencia (new) y al presionar el botón izquierdo del ratón en este comando aparece la Figura 4.22.

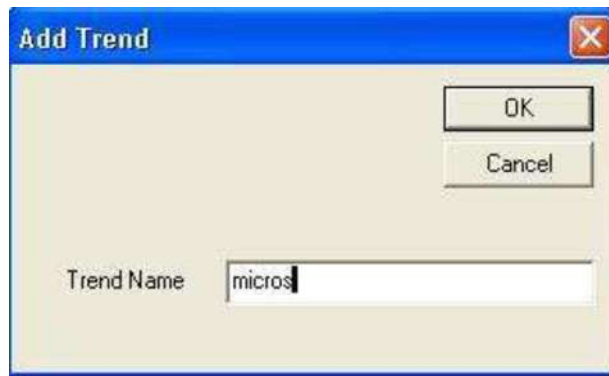


Figura 4. 22 Comando new para los archivos de tendencias

En la Figura 4.22 se debe asignar un nombre al nuevo archivo de tendencias y para aceptar se presiona el botón izquierdo del ratón en el botón OK.

Una vez creado el archivo de tendencias, lo siguiente es asignarle las variables a monitorear para ello se presiona dos veces seguidas el botón izquierdo del ratón en el nuevo archivo de tendencias para abrirlo, al abrir el nuevo archivo de tendencia aparece la Figura 4.23.

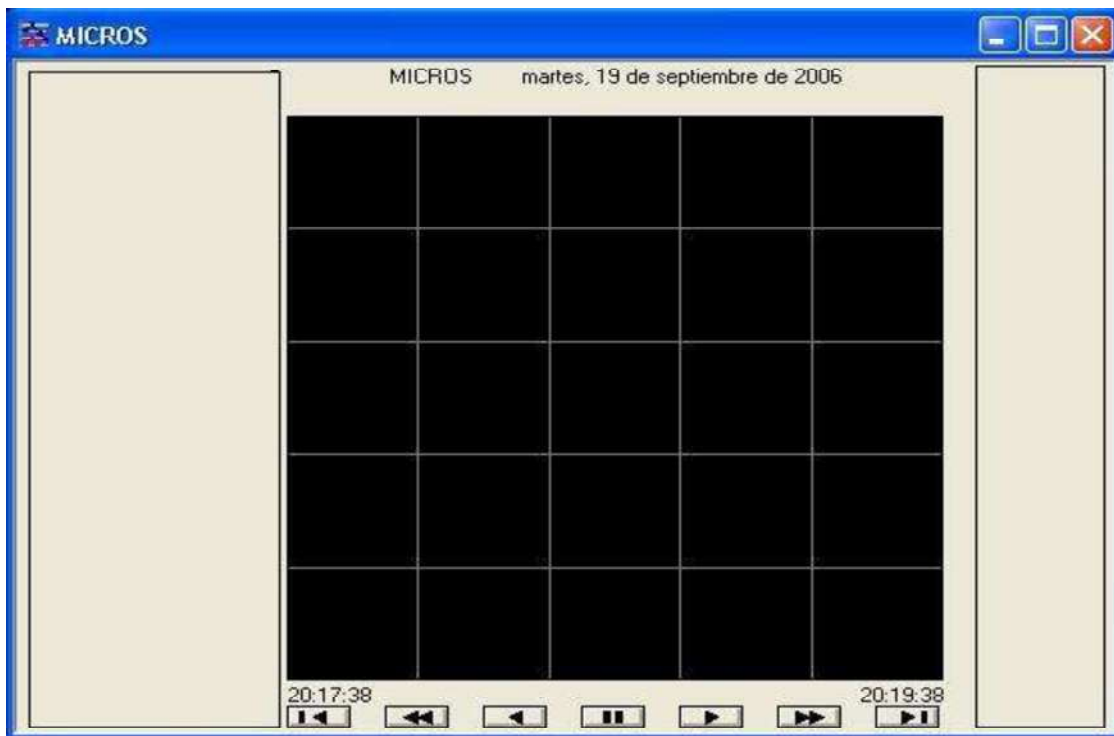


Figura 4. 23 Vista de un archivo de tendencias

Para asignar las direcciones que se quieran monitorear basta con seleccionar la dirección lógica en los archivos de datos y arrastrarla hacia el área de color negro de la Figura 4.23.

Una vez terminado el proyecto se procede a ejecutar el comando de verificación del proyecto tal como se ilustra en la Figura 4.24.

Si existiera algún error de sintaxis o alguna operación no válida, en el panel de resultados se enlistarán todos los errores.

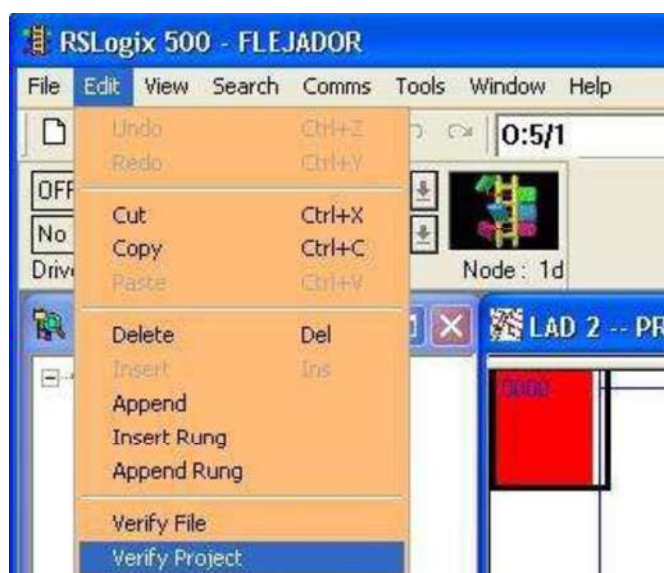


Figura 4. 24 Comando de verificación del proyecto

4.2 Rslinx

Rslinx es un programa desarrollado por Rockwell automation el cual sirve para establecer una comunicación directa entre el procesador del controlador y la computadora utilizada para descargar el proyecto en la memoria del procesador. Esta comunicación puede ser establecida utilizando los protocolos DH+, DH-485, TCP/IP, o RS-232 entre otros, [10]. Para el caso de este proyecto, se usará el protocolo RS-232.

Para la instalación de Rslinx se debe tener la siguiente configuración:

- Procesador Pentium 100MHz con 32 MB de RAM.
- Por lo menos 35 MB de espacio disponible en disco duro.
- Tarjeta de video SVGA con por lo menos 16 colores y una resolución

Mínima de 800 by 600.

- Un ratón
- Una tarjeta Ethernet o algún dispositivo de comunicación Allen-Bradley o el cable 1747-CP3.
- Microsoft Windows XP, Microsoft Windows 2000, Microsoft Windows Me, o Microsoft Windows 98.
- En caso de que se tenga instalado Windows 95 asegurarse de tener la versión de Rslinx.

Ya que este instalado Rslinx, para poder usarlo es necesario activarlo. Para esto es indispensable tener disponible el disco de activación denominado disco maestro.

Al igual que se hizo para la activación de RSLogix 500 se ejecuta la utilería EvMove localizada en el disco de activación ver Figura 4.1.

Una vez activado Rslinx se debe conservar el disco maestro ya que sin él, no se podrá recuperar la llave de activación recién instalada.

Ya que se tenga instalado y activado el software de comunicación Rslinx se deberá determinar que tipo de comunicación será establecida lo cual depende del tipo de puerto a utilizar en el procesador del controlador SLC. Para el caso de este proyecto se usará una comunicación RS-232.

A continuación se indica el procedimiento para establecer una comunicación RS-232

1. Se conecta la computadora personal (PC) al procesador del controlador usando el cable 1747-CP3. En la parte posterior de la PC está un puerto serie macho de 9 pines, en caso de haber dos puertos serie es necesario determinar cual es el puerto 1 y cual es el puerto 2.

2. Ejecutar Rslinx.

3. Desde la barra de menús de Rslinx elegir el menú **Communications** y ejecutar el comando **Configure Drivers...** tal y como se muestra en la Figura 4.25

4. Cuando se ejecuta el comando **Configure Drivers** aparecerá la figura 4.26. Si por alguna razón existiera algún controlador ya configurado en la Figura 4.26 será necesario borrarlo y configurar un controlador nuevo.

5. Presionar el botón izquierdo del ratón en la flecha que está al lado de la caja de selección **Available Driver Types** tal y como se ilustra en la Figura 4.26.

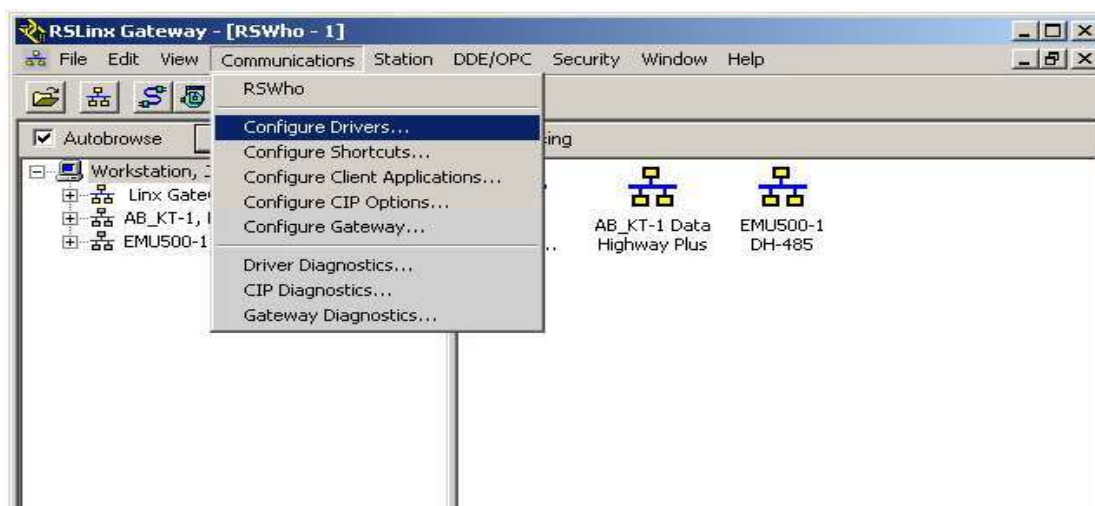


Figura 4. 25 Rslinx

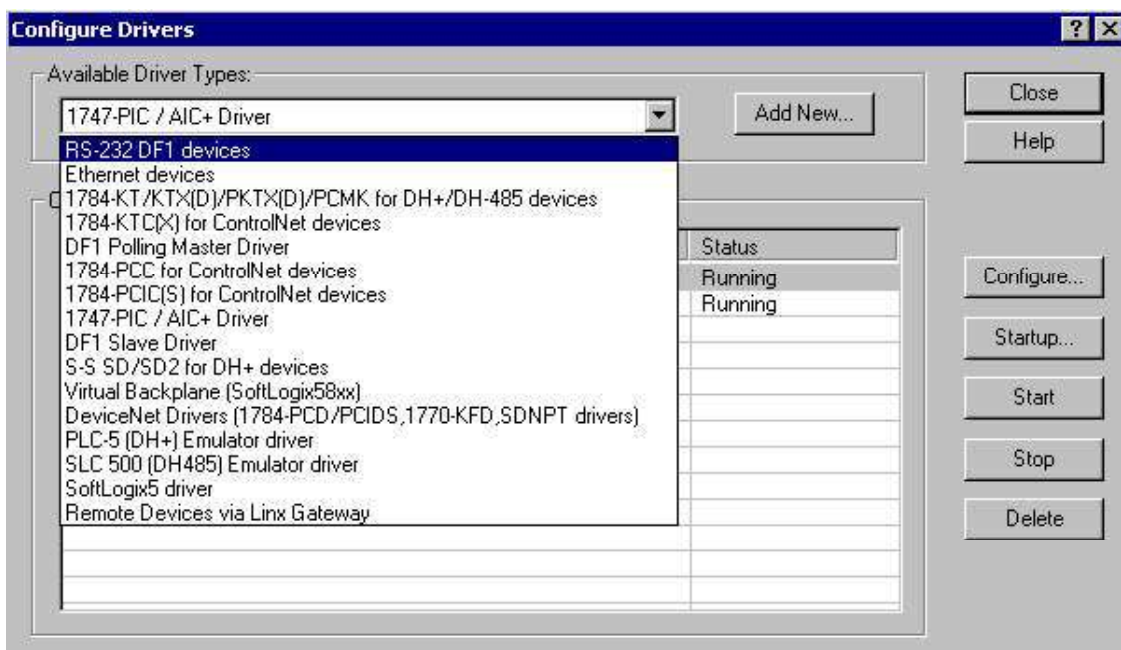


Figura 4. 26 Ventana utilizada para configurar un controlador nuevo

6. Como se ilustra en la Figura 4.26 presionar el botón izquierdo del ratón en la opción “RS-232 DF1 devices” y presionar el botón izquierdo del ratón en el botón “Add New...” localizado a la derecha de la caja de selección.

7. La siguiente ventana que aparece será “Add New RSLinx Driver”. Se selecciona el nombre de default “AB_DF1-1” y presionar el botón izquierdo del ratón en el botón OK.

8. Aparecerá la ventana de la Figura 4.27 en la cual se deberá presionar el botón izquierdo del ratón en el botón “Auto-Configure”. Si todo esta bien, aparecerá el mensaje “Auto-Configuration was Successful”.



Figura 4. 27 Configurar dispositivos RS-232 DF1

Si la auto configuración no fue exitosa podrían aparecer los siguientes mensajes:

- **Failed to find baud and parity! Check all cables and switch settings!**

Esto puede indicar que el puerto serie de la computadora no esta habilitado, el cable

esta dañado o no esta conectado correctamente, o el protocolo para el canal del procesador no esta configurado para comunicación RS-232 full duplex.

- **Unable to verify settings due to packet time-out! (Or unable to verify settings due to a NAK!) check all cables and configuration and try again.**

Estos dos mensajes usualmente indican que el canal en el procesador no esta configurado para comunicación RS-232 full duplex.

- **Unable to open specified port for configuration testing!**

Hay conflicto en el Puerto serie o esta siendo usado por otro controlador en Rslinx o por un dispositivo diferente tal como un modem.

CAPÍTULO 5

DESARROLLO DE LA INTERFASE GRÁFICA PANELVIEW 550

5.1 Introducción

El propósito de la interfase gráfica es para facilitar al operador, el control de la máquina alambradora, de forma tal que se tenga un uso eficiente, con el fin de reducir los tiempos perdidos por la operación de la máquina alambradora.

La interfase gráfica para el monitoreo y operación de la máquina alambradora será implementada en un panel monocromático de cristal líquido de la marca Allen-Bradley el modelo PanelView 550.



Figura 5. 1 Panel PanelView 550

Para la programación del panel PanelView 550 se utiliza el paquete de programación PanelBuilder32 desarrollado por Allen-Bradley. Este panel cuenta con las características mostradas en la tabla 5.1, [6].

5.2 Paquete de programación Panelbuilder32

PanelBuilder es un paquete de programación basado en MS-Windows que permite diseñar las aplicaciones del panel de control para la terminal PanelView. Para simplificar el diseño

de las aplicaciones, el paquete de programación PanelBuilder32 usa menús, cuadros de diálogo y herramientas que son estándares en Windows, [5].

Tabla 5. 1 Características del PanelView 550

Pantalla	
Descripción de Pantalla	Pantalla monocromática de LCD
Área de pantalla	120 mm x 60 mm.
Resolución	256 x 128
Luz de fondo	100,000 HR de vida
Software de desarrollo	Panelbuidier32
Teclado	
Teclas de función	10 teclas (F1.....F10)
Número de pulsación de las teclas	2,000,000 de pulsaciones de vida
Características eléctricas	
Puertos de comunicación	Protocolo DH-485
Voltaje de alimentación	85...264 Vac, 47....63 Hz.
potencia	45 VA Maximo
Características de operación	
Temperatura	0 ... 55 ° C
Humedad relativa	595 % sin condensación
Peso	1.2 Kg.

Este paquete de programación debido a su ambiente de desarrollo intuitivo simplifica el diseño de la aplicación y por ende reduce el tiempo de desarrollo. En la Figura 5.4 se muestra una vista del software panelbuilder32.

La configuración de pantallas es muy rápida y fácil ya que cuenta con varias herramientas, objetos, gráficos, y se pueden importar mapas de bits. Otras ventajas son que incluye las características de cortar/copiar/pegar y la posibilidad de importar o exportar la base de datos.

Para la instalación del programa PanelBuilder32 en una computadora personal (PC) se requiere lo siguiente:

- PC Pentium a 100 MHz o superior
- 30 MB de espacio libre en el disco duro para una instalación mínima

- 270 MB de espacio libre en el disco duro para la instalación del paquete completo
- 32 MB de RAM instalada
- Unidad de CD-ROM

Ya que se encuentre instalado el paquete de programación PanelBuilder32 se procede a ejecutarlo, al momento de ejecutarlo aparecerá la Figura 5.2.



Figura 5. 2 Creación de una nueva aplicación o abrir una existente

En la Figura 5.2 se deberá presionar con el botón izquierdo del ratón en el botón OK para crear una nueva aplicación. Al hacer clic en el botón OK aparecerá la Figura 5.3 en donde se deberá de dar un nombre a la aplicación así como definir el tipo de Panel a utilizar. Para el caso de este trabajo, la aplicación tendrá el nombre de GR, el tipo de Panel será el PV550 con la opción única de teclado y protocolo DH485 y con la versión y número de catalogo de **2711-K5A2 PV550 Key, FRN 3.11-3.29** tal y como se muestra en la Figura 5.3.

Al presionar el botón izquierdo del ratón en el botón OK de la Figura 5.3 aparecerá la Figura 5.4 en la cual se comenzará a desarrollar la aplicación (conjunto de ventanas que formaran parte de la interfase de operador).

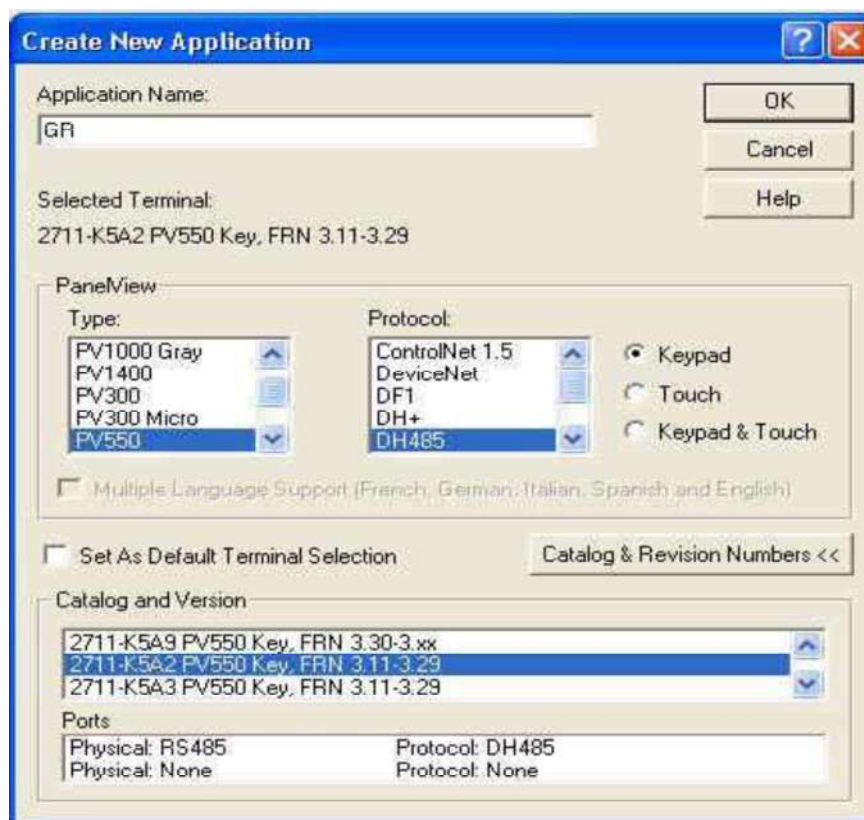


Figura 5. 3 Definición del tipo de PanelView a utilizar

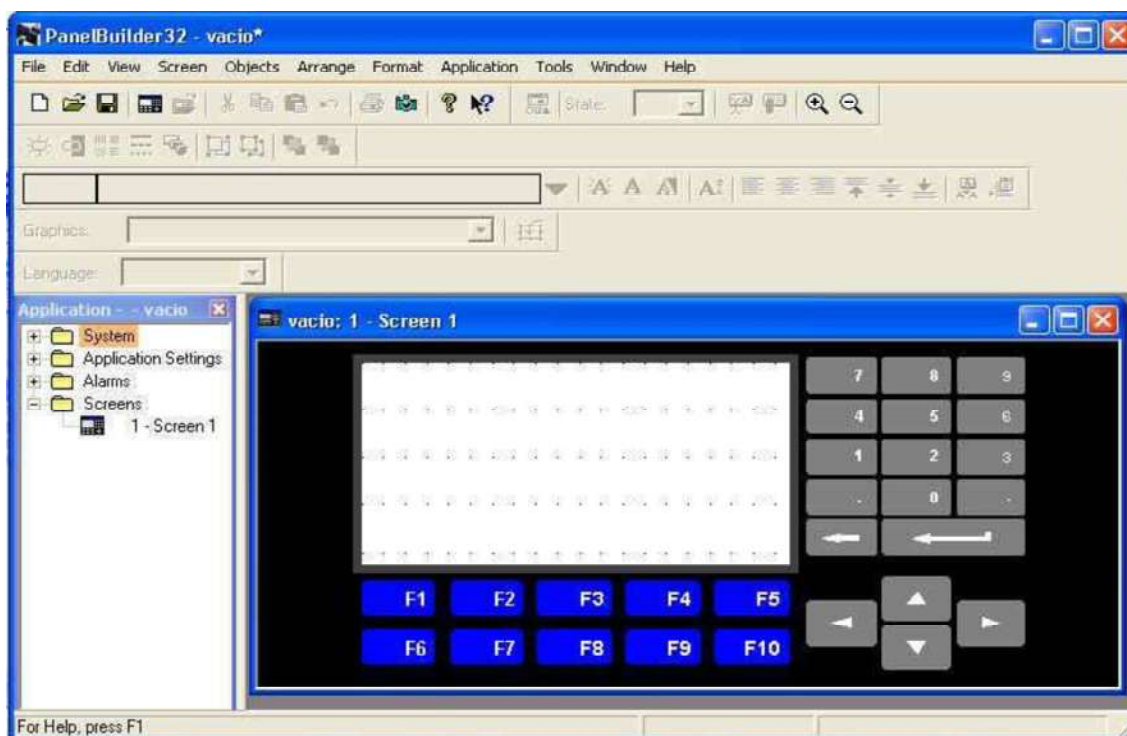


Figura 5. 4 Vista del software panelbuilder32

5.3 Organización de pantallas

La organización propuesta de la interfase gráfica será integrada por un total de 5 pantallas las cuales serán descritas a continuación.

1. Pantalla nombrada como “principal” (Figura 5.5)

La pantalla de la Figura 5.5 aparece por default cuando se energiza el panel, muestra el logotipo de la empresa así como el objetivo de esta interfase. Presionando la tecla de función F1 aparecerá la pantalla de ajuste de tiempos (Figura 5.9). En la parte central inferior de la pantalla aparece el tiempo real del procesador SLC 5/03, si no apareciera sería una indicación de falla de comunicación entre el panel y el controlador. También desde esta pantalla presionando la tecla de función F5 aparecerá la pantalla denominada “iniciar” (Figura 5.6.)



Figura 5. 5 Pantalla “principal”

2. Pantalla nombrada como “iniciar” (Figura 5.6)

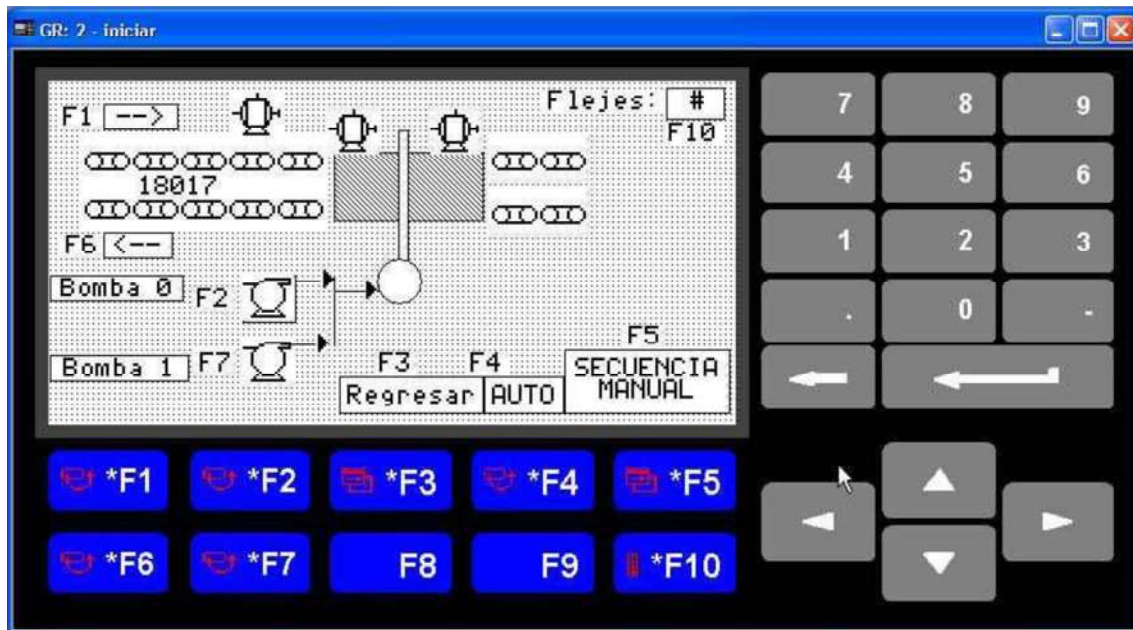


Figura 5. 6 Pantalla “iniciar”

La pantalla de la Figura 5.6 muestra un diagrama esquemático de la máquina alambadora. Pulsando la tecla de función F1 se pone en funcionamiento en dirección directa el transportador 18017 siempre y cuando la operación de la máquina alambadora este en manual, con la tecla de función F6 se pone en funcionamiento en dirección de reversa el transportador 18017 siempre y cuando la operación de la máquina alambadora este en manual. Con la tecla de función F2 se pone en funcionamiento la bomba 0 de la unidad hidráulica, con la tecla de función F7 se pone en funcionamiento la bomba 1 de la unidad hidráulica. Pulsando la tecla de función F3 se hace referencia a la pantalla de inicio. Pulsando la tecla de función F4 se selecciona el modo de operación automático de la máquina alambadora, y para la operación en manual se pulsa la tecla de función F5. También desde esta pantalla se define el número de flejes a realizar, pulsando la tecla de función F10 aparece un campo de edición numérico en el cual se puede variar el número de flejes en un rango de 0 a 4 utilizando el teclado numérico del panel.

3. Pantalla nombrada como “manual” (Figura 5.7)



Figura 5. 7 Pantalla de operación en manual

La pantalla de la Figura 5.7 es para la operación de la máquina alambadora en modo manual, para que este modo entre en funcionamiento es necesario pulsar la tecla de función F3. Pulsando la tecla de función F6 se hace referencia a la pantalla “iniciar” (Figura 5.6), con la tecla de función F1 se ejecuta la alimentación de fleje a la máquina alambadora, con la tecla de función F2 se ejecuta la acción de flejado, pulsando la tecla de función F7 el motor hidráulico para la alimentación del fleje se mueve en dirección hacia delante para impulsar el fleje hacia la máquina. Pulsando la tecla de función F9 el motor hidráulico se mueve en dirección reversa para impulsar al fleje hacia fuera de la máquina, estas teclas de función son en caso de que existiera un atascamiento del fleje y poder liberarlo. Para tener control sobre la posición de la paca de celulosa sobre la máquina alambadora se cuenta con las teclas de función F4 y F5 para operar a voluntad la dirección de giro de los transportadores. Y finalmente pulsando la tecla de función F10 se hace referencia a la pantalla de estado de los interruptores de límite de la máquina alambadora (Figura 5.8).

4. Pantalla nombrada como “estados” (Figura 5.8)

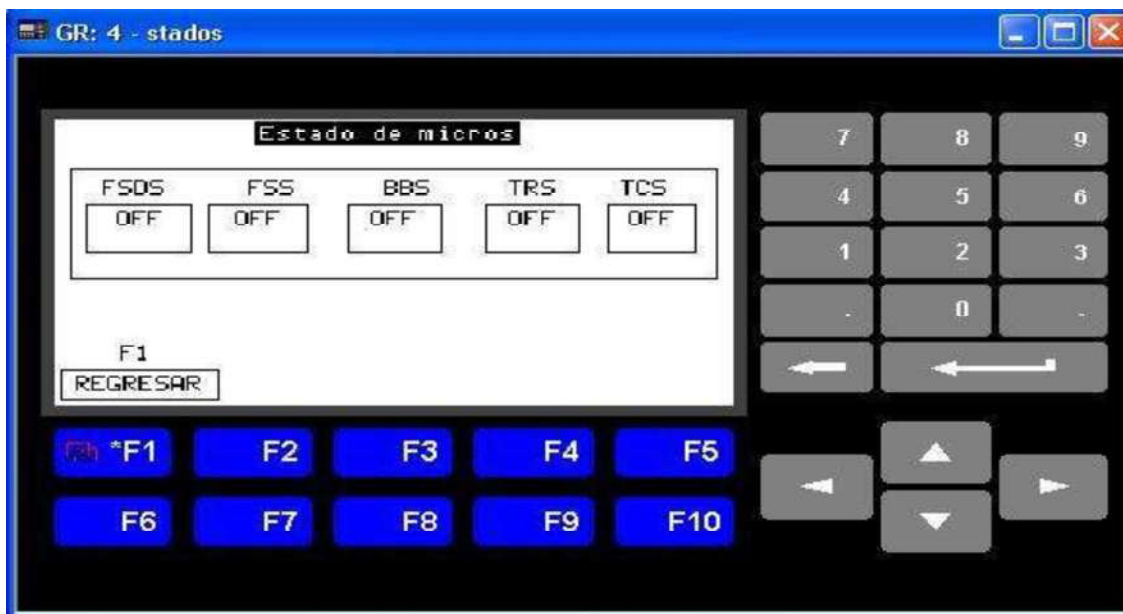


Figura 5. 8 Pantalla de monitoreo de los sensores de posición

La pantalla de la Figura 5.8 se ha agregado con el fin de monitorear el estado de los interruptores de límite (micro-switches) en una situación de falla. Pulsando la tecla de función F1 se hace referencia a la pantalla “iniciar” (Figura 5.6).

5. Pantalla nombrada como “tiempos” (Figura 5.9)



Figura 5. 9 Pantalla para ajuste de tiempos

Desde la pantalla de la Figura 5.9 se pueden ajustar los tiempos para posicionar los flejes en la paca de celulosa. El tiempo deseado debe ser ingresado en milisegundos y la forma de hacerlo es presionando las teclas de función F5 o F10 según el tiempo que se quiera ajustar. Para ingresar el tiempo deseado se utiliza el teclado numérico.

5.4 Descarga de la aplicación en la memoria del PanelView 550

Una vez terminada la aplicación del PanelView es necesario guardarla (descargarla) a la memoria del PanelView 550. Como se especificó en la tabla 5.1 el PanelView 550 usa el protocolo DH485 así como también lo usa el procesador SLC 5/03 por lo que el arreglo para realizar la descarga es el que se muestra en la Figura 5.10.

Para poder realizar la descarga de la aplicación es necesario tener instalado en la computadora el programa Rslinx y establecer una comunicación RS-232 tal y como se describió en el capítulo 4.

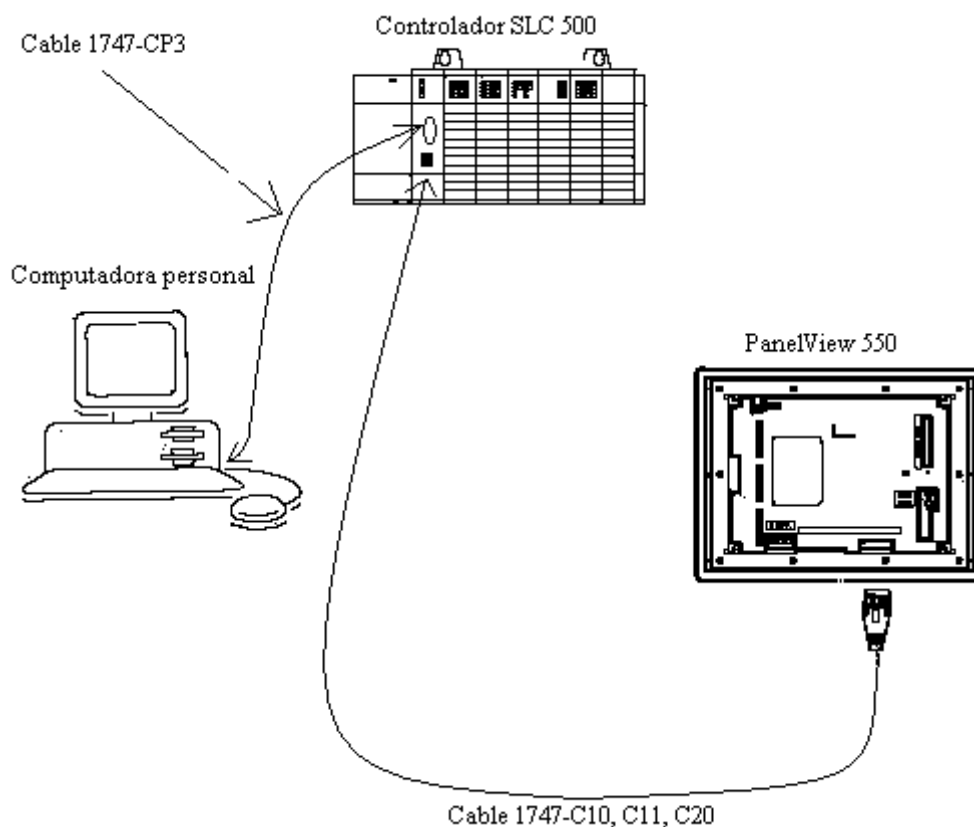


Figura 5. 10 Arreglo de conexión para realizar descarga de aplicación

Una vez que se tenga la configuración de la Figura 5.10 y se tenga establecida una comunicación RS-232 en Rslinx, desde la barra de menús del paquete PanelBuilder32 se elige el menú **File** y se ejecuta el comando **Download** al hacerlo, aparecerá una ventana en donde se deberá de elegir el tipo de transferencia a utilizar, para este caso será usando una red Rslinx y también se deberá de seleccionar el nodo (terminal PanelView) a donde se descargará la aplicación.

CAPÍTULO 6

INTEGRACIÓN DEL CONTROL DE LA MÁQUINA ALAMBRADORA Y SECUENCIA DE TRANSPORTADORES

6.1 Introducción

El control de la máquina alambradora y la secuencia de transportadores serán integrados en un controlador SLC 500 de la marca Allen Bradley y como medio de visualización se usará un panel de cristal líquido el modelo PanelView 550 de la marca Allen Bradley instalado en la estructura de la máquina alambradora.

Los transportadores serán operados ya sea en modo manual o en modo automático con el fin de dirigir a las pacas de celulosa que salen de la máquina cortadora hacia los últimos puntos de terminación del proceso de laminado de celulosa.

Los cuales son:

- **La báscula.** Utilizada para pesar cada paca de láminas de celulosa, cada paca de celulosa debe de cumplir con cierto peso especificado.
- **La prensa hidráulica.** Utilizada para compactar a las pacas de láminas de celulosa y así reducir su volumen.
- **La máquina alambradora.** Utilizada para amarrar a cada paca de celulosa con un máximo de 4 amarres de alambre.
- **La máquina apiladora.** Utilizada para formar pilas de 4 pacas de láminas de celulosa.

A continuación en las Figuras 6.1 a la 6.8 se muestran una serie de imágenes de los equipos involucrados en este trabajo.

Por ejemplo en la Figura 6.1 se muestra el transportador giratorio 18401 y el transportador 18402.

La función del transportador 18401 es desalojar las pacas de celulosa de la máquina cortadora y dirigir las pacas de celulosa hacia el transportador 18402.

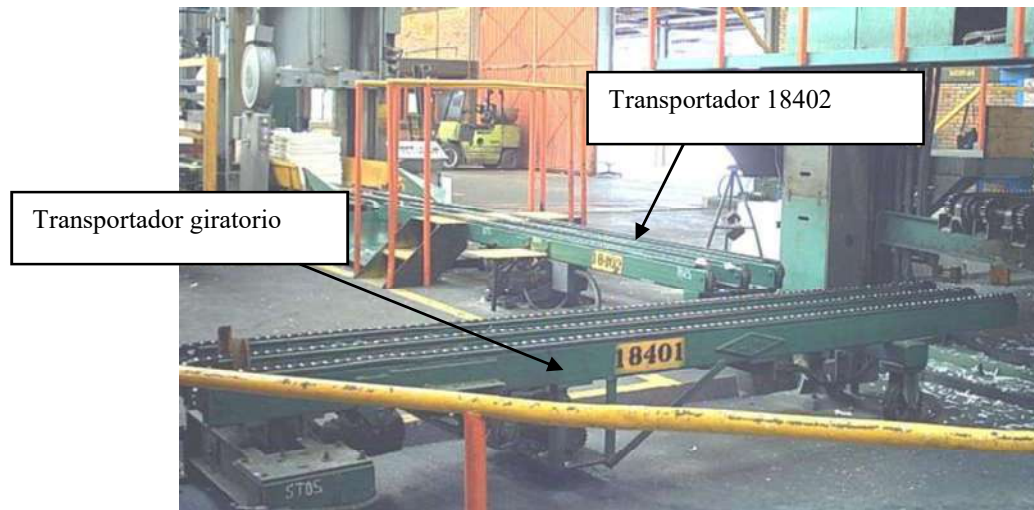


Figura 6. 1 Transportador 18401 (transportador giratorio) y 18402

En la Figura 6.2 se muestra el transportador 18403 encargado de posicionar a las pacas de celulosa sobre la báscula en donde el operador agrega o quita láminas de celulosa para que cumplan con cierto peso especificado.



Figura 6. 2 Transportador 18403 y transportador de la prensa hidráulica

En la Figura 6.3 se muestra el transportador 18017, así como la máquina alambradora. La función del transportador 18017 es, desalojar las pacas de celulosa de la prensa hidráulica y dirigirlas hacia la máquina alambradora.



Figura 6. 3 Transportador 18017 y máquina alambradora

En la Figura 6.4 se muestran los dos transportadores de la máquina alambradora. La función de estos dos transportadores es, posicionar la paca de láminas de celulosa debajo del marco de la máquina alambradora para realizarle los diferentes flejes.

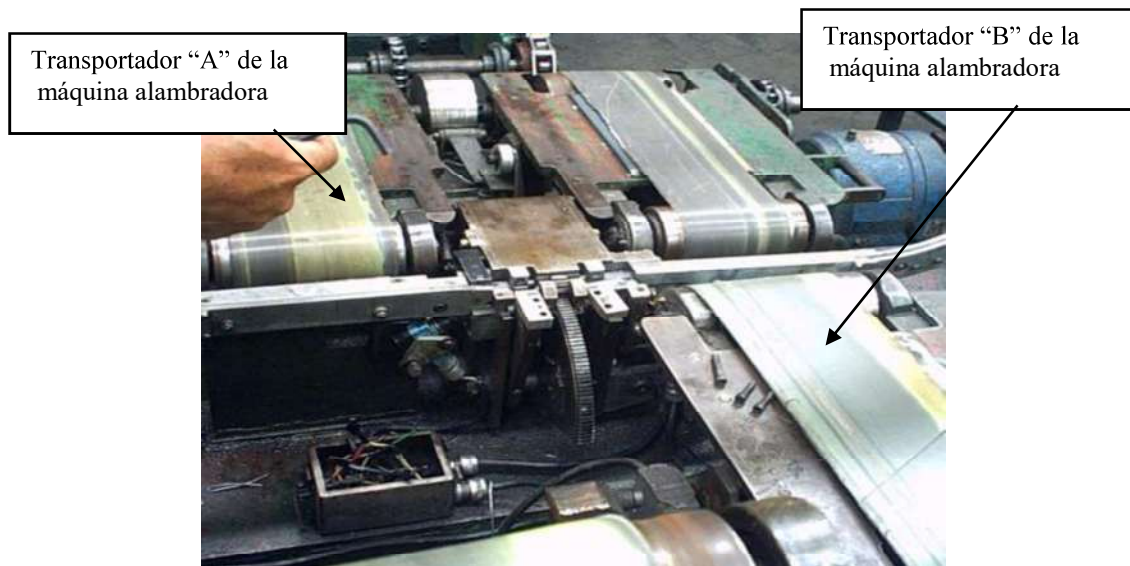


Figura 6. 4 Transportadores de la máquina alambradora

En la Figura 6.5 se muestran de izquierda a derecha las válvulas FTV, GUV y el motor hidráulico de la máquina alambradora.

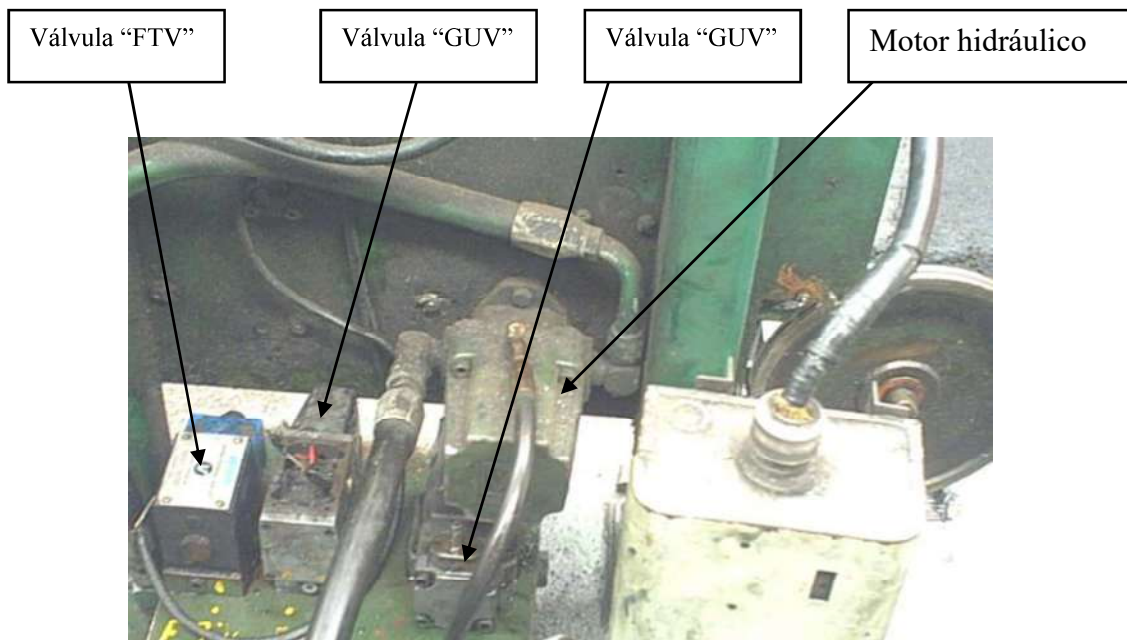


Figura 6. 5 Válvulas direccionales FTV y GUV, válvula de secuencia y motor hidráulico

En la Figura 6.6 se muestran de izquierda a derecha los interruptores de límite FSDS y FSS.

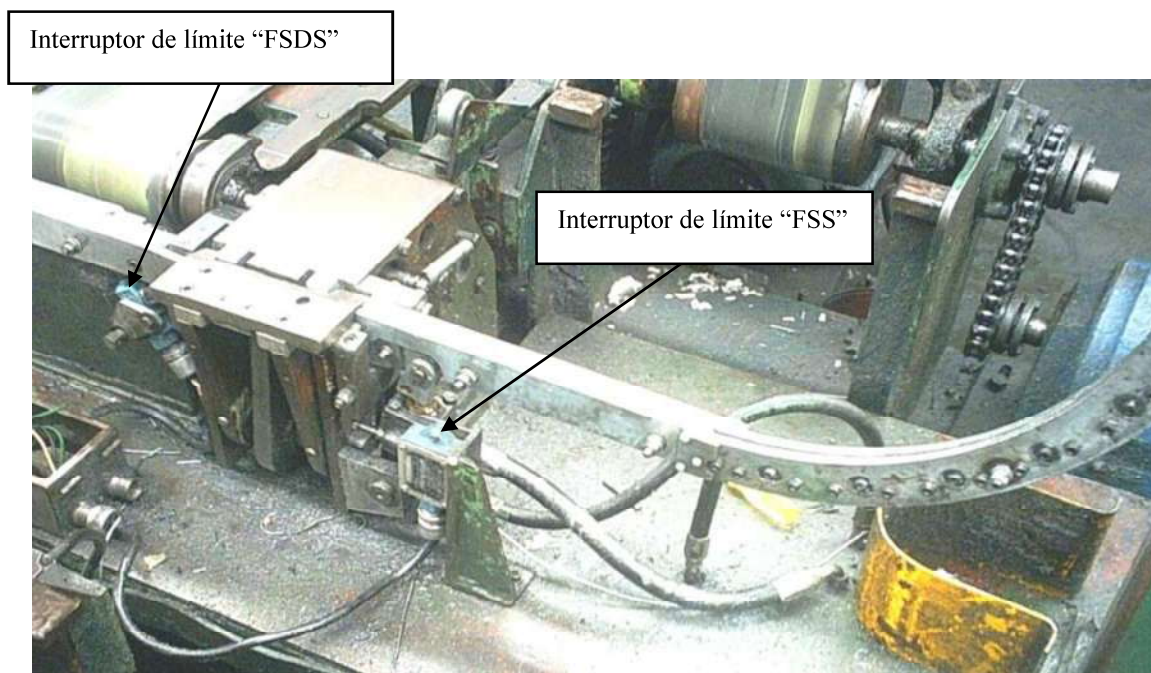


Figura 6. 6 Ubicación de los interruptores de limite FSDS y FSS

En la Figura 6.7 se muestran los actuadores (pistones hidráulicos) del sujetador de alambre y del trenzador de alambre.

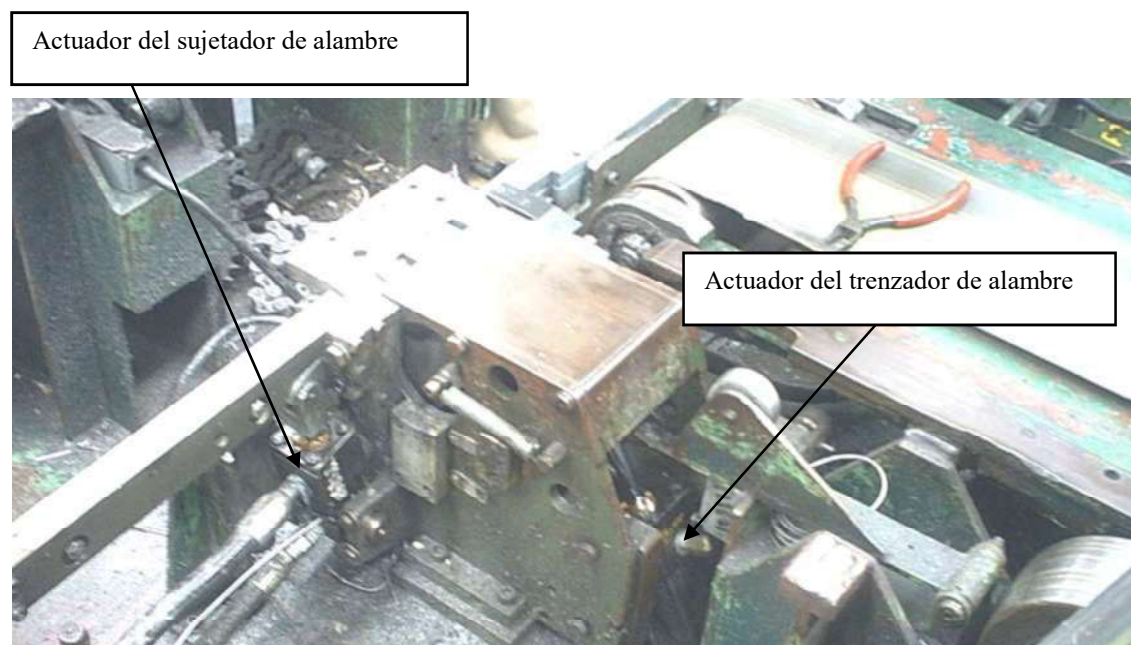


Figura 6. 7 Actuador del sujetador de alambre, interruptores de limite TRS y TCS, actuador del trenzador de alambre e interruptor de limite BSS

Y finalmente en la Figura 6.8 se muestra el tablero actual de control de la máquina alambadora.

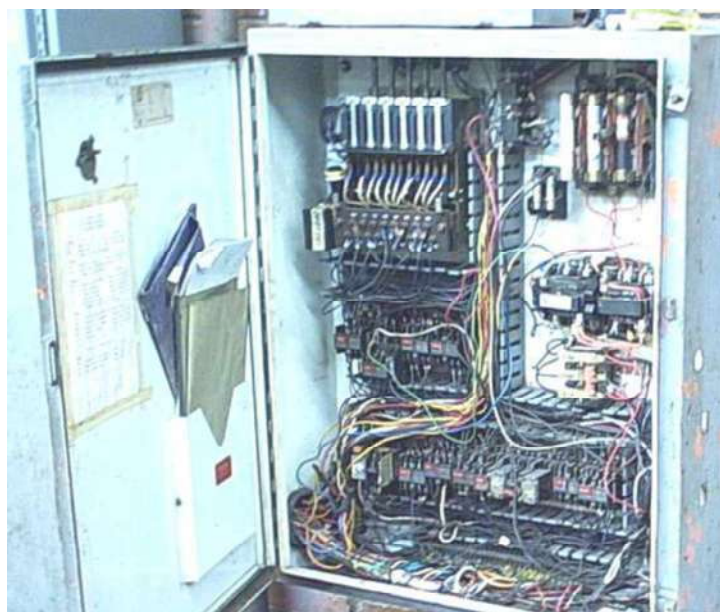


Figura 6. 8Gabinete de control de la máquina alambadora

6.2 Operación de los transportadores

Cada transportador es impulsado por un motor de inducción jaula de ardilla con arranque a tensión plena con arrancador doble para el cambio del sentido de giro, para este trabajo se están considerando únicamente 5 transportadores los cuales serán identificados como:

- Transportador 18401 y 18402, Figura 6.1.
- Transportador 18403 (transportador de la báscula), Figura 6.2.
- Transportador de la prensa hidráulica, Figura 6.2.
- Transportador 18017, Figura 6.3.

En el plano A.11 del apéndice A se muestra el arreglo físico de los transportadores. La operación de los transportadores se podrá realizar en modo manual y modo automático excepto los transportadores de la báscula y de la prensa hidráulica que solo tendrán el modo de operación manual.

A través de la terminal de operador panelview550 se operarán únicamente los transportadores de la máquina alambadora y el transportador 18017 y para los restantes la operación se realizará con botones instalados en las consolas ya existentes.

El arranque de cada motor será a tensión plena tal y como se muestra en el diagrama esquemático del plano A.12 del apéndice A.

6.3 Secuencia de operación de los transportadores.

A continuación se describirá la secuencia de operación de cada uno de los transportadores, comenzando con el transportador giratorio denominado 18401. Este transportador tiene la particularidad de que se desplaza en un ángulo de 90° en sentido contrario al de las manecillas del reloj y en sentido horario, cuenta en su parte eléctrica con: dos interruptores de límite normalmente abiertos denominados STIS y STDS, un interruptor normalmente abierto denominado STSM para detectar que el transportador está cargado con las pacas de celulosa y con dos motores de inducción jaula de ardilla de una capacidad de 1 HP para el desplazamiento lineal y el de 90°, tal y como se muestra en el plano A.13 del apéndice A.

La operación de este transportador puede ser en modo manual y en modo automático. El modo de operación se selecciona con un interruptor selector y para la operación en manual cuenta con cuatro interruptores normalmente abiertos de acción momentánea (pushbuttons) estos interruptores se encuentran instalados en una consola ya existente. La modalidad en manual es para cuando se requiera operar el transportador sin importar el estado de los interruptores de límite que intervienen en su secuencia de operación. La operación en modo automático es como se describe a continuación:

- Seleccionar el modo de operación automático.
- Para el desplazamiento lineal en dirección directa (desplazamiento para desalojar las pacas de celulosa de la máquina cortadora) se debe de cumplir que: el interruptor de límite STIS se encuentre en su estado de cerrado indicando que el transportador 18401 se encuentra en su estado de inicio, que el interruptor de indicación de no presencia de pacas de celulosa STSM en el transportador 18401 se encuentre en su estado de abierto, y que haya existido un pulso positivo por parte del sensor óptico LCP. Para el desplazamiento lineal en dirección de reversa (desplazamiento para desalojar las pacas de celulosa del transportador 18401) se debe cumplir que; el interruptor de límite STDS de indicación de alineamiento con el transportador 18402 se encuentre en su estado de cerrado y que los interruptores BSTS y BSES de indicación de no presencia de pacas de celulosa en el transportador 18402 se encuentren en su estado de abierto.
- Para el desplazamiento de 90° (desplazamiento para alinear el transportador 18401 con el transportador 18402) se debe de cumplir que: el interruptor STSM de indicación de presencia de pacas de celulosa en el transportador 18401 se encuentre en su estado de cerrado y que el interruptor de límite STDS de indicación de alineamiento con el transportador 18402 se encuentre en su estado de abierto. Para el desplazamiento de 90° en dirección de reversa (desplazamiento para posicionar el transportador 18401 en su posición de inicio) se debe de cumplir que: el interruptor BSTS de presencia de pacas de celulosa en el transportador 18402 se encuentre en su estado de cerrado, el interruptor STSM de presencia de pacas de celulosa en el transportador 18401 se encuentre en su estado

de abierto y que el interruptor de límite STIS de indicación de posición de inicio del transportador 18401 se encuentre en su estado de abierto.

El transportador 18402 en la Figura 6.1 cuenta en su parte eléctrica con: dos interruptores de límite localizados en los extremos del transportador y con un motor de inducción tipo jaula de ardilla de una capacidad de 1HP con arranque a tensión plena con arrancador doble para el cambio del sentido de giro. Puede operar en modo manual y en modo automático, la operación en manual se realiza con dos interruptores normalmente abiertos de acción momentánea (pushbuttons), un interruptor es para el desplazamiento en dirección directa y el otro para el desplazamiento en dirección de reversa. Para la operación en modo automático solo se considera el desplazamiento en dirección directa y para que este desplazamiento ocurra se debe de cumplir que; el interruptor de límite STDS del transportador giratorio 18401 se encuentre en su estado de cerrado (indicando con esto que el transportador 18401 se encuentra alineado con el transportador 18402) y que los interruptores de límite BSTS y BSES del transportador 18402 se encuentren en su estado de abierto. En el plano A.14 del apéndice A se muestra el arreglo de este transportador.

El transportador localizado en la báscula denominado como 18403 en la Figura 6.2, cuenta en su parte eléctrica con un motor de inducción tipo jaula de ardilla de una capacidad de 1HP con arranque a tensión plena con doble arrancador para el cambio del sentido de giro. La operación de este transportador únicamente es en modo manual y es a través de dos interruptores normalmente abiertos de acción momentánea (pushbuttons) un interruptor es para el desplazamiento en dirección directa y el otro para el desplazamiento en dirección de reversa.

El transportador localizado en la prensa hidráulica Figura 6.2, cuenta en su parte eléctrica con un motor de inducción tipo jaula de ardilla de una capacidad de 1HP con arranque a tensión plena con doble arrancador para el cambio del sentido de giro.

La operación de este transportador únicamente es en modo manual y es a través de dos interruptores normalmente abiertos de acción momentánea (pushbuttons) un interruptor es

para el desplazamiento en dirección directa y el otro para el desplazamiento en dirección de reversa.

El transportador denominado como 18017 Figura 6.3, cuenta en su parte eléctrica con un motor de inducción tipo jaula de ardilla de una capacidad de 1HP con arranque a tensión plena con doble arrancador para el cambio del sentido de giro.

La operación de este transportador puede ser en modo manual y en modo automático la selección del modo de operación depende del modo de operación de la máquina alambradora, cuando la máquina alambradora se encuentra en modo automático el transportador 18017 se encuentra en modo automático (siempre activo en dirección directa) y cuando la máquina alambradora se encuentra en modo manual, el transportador 18017 se puede operar en modo manual a través de dos teclas de función de la terminal de visualización Panelview550.

6.4 Secuencia de operación de la máquina alambradora.

La máquina alambradora esta compuesta por las siguientes partes principales:

- Una unidad hidráulica para proveer la potencia necesaria a los actuadores (motor hidráulico y pistones hidráulicos)
- Una unidad denominada de alimentación y de tensión
- Una unidad denominada de amarre y sujeción del alambre
- La armazón de la guía del alambre
- Dos transportadores
- Una terminal de operación PanelView 550

El arreglo general es el que se muestra en el plano A.15 del apéndice A.

La unidad de amarre y sujeción del alambre cuenta con cuatro interruptores de límite denominados:

- Interruptor para alimentación lenta del alambre **FSDS** (Feed Slow Down Switch)
- Interruptor de paro de alimentación del alambre **FSS** (Feed Stop Switch)
- Interruptor de amarre completado **TCS** (Twist Completed Switch)
- Interruptor de indicación de estado de inicio del trenzador **TRS** (Twister Retracted Switch)

En el primer transportador de la máquina alambradora denominado “transportador A” se encuentra el interruptor de límite denominado interruptor de sensado de paca **BSS** (Bale Sensing Switch).

El estado de los interruptores de límite mencionados anteriormente son los que determinan el comportamiento de la máquina alambradora.

La máquina alambradora puede operar en modo manual y en modo automático y su operación será a través de una terminal de operador PanelView 550 de la marca Allen-Bradley tal y como se describe en el capítulo 5.

Como se mencionó anteriormente los actuadores son de tipo hidráulico por lo que en el plano A.16 se presenta el circuito hidráulico de la máquina alambradora.

A continuación se describirá la secuencia de operación de la máquina alambradora en modo automático, [7].

Para facilitar la programación y la realización de futuras revisiones a la lógica desarrollada para el control de la máquina alambradora el programa en lógica de escalera se dividió en 7 subrutinas las cuales se describirán a continuación.

- Subrutina denominada como **SECUENCIAS**. En esta subrutina se establece el orden en que se ejecutan todas las subrutinas en el programa.
- Subrutina denominada como **BOMBAS**. En esta subrutina se elige la bomba de la unidad hidráulica a utilizar, no se pueden utilizar ambas bombas al mismo tiempo.
- Subrutina denominada como **MAN/AUTO**. En esta subrutina se elige el modo de operación de la máquina alambradora ya sea modo manual o modo automático y se desarrolla la lógica para el arranque y paro de los transportadores de la máquina alambradora.
- Subrutina denominada como **ALIMENTA_F**. En esta subrutina se desarrolla la lógica necesaria para la alimentación de alambre a la máquina alambradora. Tal y como se muestra a continuación.

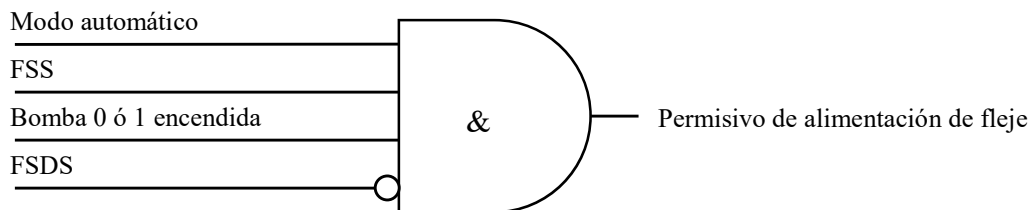


Figura 6. 9 Diagrama Lógico para permiso de alimentación de fleje a la máquina alambadora

Una vez que se tenga cumplido el permiso de alimentación de fleje de la Figura 6.9, se activará una salida digital para energizar la bobina de la válvula direccional denominada FV (feed valve), también es posible alimentar el fleje en forma manual tal y como se muestra en el diagrama lógico de la Figura 6.10.

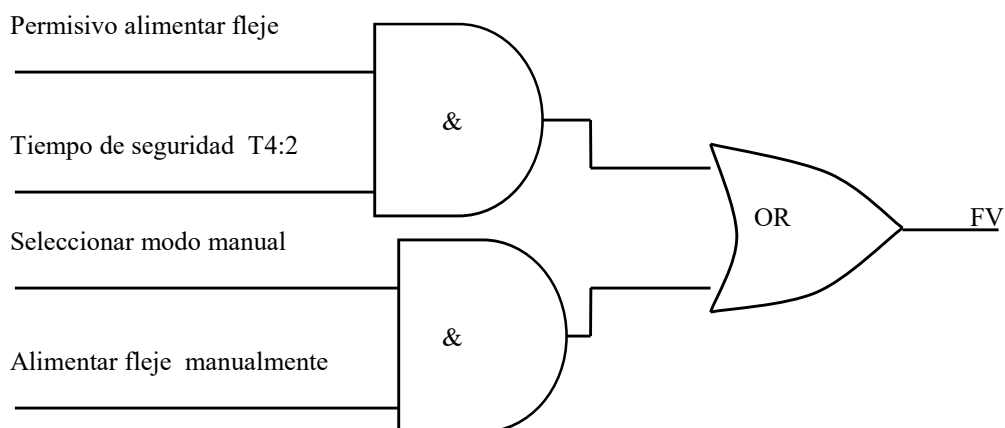


Figura 6. 10 Diagrama Lógico para activar a FV (feed valve)

Una vez que se haya energizado FV y haciendo referencia al diagrama hidráulico del plano A.16 se observa que el actuador (pistón hidráulico) del trenzador regresa a su posición de inicio y por lo tanto el interruptor de límite TRS (twist retracted switch) se cierra permitiendo con esto energizar a FTV (feed tension valve) ocasionando que el flujo de aceite sea mayor y por ende la velocidad de alimentación de fleje se incremente, pero esta alta velocidad debe permanecer hasta que el interruptor de límite FSDS se abra, tal y como se muestra en el diagrama lógico de la Figura 6.11.

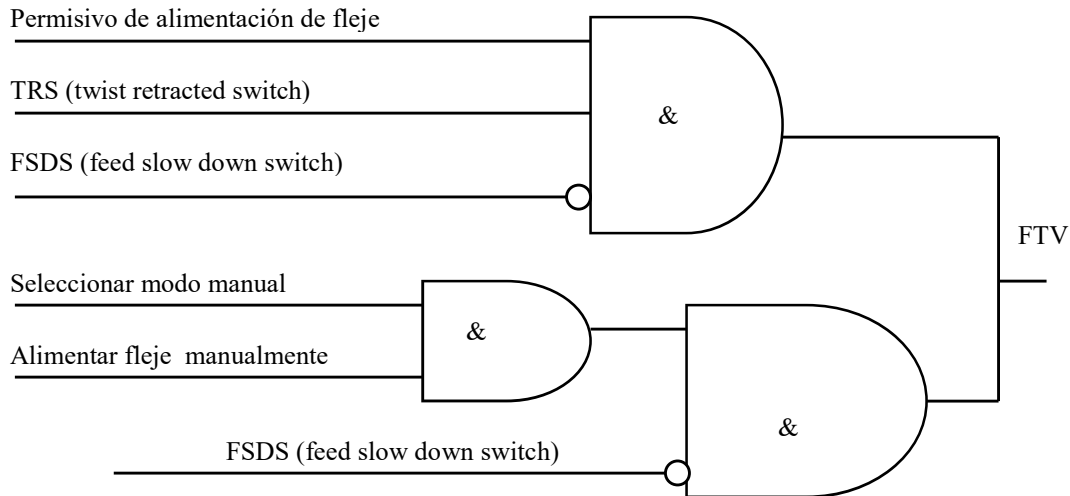


Figura 6. 11 Diagrama Lógico para activar a FTV (feed tension valve) al alimentar el fleje

- Subrutina denominada como **EJEC_FLEJE**. en esta subrutina se desarrolla la lógica necesaria para realizar el flejado de la paca de láminas de celulosa y así asegurarla. La lógica de esta secuencia es como se indica a continuación.

Para poder realizar el flejado (válvula TV (tension valve) energizada) la máquina alambadora debe estar alimentada con alambre y esta condición está determinada por el diagrama lógico de la Figura 6.12.

Al energizarse la TV (tension valve) se logra que el motor hidráulico gire a velocidad lenta en el sentido de las manecillas del reloj, para evitar que el alambre se regrese la válvula **GUV** (grip up valve) se debe energizar para sujetar la punta del alambre.

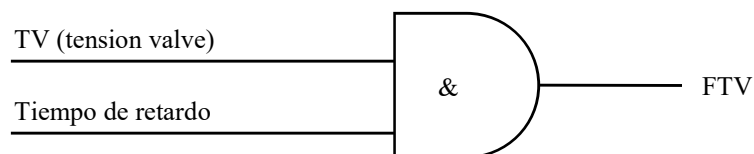


Figura 6. 12 Diagrama Lógico para activar a FTV (tension valve) al realizar el flejado

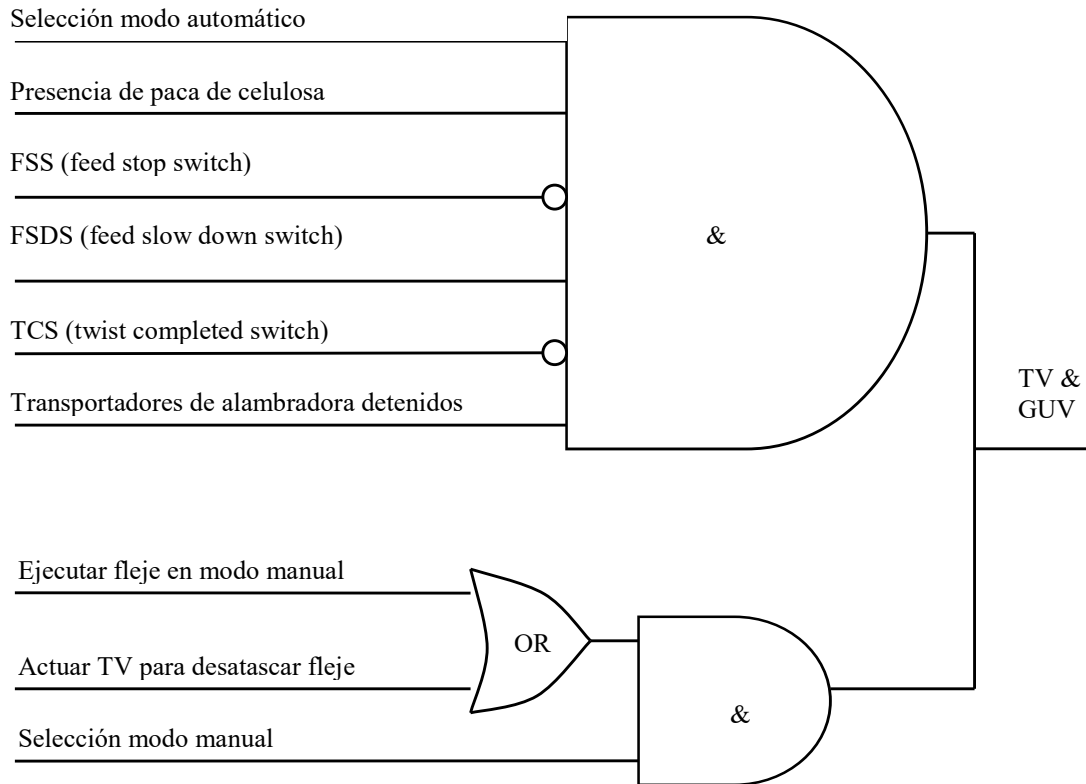


Figura 6. 13 Diagrama Lógico para activar a TV (tension valve).

Ya que la punta del alambre haya sido sujeta (condición dada por el temporizador T4:3) se debe energizar la válvula direccional denominada como **FTV** (válvula de alimentación y de tensión) para apretar la paca de láminas de celulosa de una forma rápida. A medida que la paca de láminas de celulosa esta siendo apretada la velocidad del motor hidráulico va en descenso ocasionando un aumento de presión de aceite en la línea de la válvula direccional **TV**, en esta línea se encuentra una válvula de presión denominada **válvula de secuencia** (ver diagrama hidráulico en el plano A.16) utilizada para definir la tensión del alambre en la paca de láminas de celulosa. Cuando la presión de aceite en la línea iguale a la presión ejercida por el resorte de la válvula de secuencia, el aceite fluirá a bajo flujo hacia el actuador (pistón hidráulico) del elemento trenzador ocasionando que se realice un nudo en el alambre, cuando el actuador del trenzador termina su carrera mecánicamente se actúa una navaja para cortar al alambre y así liberar a la paca de láminas de celulosa. Al momento que el alambre es cortado se activa el interruptor de límite denominado **TCS** (interruptor de amarre completado) desenergizando a la válvula direccional **TV**.

- Subrutina denominada como **NO.FLEJES**. en esta subrutina se desarrolla la lógica necesaria para detectar la presencia de una nueva paca de láminas de celulosa y definir el número de flejes a realizar a cada paca de láminas de celulosa. El primer transportador de la máquina alambradora cuenta con un interruptor de límite denominado **BSS** (interruptor de sensado de paca) al detectarse un pulso positivo por parte de este interruptor los transportadores se detendrán después de un tiempo definido por el temporizador T4:6, al detenerse los transportadores se completarán las condiciones para ejecutar la subrutina **EJEC_FLEJE** y realizar el flejado de la paca de láminas de celulosa. Cada vez que se ejecuta un flejado se activa el interruptor de límite **TCS** (interruptor de amarre completado) y este pulso se utiliza para activar un contador ascendente e ir almacenando el número de flejes realizados. También cada vez que se activa el interruptor de límite **TCS** los transportadores de la máquina alambradora se activan para posicionar a la paca de láminas de celulosa en el siguiente punto de flejado. Cuando el número de flejes realizados se iguala con el número de flejes definidos por el operador, los transportadores se activarán en espera de una nueva paca de láminas de celulosa.
- Subrutina denominada como **TRANSPORTA**. en esta subrutina se desarrolla la lógica necesaria para la secuencia de los transportadores definida en el apartado 6.3.

CONCLUSIONES

En la presente tesis se ha descrito la necesidad que existe de modernizar el sistema de control de la máquina alambadora y la secuencia de los transportadores en la sección de laminado de celulosa del complejo industrial Kimberly-Clark de México, planta Morelia, actualmente denominado Grupo Papelero Scribe S.A. de C.V., es por ello que el objetivo de este trabajo ha sido optimizar el desempeño de la máquina alambadora utilizando un controlador lógico programable (PLC). Tomando en consideración las bondades con las que cuenta el controlador presentado en este trabajo, se desprenden las siguientes aportaciones que se tendrían con la implementación del sistema de control en este proceso productivo.

- **Rápida ubicación de fallas.** Puesto que la operación del controlador utilizado es muy confiable, prácticamente las únicas falla posibles se localizarían en los interruptores de límite ubicados en el proceso, esto debido a suciedad o desgaste de las partes mecánicas involucradas en la actuación de los interruptores de límite. En el caso de que algún interruptor de límite presente falla, con la ayuda de la pantalla de estados, agregada a la interfase de operador, será simple identificar cual interruptor presenta problema. En el caso de una falla más grave, el rastreo de la falla se simplifica con la ayuda del programa RsLogix 500 visto en el capítulo 4.
- **Fácil mantenimiento.** Debido a que el controlador estará instalado dentro de un gabinete NEMA 12 (uso industrial) el mantenimiento es relativamente nulo, el único mantenimiento será reapriete de conexiones eléctricas en intervalos de tiempo de 4 a 6 meses, y si fuese necesario una limpieza general anualmente.
- **Interfase de operación amigable.** A través de esta interfase de operador será simple la operación de la máquina alambadora.

Es evidente que existe gran diferencia al implementar el control de la máquina alambadora utilizando relevadores, selectores, contadores y temporizadores electromecánicos e implementar el control utilizado un PLC. Algunas de las diferencias más importantes es que

con la utilización de un PLC se reducen las interconexiones de cableado eliminando con ésto puntos de falla, se reduce el espacio que ocupa el equipo de control y se simplifica la programación del equipo.

Se ha mostrado que es relativamente simple la utilización de tecnología nueva para la modernización de algún proceso productivo. Actualmente muchas pequeñas y medianas empresas utilizan tecnología ya obsoleta en sus procesos productivos, esto debido a la elevada inversión inicial para su modernización. Afortunadamente el avance en la tecnología electrónica ha permitido el desarrollo de controladores económicos pero con grandes prestaciones que se pueden utilizar para modernizar algún proceso productivo de pequeñas dimensiones, tal es el caso de los controladores Micrologix y Pico de la marca Allen-Bradley.

TRABAJOS FUTUROS.

El control de la máquina alambradora y la secuencia de los transportadores se pueden implementar utilizando un controlador más pequeño, por ejemplo utilizando un controlador de la familia Micrologix de Allen-Bradley. La intención de utilizar un controlador con las características ya vistas en éste trabajo es pensando que en un futuro próximo se pueda incluir todo el proceso de laminado de celulosa en la lógica de éste controlador.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Theodore Wildi
Electrical Machines, Drives, and Power Systems
Fifth Edition 2002.
- [2] Rockwell Automation
SLC 500 Instruction Set, Referente Manual
November 2003
- [3] Rockwell Automation
SLC 500 Modular Hardware Style, User Manual
2004
- [4] Rockwell Automation
SLC 500 Systems, Selection Guide
March 2005
- [5] Rockwell Automation
PanelBuidel32 Software, Thechnical Data
March 2005
- [6] Rockwell Automation
PanelView Standar Operador Terminals, User Manual
November 2004
- [7] LAMB
Lamb Model 9000 R/0-B Tying Machina, Operating and Maintenance Manual
- [8] Rockwell Automation
RSLogix Help
January 2000
- [9] Rockwell Automation
SLC 500 Family of Programmable Controllers, Addressing Referente Manual
February 1995
- [10] RSLinx online help
- [11] SLC System Overview
<http://www.ab.com/plclogic/slc/index.html>

APÉNDICE A

Lista de planos

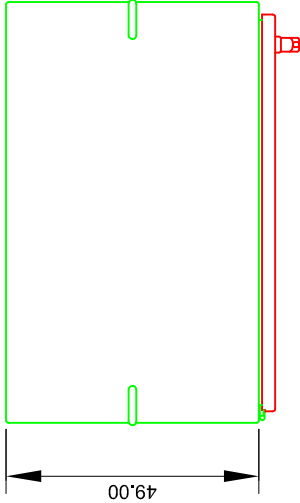
En este apéndice se muestran todos los planos para la implementación del presente trabajo.

- Plano A.1 gabinete a utilizar
- Plano A.2 distribución de equipos en gabinete
- Plano A.3 alimentaciones principales
- Plano A.4 TB3
- Plano A.5 TB4 y TB5
- Plano A.6 módulo 1 de entradas digitales
- Plano A.7 módulo 2 de entradas digitales
- Plano A.8 módulo 3 de entradas digitales
- Plano A.9 módulo 4 de salidas digitales
- Plano A.10 módulo 5 de salidas digitales
- Plano A.11 ubicación de los transportadores
- Plano A.12 diagrama esquemático del arranque de cada motor.
- Plano A.13 transportador 18401
- Plano A.14 transportador 18402, transportador 18403 y transportador de la prensa hidráulica.
- Plano A.15 arreglo general de la máquina alambradora
- Plano A.16 diagrama hidráulico de la máquina alambradora

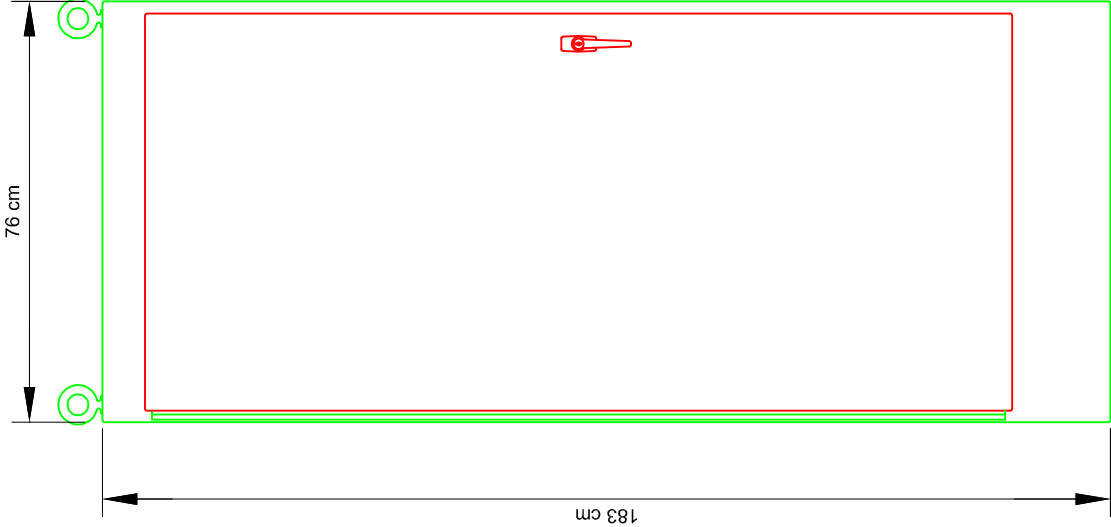
APÉNDICE B

Código en lenguaje de escalera

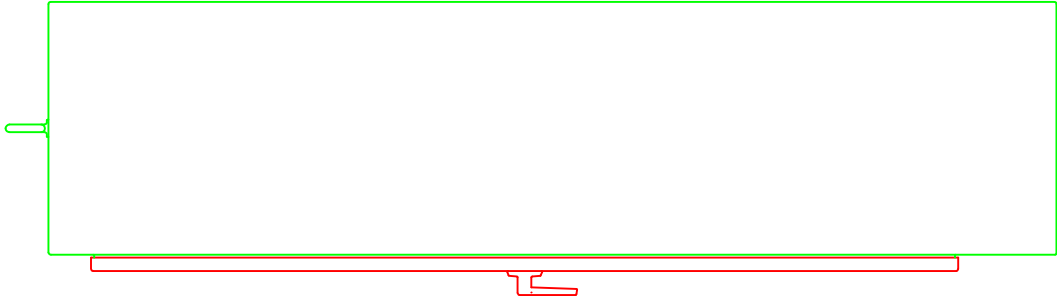
En este apéndice se muestra el código en lenguaje de escalera del presente trabajo, realizado con el programa RSLogix 500.



VISTA SUPERIOR

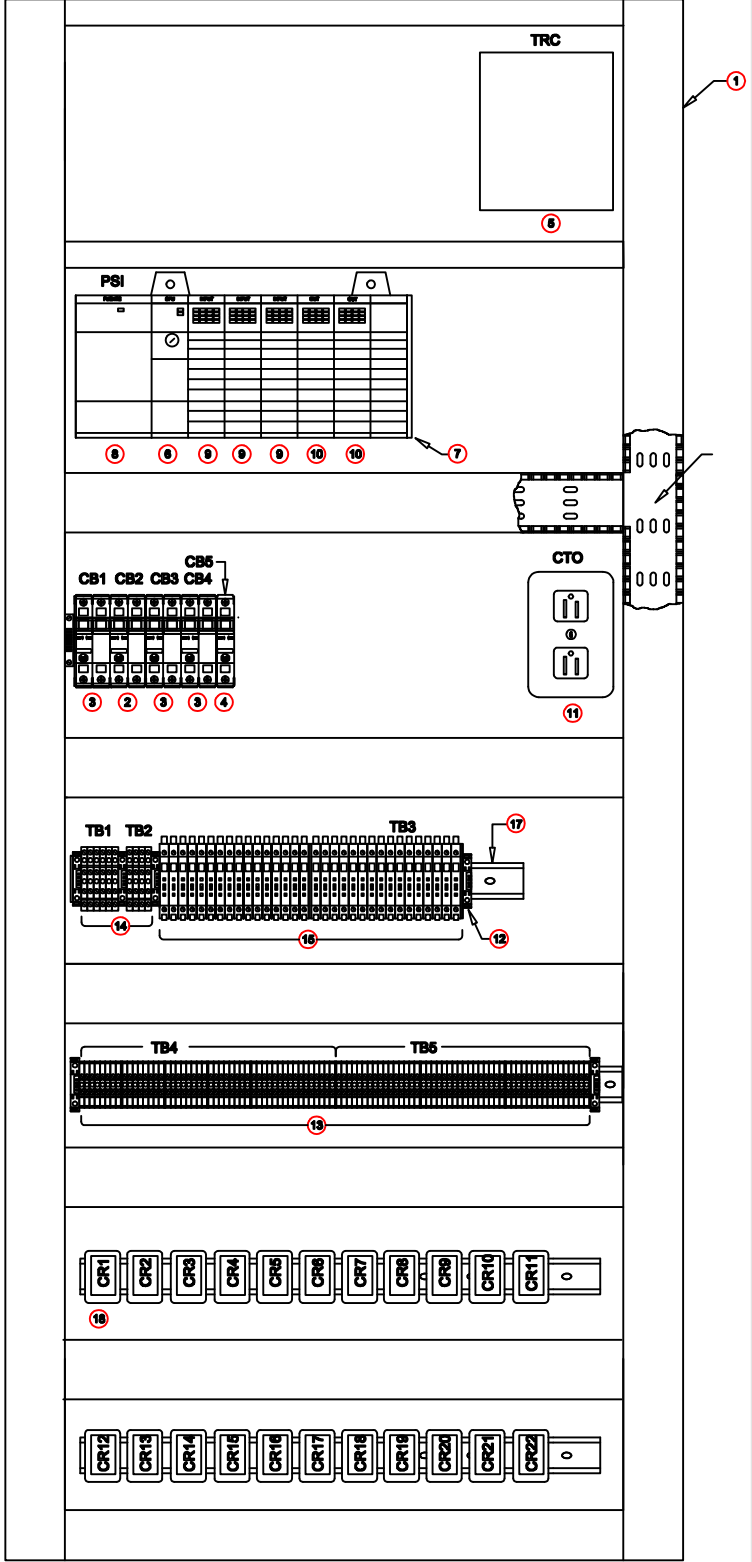


VISTA FRONTAL



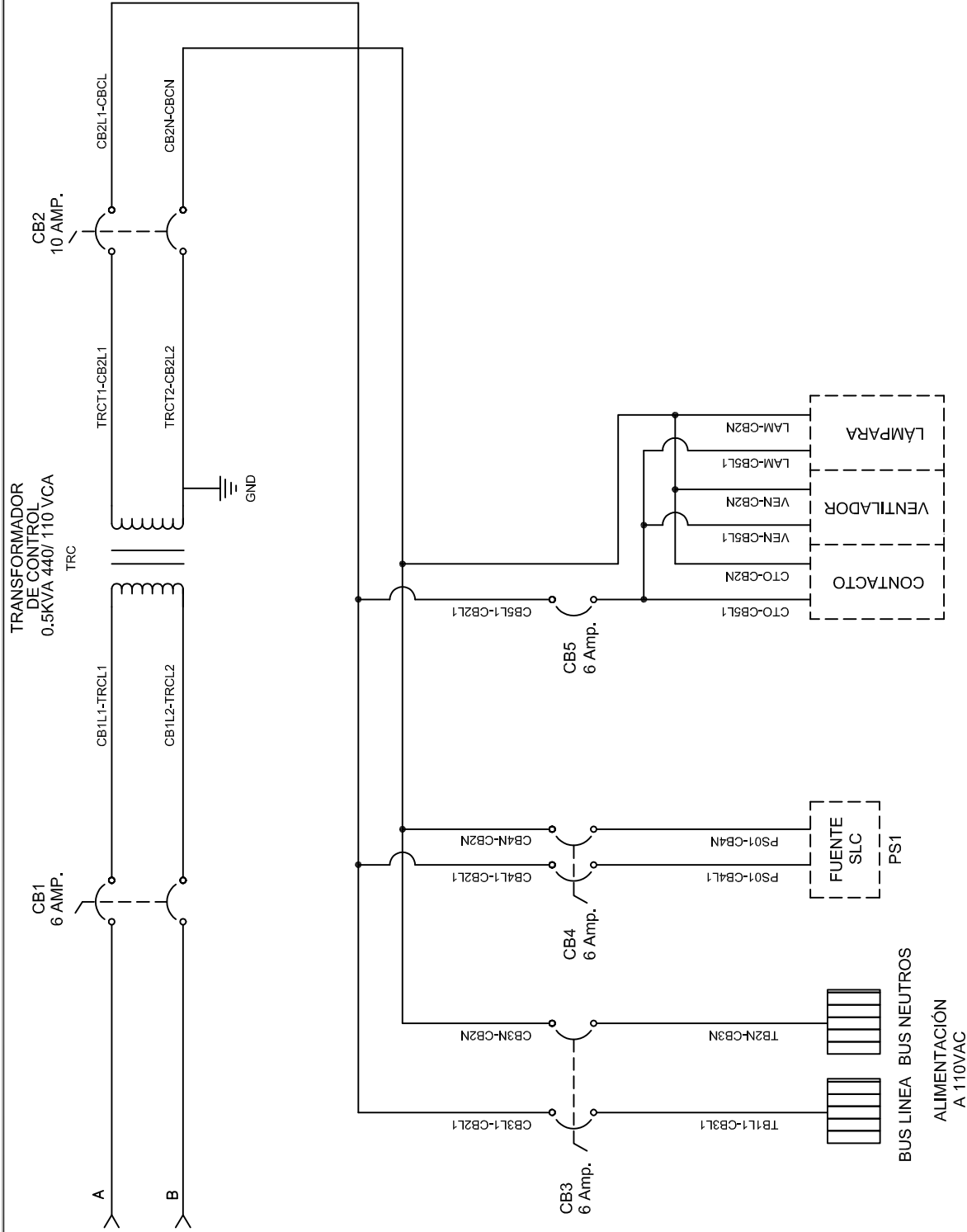
VISTA LATERAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA					
PROYECTO: Control de la máquina alambradora de la sección de laminado de celulosa					
TÍTULO: GABINETE DE 72" x 30" x 18" EN ACERO AL CARBON NEMA 12					
DISEÑO:	Jorge Villada Ariaga	HOJA	PLANO	PÁGINA	
DIBUJO:	Jorge Villada Ariaga	1/1	A.1	74	
FECHA: 02/Noviembre/2006					

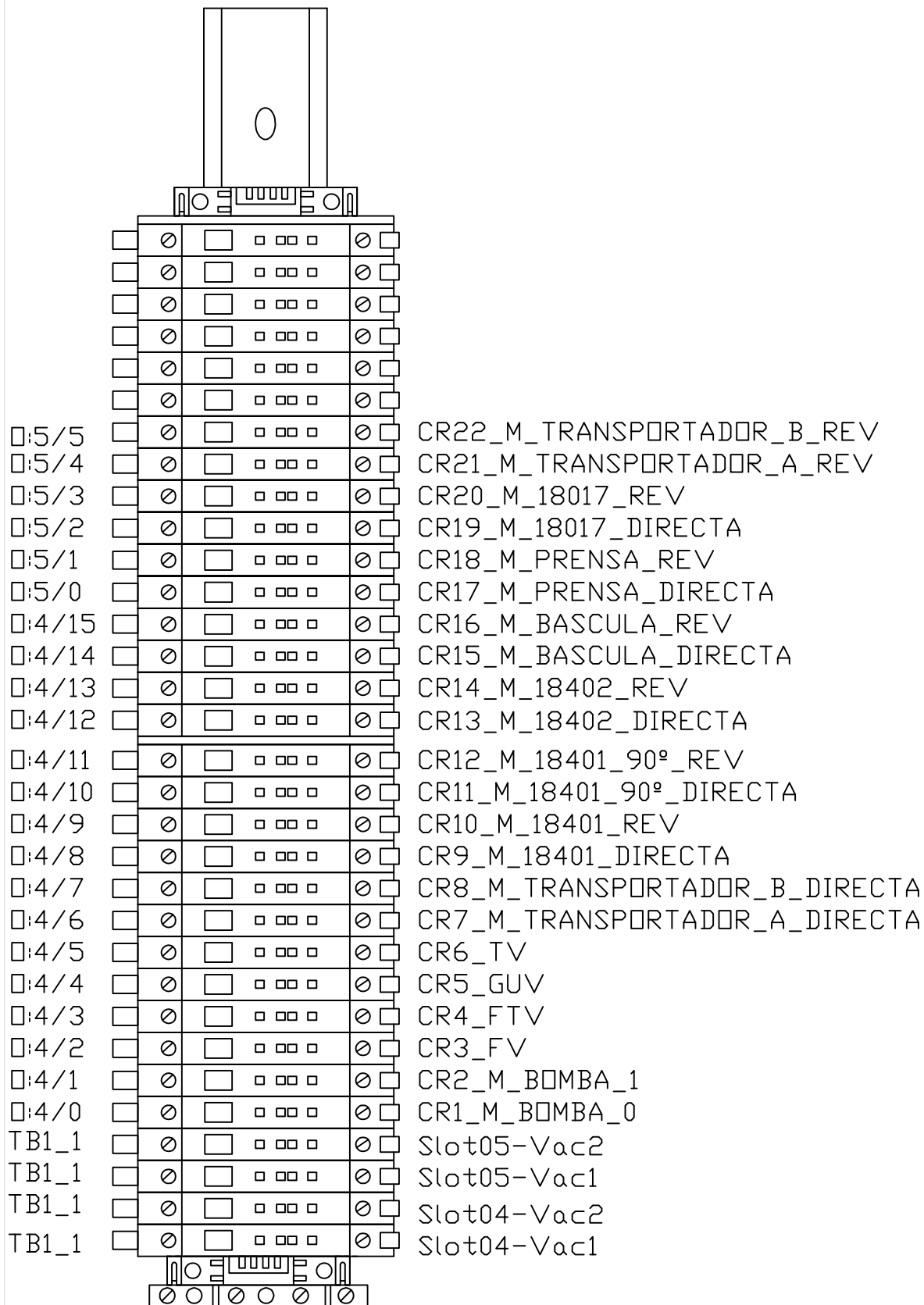


LISTA DE MATERIALES		
NUMERO	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	1	PLATINA DE MONTAJE
2	1	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2P/10AMP
3	3	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2P/06 AMP
4	1	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 1P/06 AMP
5	1	TRANSFORMADOR DE CONTROL 440/110 V 750 VA
6	1	PROCESADOR 5/03, MEMORIA 16K DH485
7	1	RACK 7 SLOTS MCA. ALLEN-BRADLEY
8	1	FUENTE DE PODER
9	3	MODULO DE 16 ENTRADAS DISCRETAS 120 VAC.
10	2	MODULO DE 16 SALIDAS DISCRETAS 120 VAC.
11	1	CONTACTO DUPLEX CON TIERRA
12	6	TOPE PARA CLEMA MCA. ALLEN-BRADLEY
13	96	CLEMAS PARA CONEXION MCA. ALLEN-BRADLEY
14	10	CLEMAS PARA CONEXION MCA. ALLEN-BRADLEY
15	32	CLEMAS PORTAFUSIBLE MCA. ALLEN-BRADLEY
16	LOTE	CANAleta MCA. PANDUIT
17	LOTE	RIEL DIM MCA. ALLEN-BRADLEY
18	22	RELEVADOR DE CONTROL

MODELO	--
1492-CB2G100	
1492-CB2G060	
1492-CB1G060	
--	
1747-L532	
1746-A7	
1746-P2	
1746-IA16	
1746-0A16	
--	
1492-EA35	
1492-W3	
1492-WD4C	
1492-H4	
--	
199-DR1	
700-HA32A1	



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO: Control de la máquina alambadora de la sección de laminado de celulosa				
TÍTULO: ALIMENTACIONES PRINCIPALES				
DISEÑO: Jorge Villada Ariaga	HOJA	PLANO	PÁGINA	
DIBUJO: Jorge Villada Ariaga	1/1	A.3	76	
FECHA: 02/Noviembre/2006				



TB5

TB4

TB1_2

1:3/9 RET-REV-TRANSPORTADOR-B-MAQUINA
1:3/8 RET-REV-TRANSPORTADOR-A-MAQUINA
1:3/7 RET-DIRECTA-TRANSPORTADOR-B-MAQUINA
1:3/6 RET-REV-18017
1:3/5 RET-DIRECTA-18017
1:3/4 RET-REV-PRENSA
1:3/3 BOTON-DIRECTA-PRENSA
1:3/2 RET-DIRECTA-PRENSA
1:3/1 BOTON-REV-PRENSA
1:3/0
1:2/15 RET-18403-REV
1:2/14 BOTON-18403-REV
1:2/13 RET-18403-DIRECTA
1:2/12 BOTON-18403-DIRECTA
1:2/11 RET-18402-REV
1:2/10 BOTON-18402-REV
1:2/9 BOTON-18402-DIRECTA
1:2/8 RET-18402-DIRECTA
1:2/7 RET-18401-90°-REV
1:2/6 BOTON-18401-90°-REV
1:2/5 RET-18401-90°-DIRECTA
1:2/4 BOTON-18401-90°-DIRECTA
1:2/3 BSTS
1:2/2 BSES
1:2/1 SELECTOR-AUTO-18401
1:2/0 SELECTOR-MANUAL-18401
1:1/15 STDS
1:1/14 STSM
1:1/13 STIS
1:1/12 LCP
1:1/11 RET-18401-REV
1:1/10 BOTON-18401-REV
1:1/9 RET-18401-FWD
1:1/8 BOTON_18401_DIRECTA
1:1/7 RET-TRANS_A-MAQUINA
1:1/6 BSS
1:1/5 FSDS
1:1/4 FSS
1:1/3 TRS
1:1/2 TCS
1:1/1 RET-BOMBA_1
1:1/0 RET-BOMBA_0

RET-REV-TRANSPORTADOR-B-MAQUINA
RET-REV-TRANSPORTADOR-A-MAQUINA
RET-DIRECTA-TRANSPORTADOR-B-MAQUINA
RET-REV-18017
RET-DIRECTA-18017
RET-REV-PRENSA
BOTON-DIRECTA-PRENSA
RET-DIRECTA-PRENSA
BOTON-REV-PRENSA
RET-18403-REV
BOTON-18403-REV
RET-18403-DIRECTA
BOTON-18403-DIRECTA
RET-18402-REV
BOTON-18402-REV
BOTON-18402-DIRECTA
RET-18402-DIRECTA
RET-18401-90°-REV
BOTON-18401-90°-REV
RET-18401-90°-DIRECTA
BOTON-18401-90°-DIRECTA
BSTS
BSES
SELECTOR-AUTO-18401
SELECTOR-MANUAL-18401
STDS
STSM
STIS
LCP
RET-18401-REV
BOTON-18401-REV
RET-18401-FWD
BOTON_18401_DIRECTA
RET-TRANS_A-MAQUINA
BSS
FSDS
FSS
TRS
TCS
RET-BOMBA_1
RET-BOMBA_0

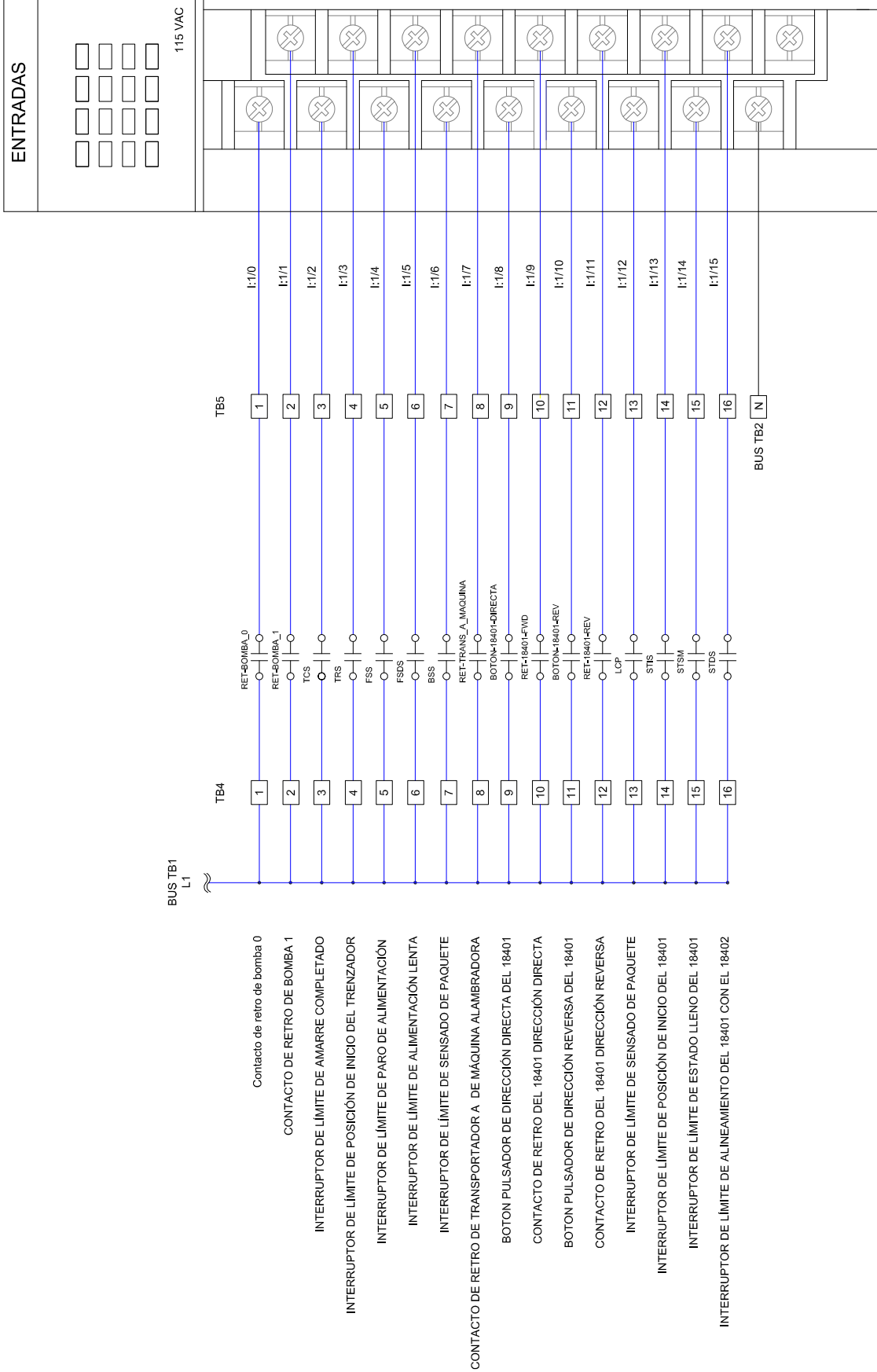
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA

PROYECTO: Control de la máquina alambadora de la sección de laminado de celulosa

TÍTULO: TB4 Y TB5

DISEÑO: Jorge Villeda Arriaga	HUJA	PLANO	PAGINA
DIBUJO: Jorge Villeda Arriaga	1/1	A.5	78
FECHA: 02/Noviembre/2006			

RANURA 01



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO: Control de la máquina alambadora de la sección de laminado de celulosa

TÍTULO: MÓDULO 1 DE ENTRADAS DIGITALES

DISEÑO: Jorge Villada Arriaga	HOJA	PLANO	PÁGINA
DIBUJO: Jorge Villada Arriaga	1/1	A.6	79
FECHA: 02/Noviembre/2006			

RANURA 02



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO: Control de la máquina alambadora de la sección de laminado de celulosa

TÍTULO: MÓDULO 2 DE ENTRADAS DIGITALES

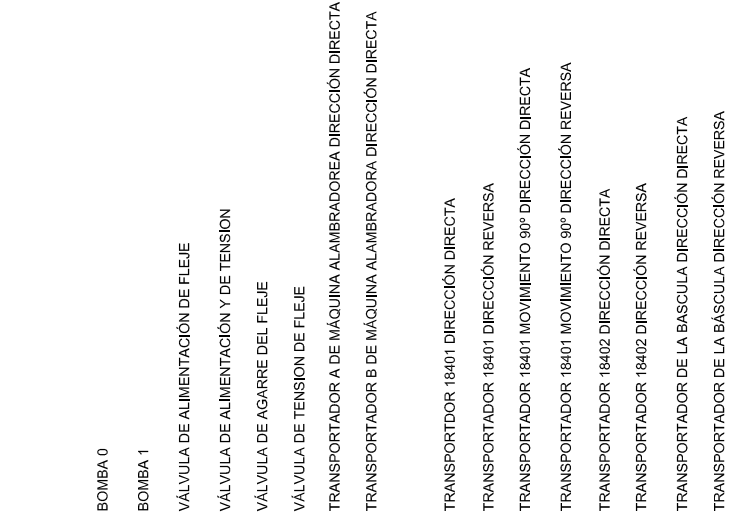
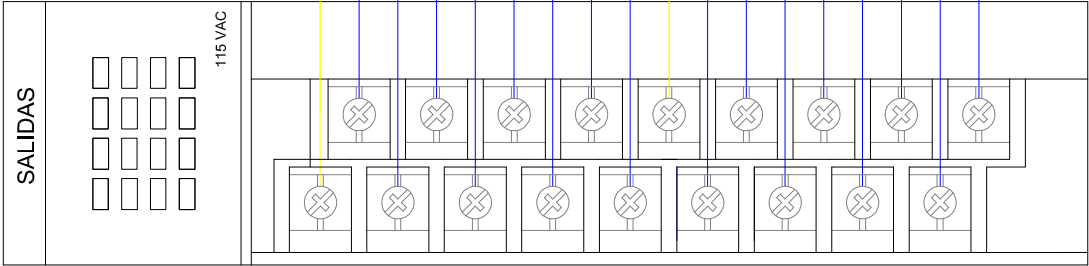
DISEÑO: Jorge Villada Arriaga	HOJA	PLANO	PÁGINA
DIBUJO: Jorge Villada Arriaga	1/1	A.7	80
FECHA: 02/Noviembre/2006			

[illegible]

PROYECTO: Control de la máquina alambadora de la sección de laminado de celulosa

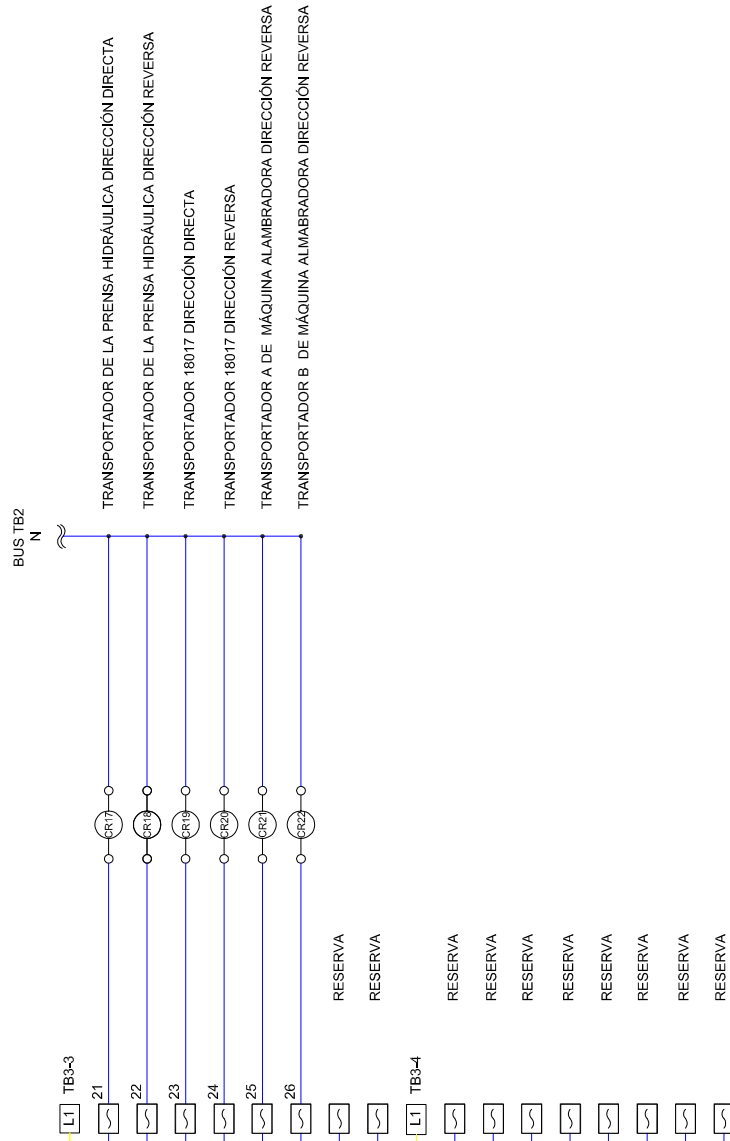
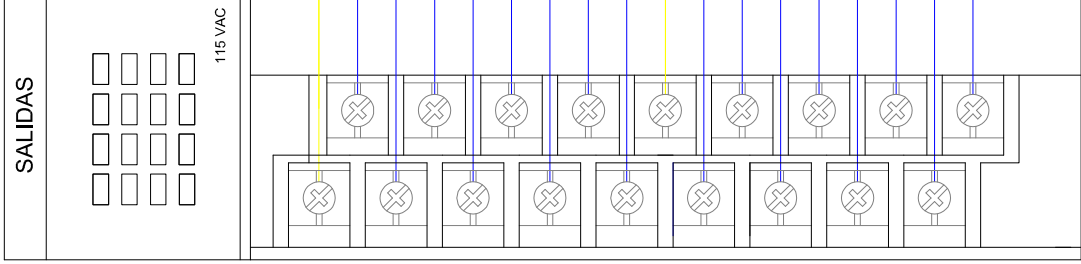
DISEÑO: Jorge Villeda Ariaga	HOJA	PLANO	PÁGINA
DIBUJO: Jorge Villeda Ariaga	1/1	A.8	81

RANURA 04



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO: Control de la máquina alambradora de la sección de laminado de celulosa				
TÍTULO: MÓDULO 4 DE SALIDAS DIGITALES				
DISEÑO: Jorge Villada Arriaga	HOJA	PLANO	PÁGINA	
DIBUJO: Jorge Villada Arriaga	1/1	A.9		82
FECHA: 02/Noviembre/2006				

RANURA 05



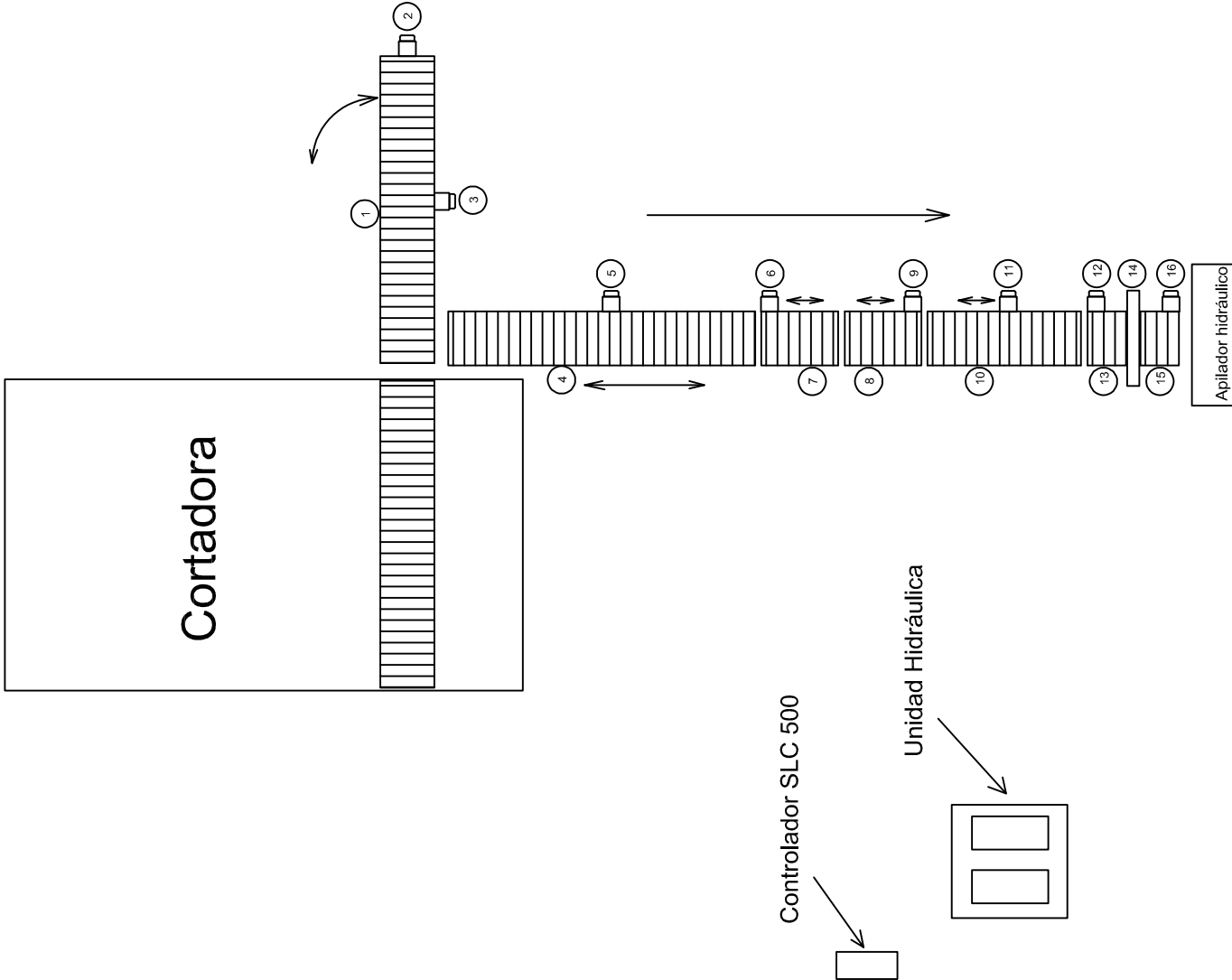
TRANSPORTADOR DE LA PRENSA HIDRÁULICA DIRECCIÓN DIRECTA
TRANSPORTADOR DE LA PRENSA HIDRÁULICA DIRECCIÓN REVERSA
TRANSPORTADOR 18017 DIRECCIÓN DIRECTA
TRANSPORTADOR 18017 DIRECCIÓN REVERSA
TRANSPORTADOR A DE MÁQUINA ALAMBRADORA DIRECCIÓN REVERSA
TRANSPORTADOR B DE MÁQUINA ALAMBRADORA DIRECCIÓN REVERSA

RESERVA
RESERVA
RESERVA
RESERVA
RESERVA
RESERVA
RESERVA
RESERVA
RESERVA
RESERVA

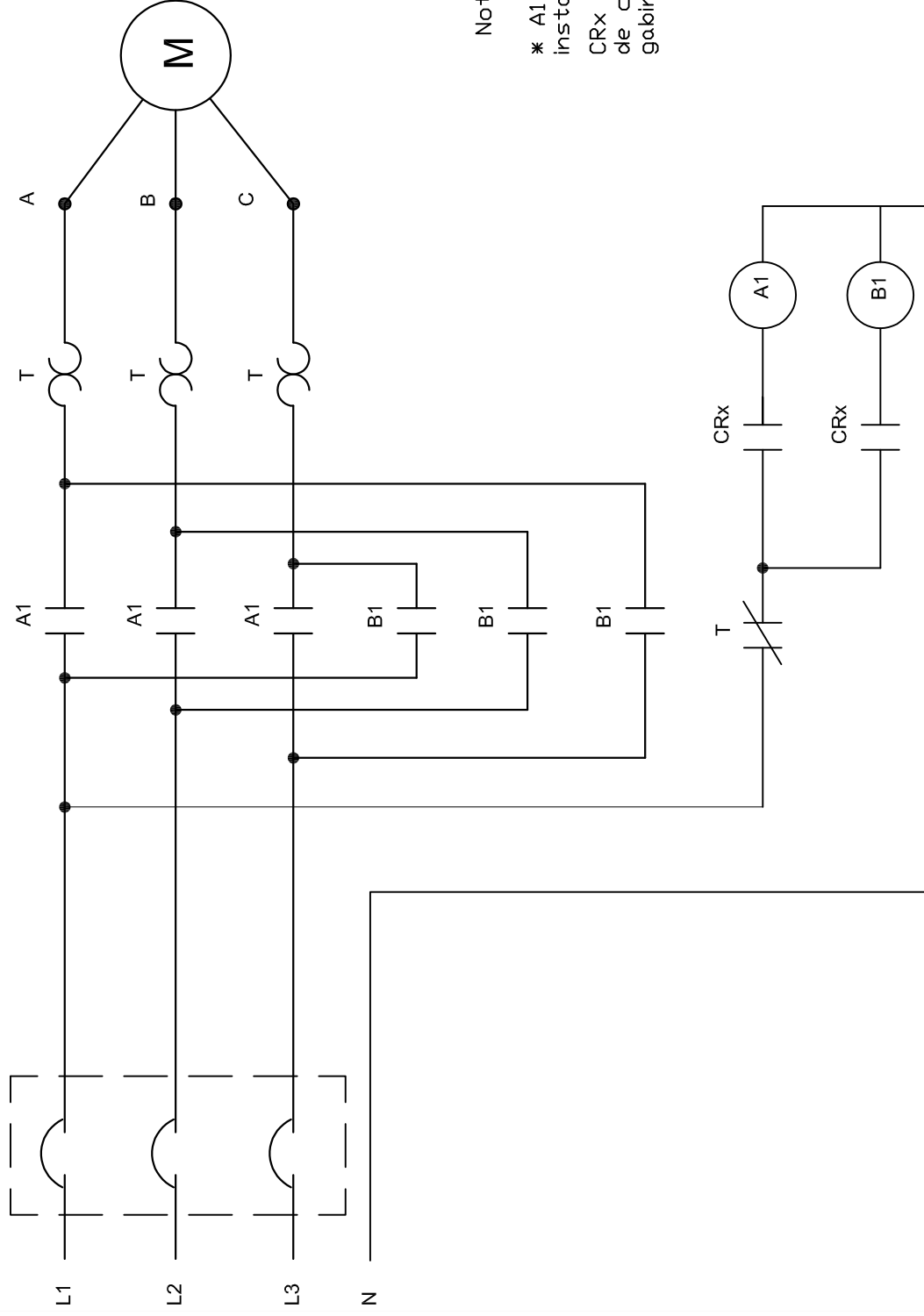
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA			
PROYECTO: Control de la máquina alambadora de la sección de laminado de celulosa			
TÍTULO: MÓDULO 5 DE SALIDAS DIGITALES			
DISEÑO: Jorge Villada Arriaga	HOJA	PLANO	PÁGINA
DIBUJO: Jorge Villada Arriaga	1/1	A.10	83
FECHA: 02/Noviembre/2006			

Descripción de equipos

- 1 Transportador giratorio 18401
- 2 Motor de desplazamiento de 90° del transportador giratorio 18401
- 3 Motor de desplazamiento lineal del transportador giratorio 18401
- 4 Transportador 18402
- 5 Motor del transportador 18402
- 6 Motor del transportador en la báscula 18403
- 7 Transportador en la báscula 18403
- 8 Transportador en la prensa hidráulica
- 9 Motor del transportador en la prensa hidráulica
- 10 Transportador 18017
- 11 Motor del transportador 18017
- 12 Motor del transportador A de la máquina alambadora
- 13 Transportador A de la máquina alambadora
- 14 Máquina alambadora
- 15 Transportador B de la máquina alambadora
- 16 Motor del transportador B de la máquina alambadora



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO: Control de la máquina alambadora de la sección de laminado de celulosa				
TÍTULO: Ubicación de los transportadores				
DISEÑO: Jorge Villeda Arriaga		HOLJA	PLANO	PAGINA
DIBUJO: Jorge Villeda Arriaga		1/1	A.11	84
FECHA: 02/Noviembre/2006				

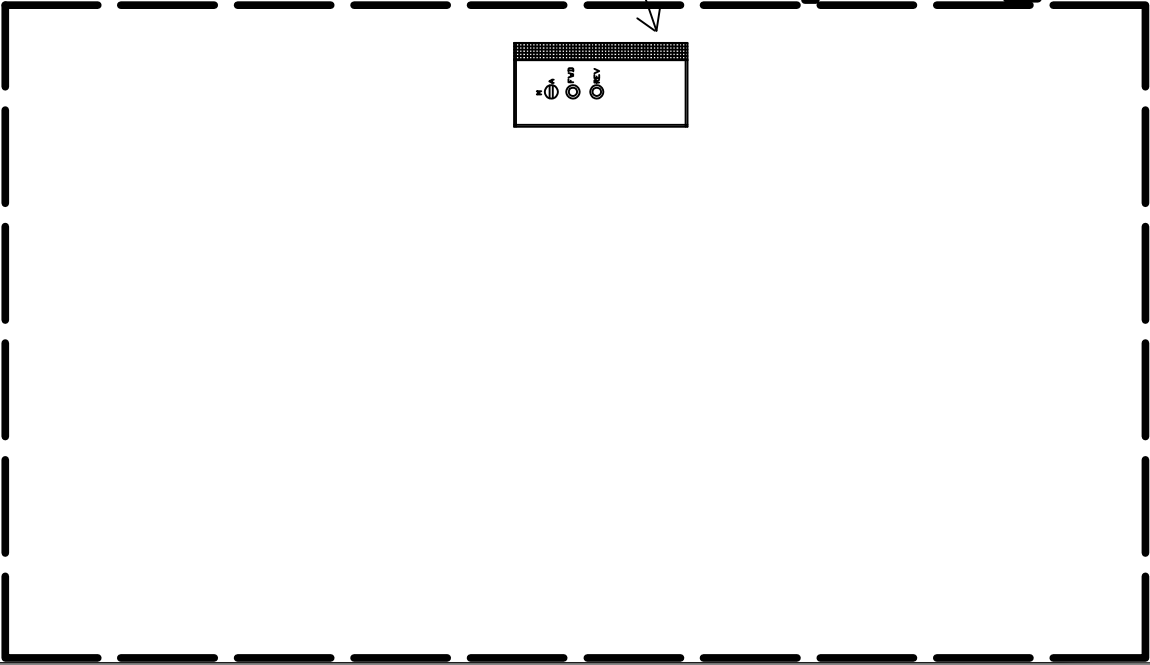


Nota

* A1 y B1 son contactores ya instalados

CRx son contactos de relevadores de control auxiliares instalados en gabinete del PLC

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA			
PROYECTO: Control de la máquina alambadora de la sección de laminado de celulosa			
TÍTULO: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL ARRANQUE DE CADA MOTOR			
DISEÑO: Jorge Villeda Arriaga	HUJA	PLANO	PÁGINA
DIBUJO: Jorge Villeda Arriaga	1/1	A.12	85
FECHA: 02/Noviembre/2006			



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA			
PROYECTO: Control de la máquina alambadora de la sección de laminado de celulosa			
TÍTULO: TRANSPORTADOR 18401			
DISEÑO: Jorge Villeda Arriaga	HUJA	PLANO	PÁGINA
DIBUJO: Jorge Villeda Arriaga	1/1	A.13	86
FECHA: 02/Noviembre/2006			

Interrupotor de límite BSES

Motor del transportador 18402

Interrupotor de límite BSTS

Motor del transportador 18403

Motor del transportador de la prensa hidráulica

Consola de operador ya existienete

FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA

PROYECTO: Control de la máquina alambadora de la sección de laminado de celulosa

TITULO: TRANSPORTADOR 18402, TRANSPORTADOR 18403
Y TRANSPORTADOR DE LA PRESNA HIDRÁULICA

DISEÑO: Jorge Villeda Arriaga	HUJA	PLANO	PAGINA
DIBUJO: Jorge Villeda Arriaga	1/1	A.14	87
FECHA: 02/Noviembre/2006			

Terminal de operador PanelView550

Palanca para separar las ruedas de alimentación de alambre

Armazón de la guía de alambre

Polea de entrada de alambre

Armazón guía

Armazón del transportador

Alambre

FTV

GUV

Valvula de secuencia

Motor hidráulico

unidad de amarre y sujeción

Unidad de alimentacion y de tension

FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA

PROYECTO: Control de la máquina alambadora de la sección de laminado de celulosa

TÍTULO: ARREGLO GENERAL DE LA MÁQUINA ALAMBADORA

DISEÑO: Jorge Villeda Arriaga

HUJA

PLANO

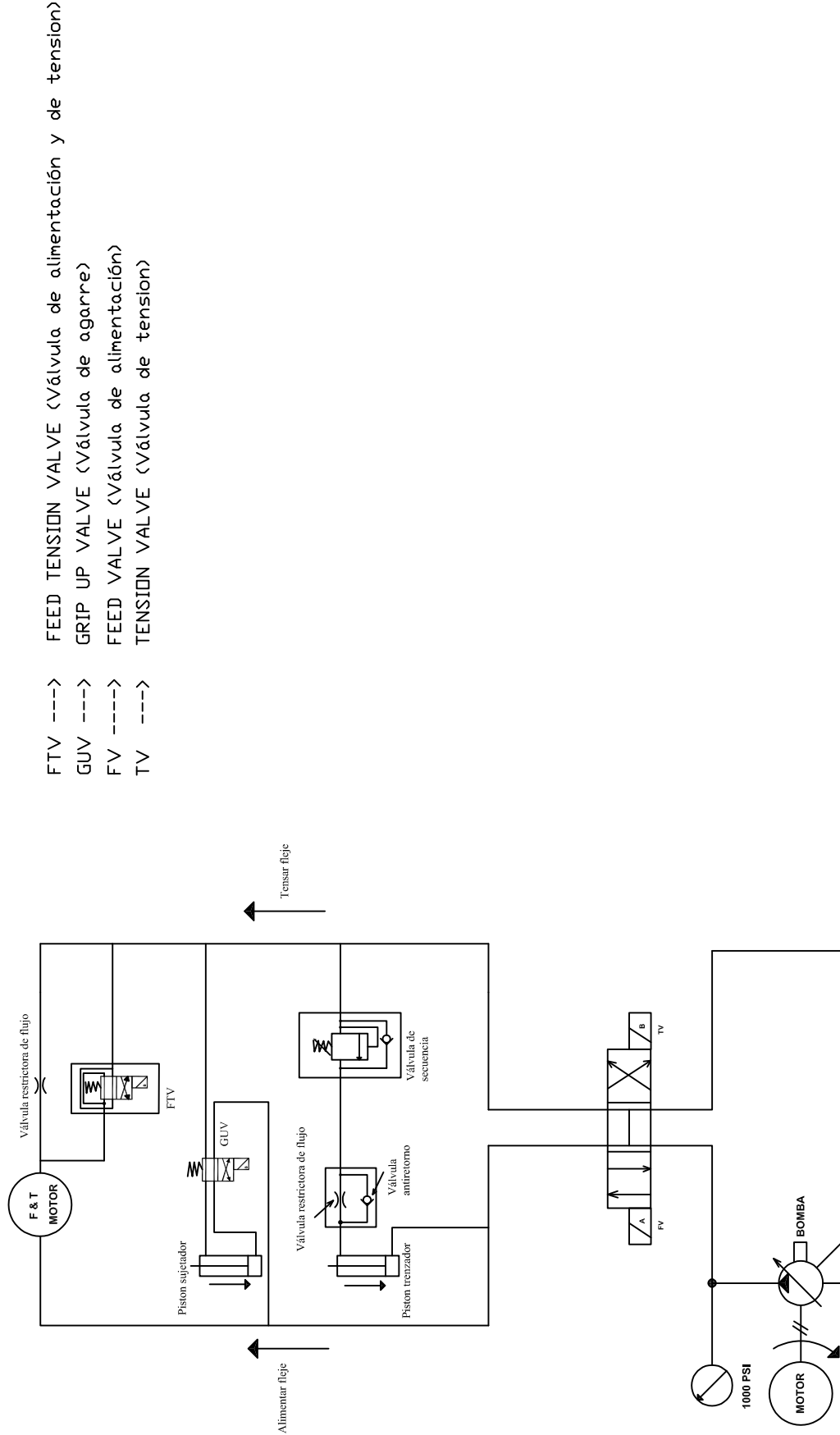
PAGINA

DIBUJO: Jorge Villeda Arriaga

FECHA: 02/Noviembre/2006

88

Diagrama hidráulico de la máquina alambadora



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO: Control de la máquina alambadora de la sección de laminado de celulosa				
TÍTULO: DIAGRAMA HIDRÁULICO DE LA MÁQUINA ALAMBRADORA				
DISEÑO: Jorge Villeda Arriaga		HOJA	PLANO	PÁGINA
		1/1	A.16	89
DIBUJO: Jorge Villeda Arriaga				
FECHA: 02/Noviembre/2006				

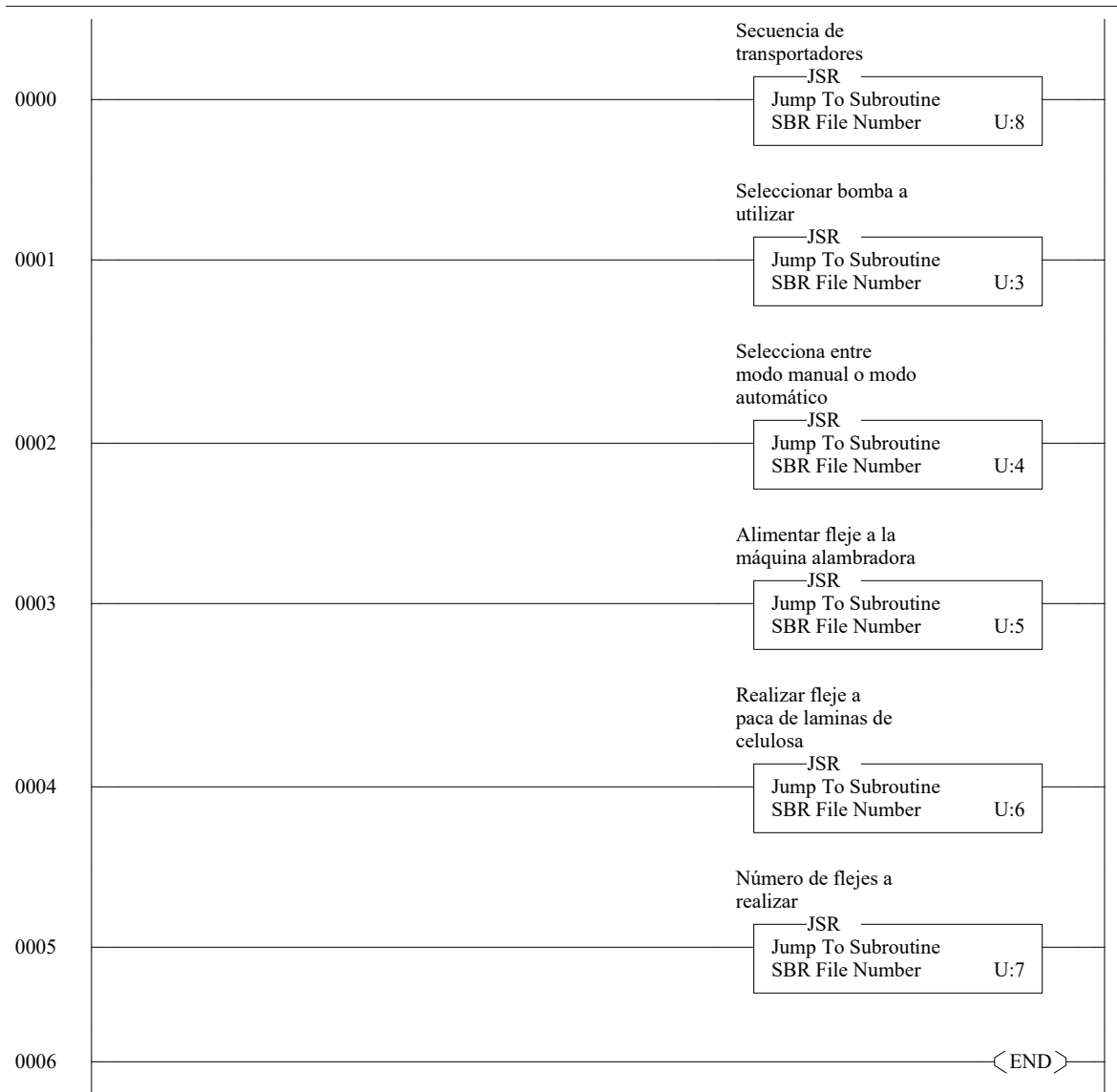
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

Program File List

Name	Number	Type	Rungs	Debug	Bytes
[SYSTEM]	0	SYS	0	No	0
	1	SYS	0	No	0
SECUENCIAS	2	LADDER	7	No	57
BOMBAS	3	LADDER	8	No	156
MAN/AUTO	4	LADDER	13	No	377
ALIMENTA_F	5	LADDER	9	No	259
EJEC_FLEJE	6	LADDER	6	No	185
NO.FLEJES	7	LADDER	10	No	293
TRANSPORTA	8	LADDER	29	No	967

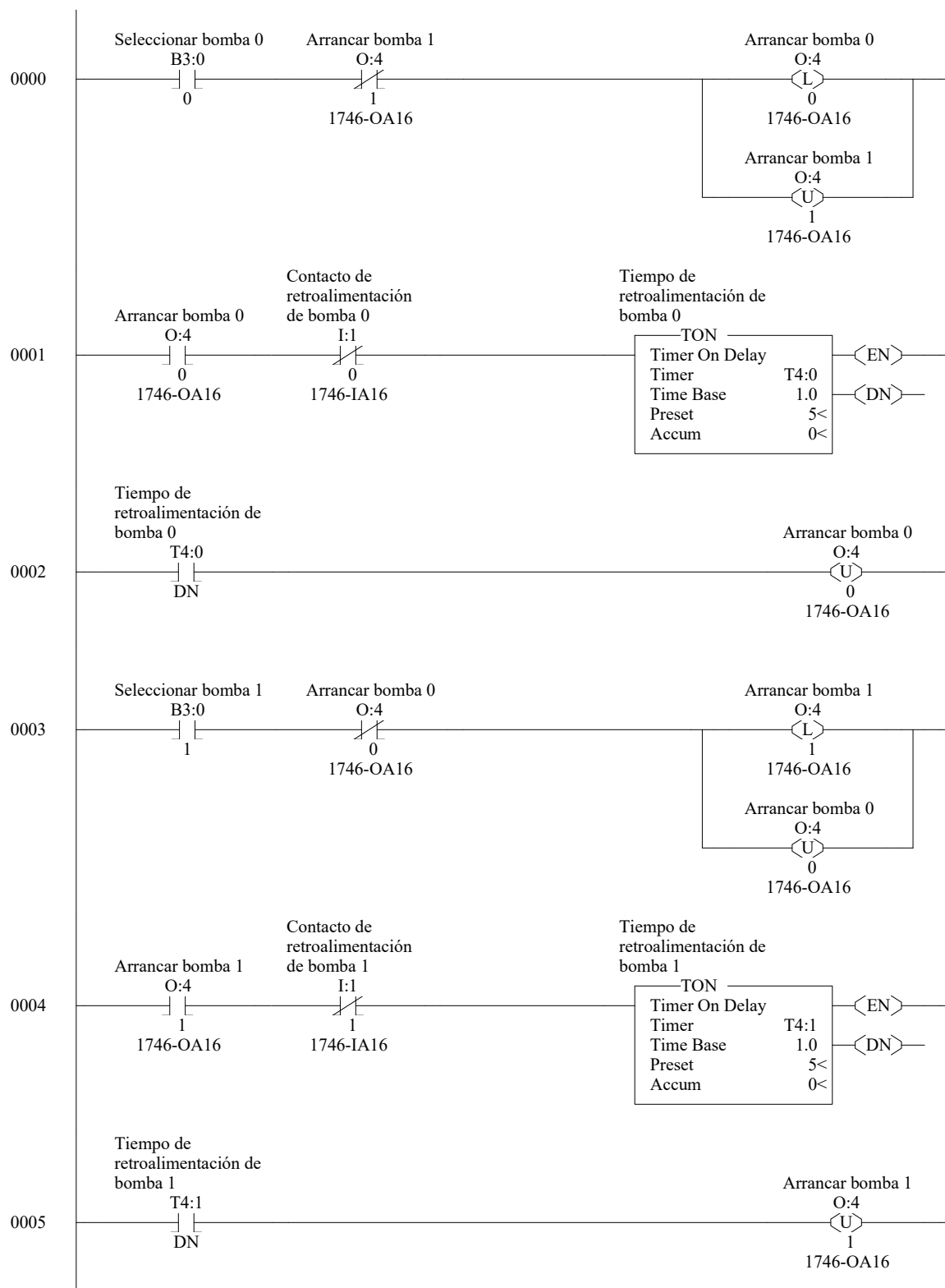
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 2 - SECUENCIAS --- Total Rungs in File = 7



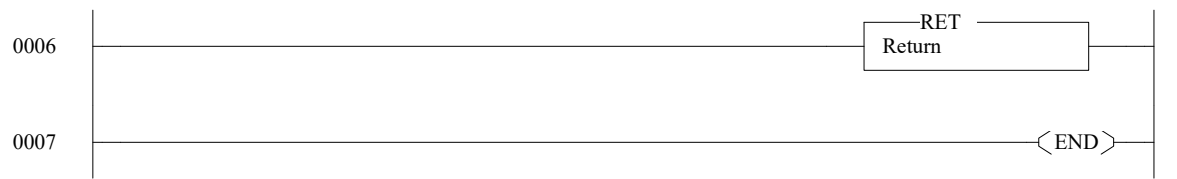
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 3 - BOMBAS - Selecciona bomba --- Total Rungs in File = 8



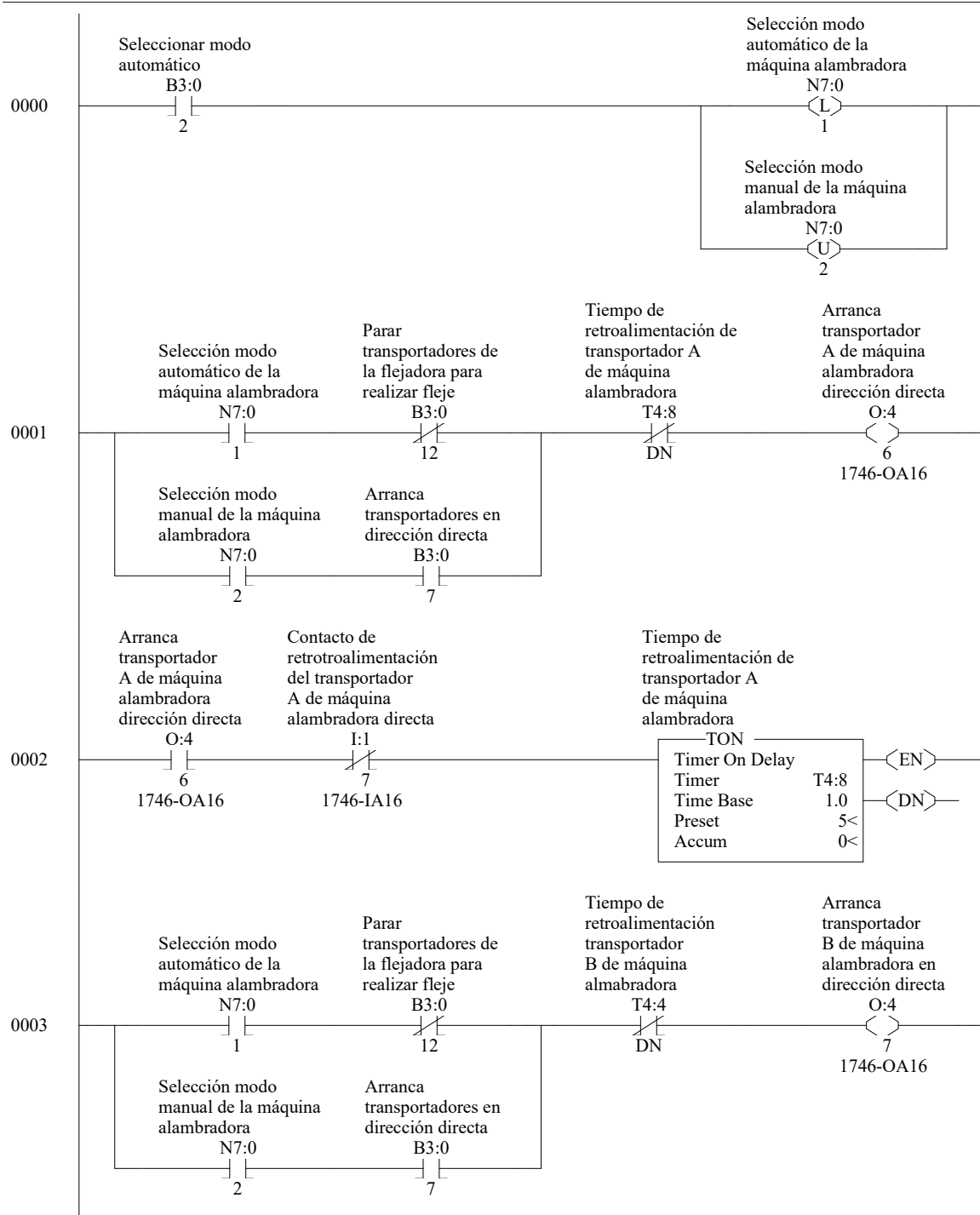
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 3 - BOMBAS - Selecciona bomba --- Total Rungs in File = 8



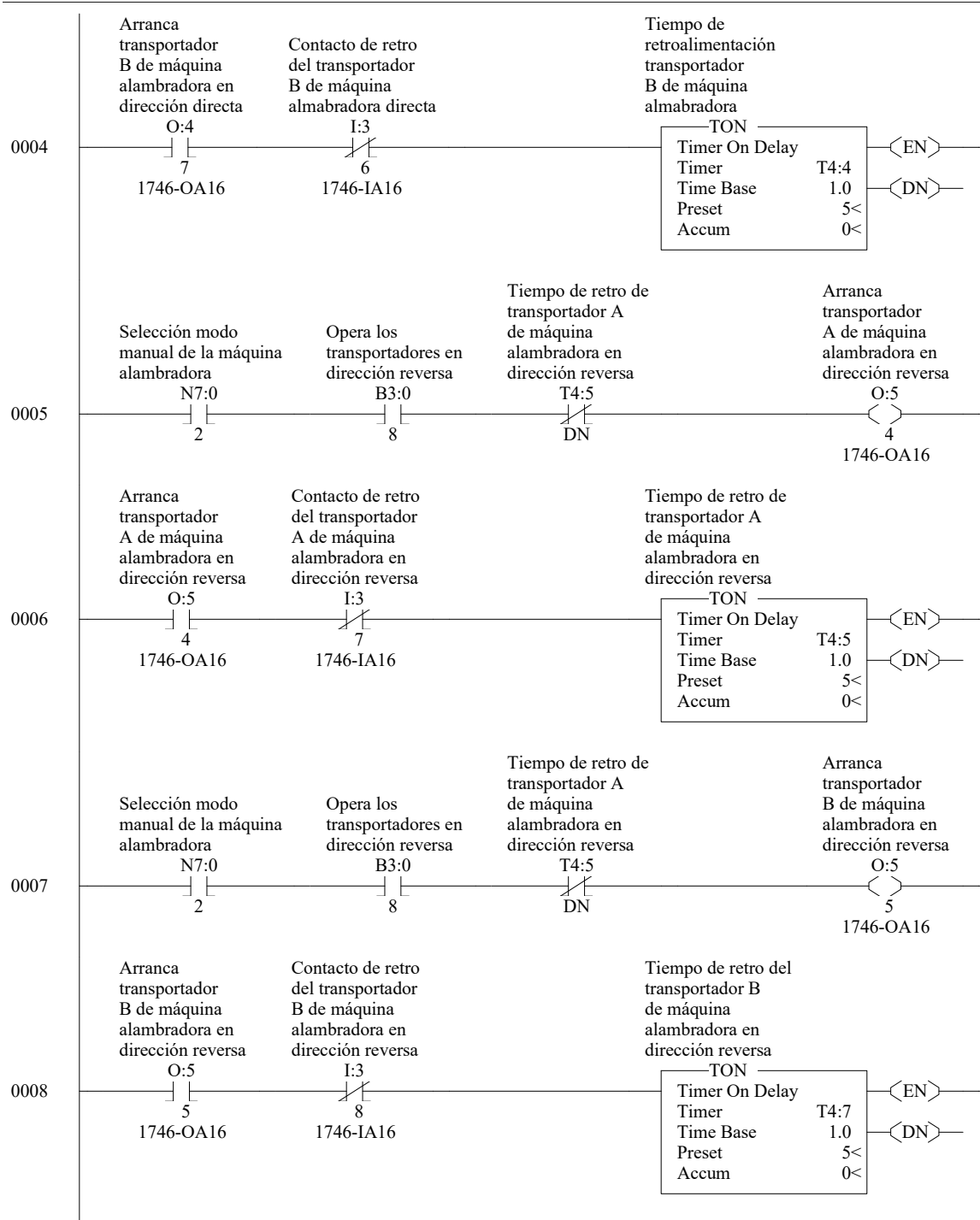
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 4 - MAN/AUTO - modo de operación --- Total Rungs in File = 13



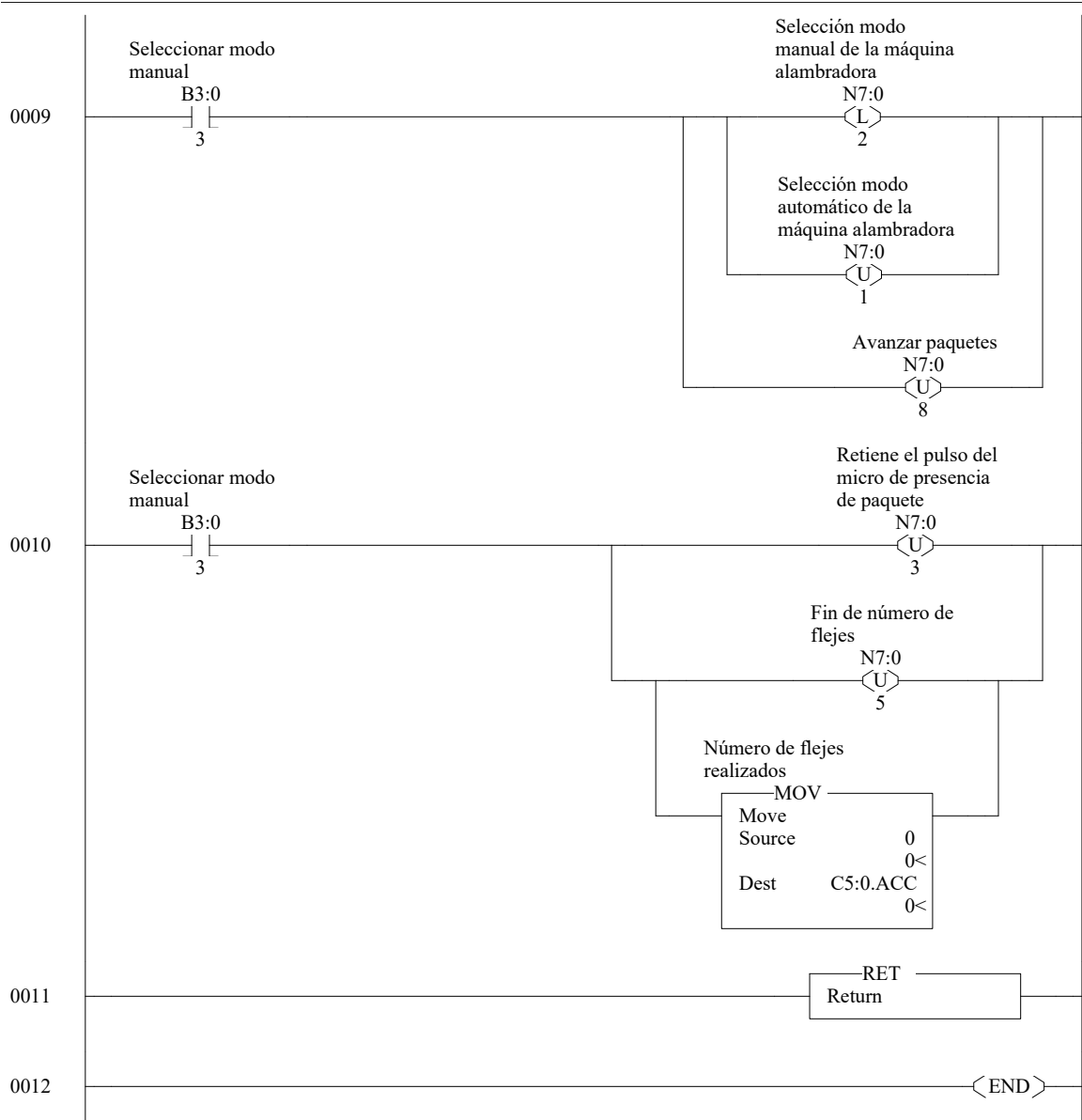
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 4 - MAN/AUTO - modo de operación --- Total Rungs in File = 13



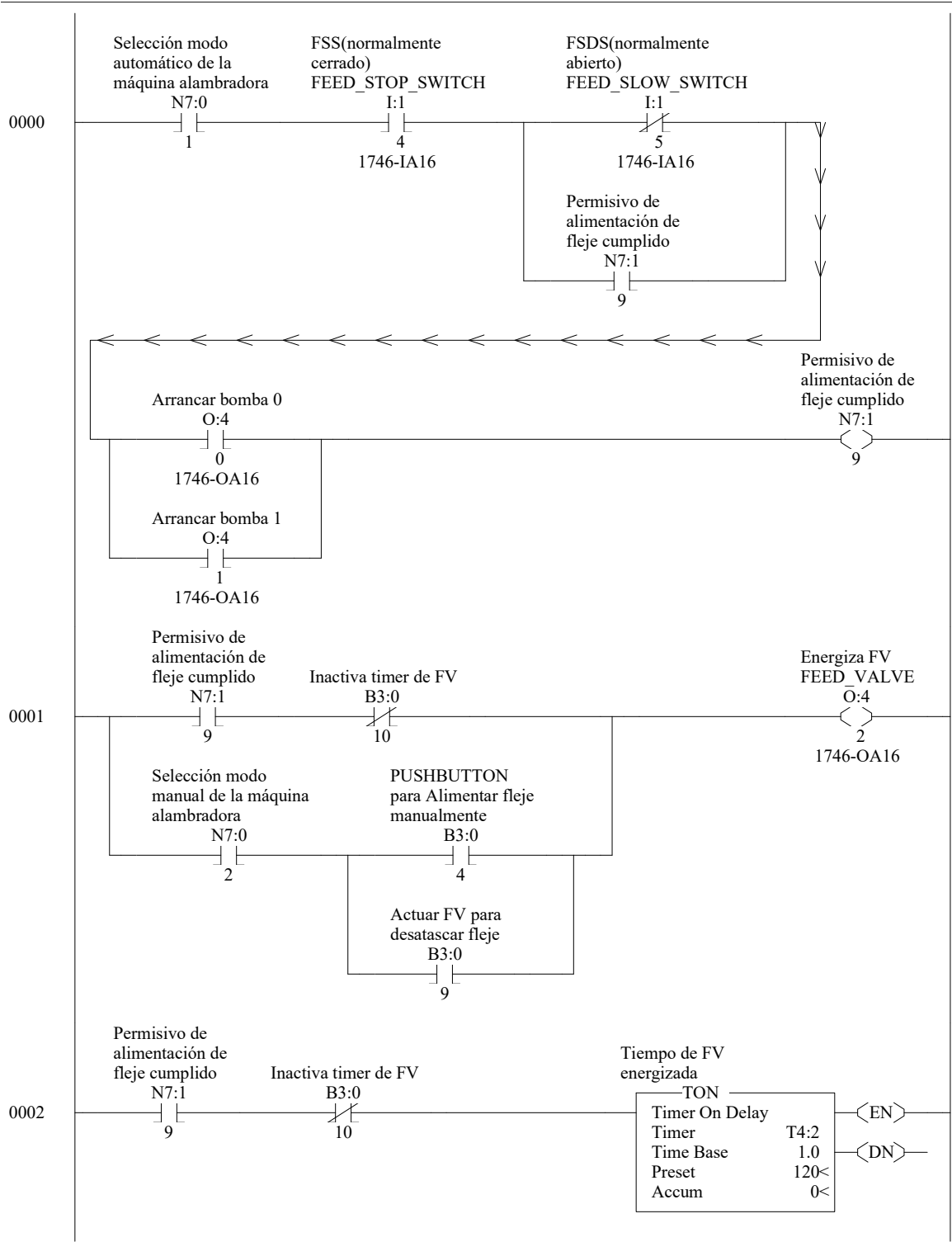
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 4 - MAN/AUTO - modo de operación --- Total Rungs in File = 13



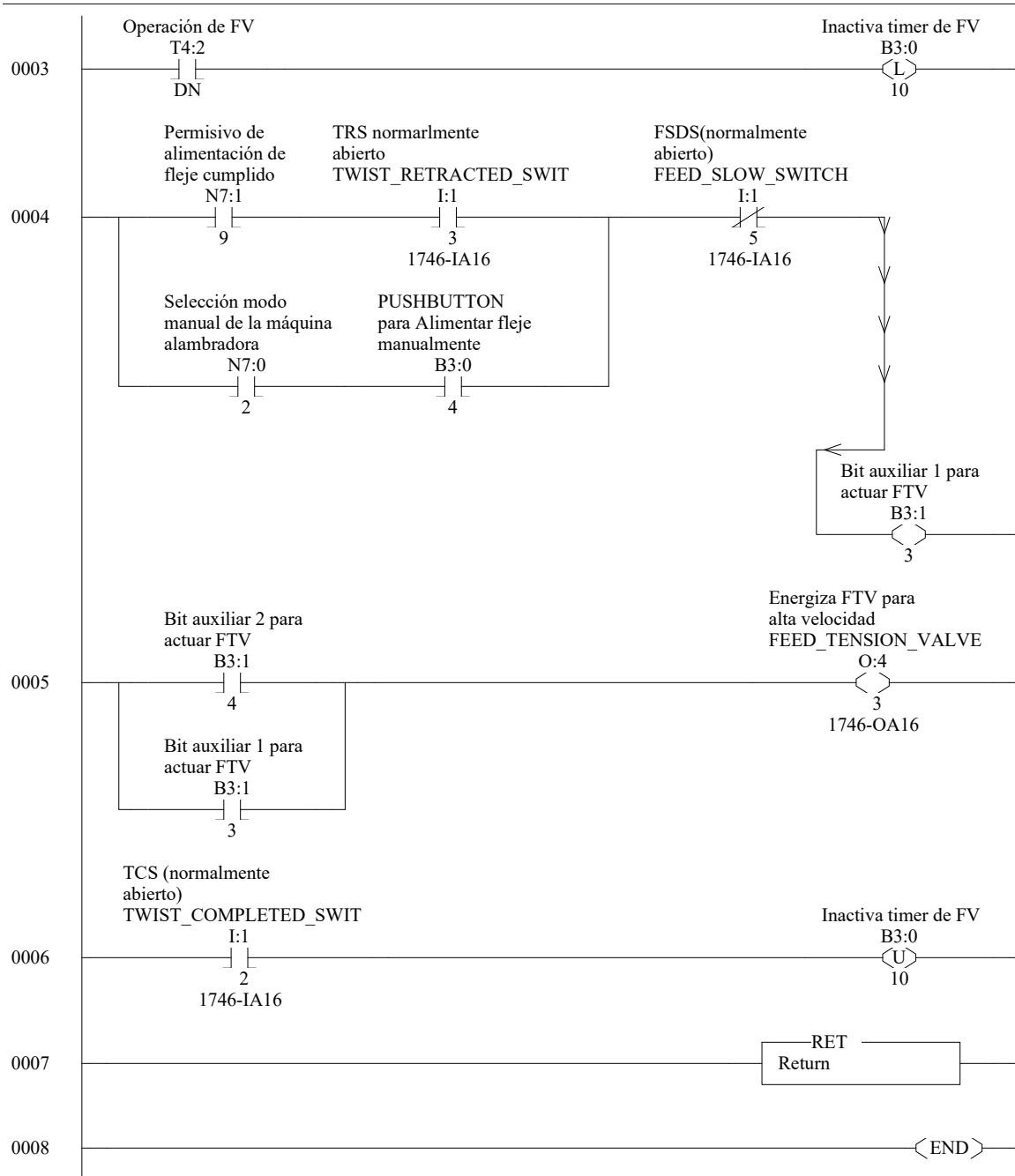
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 5 - ALIMENTA_F - Alimenta el fleje --- Total Rungs in File = 9



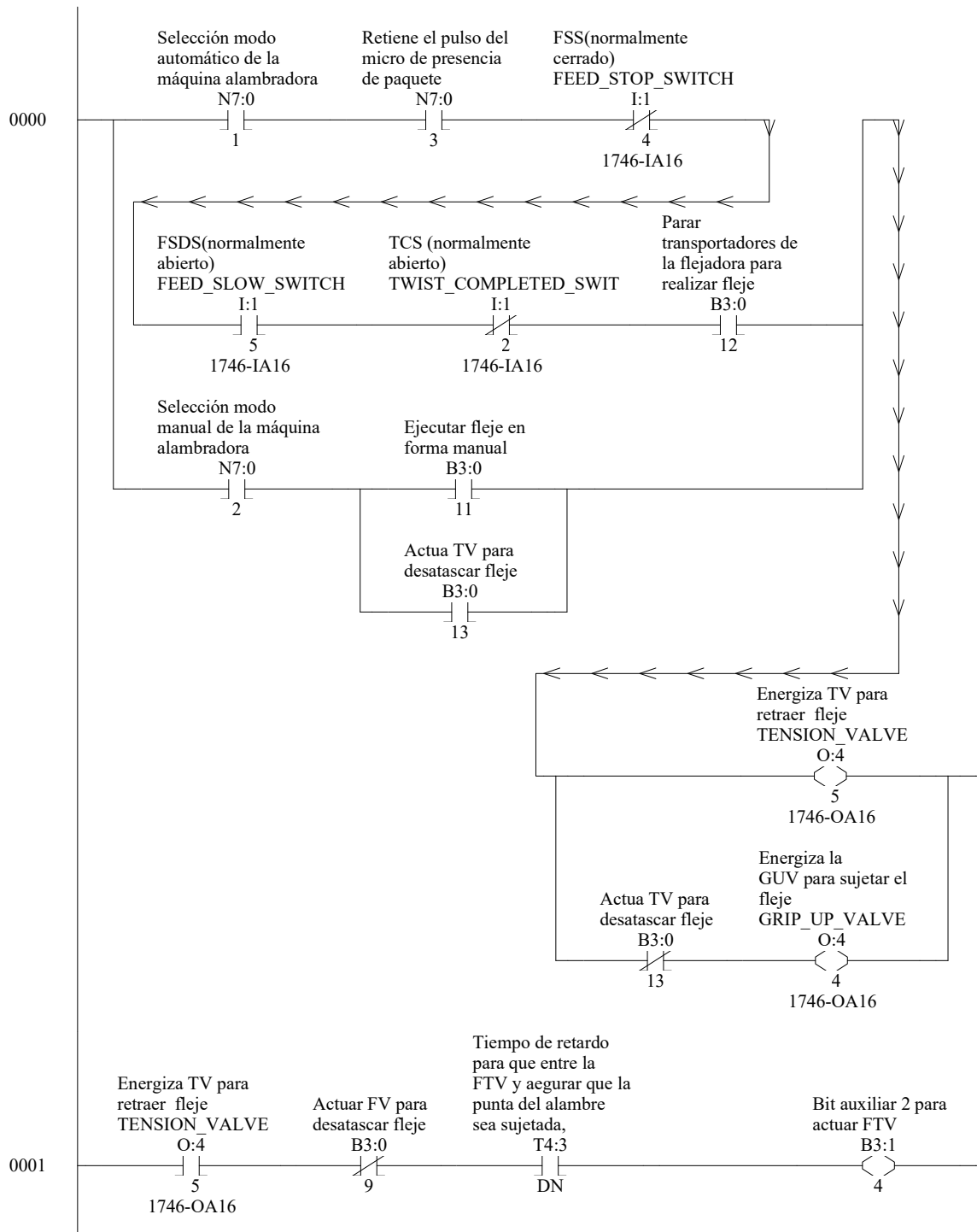
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 5 - ALIMENTA_F - Alimenta el fleje --- Total Rungs in File = 9



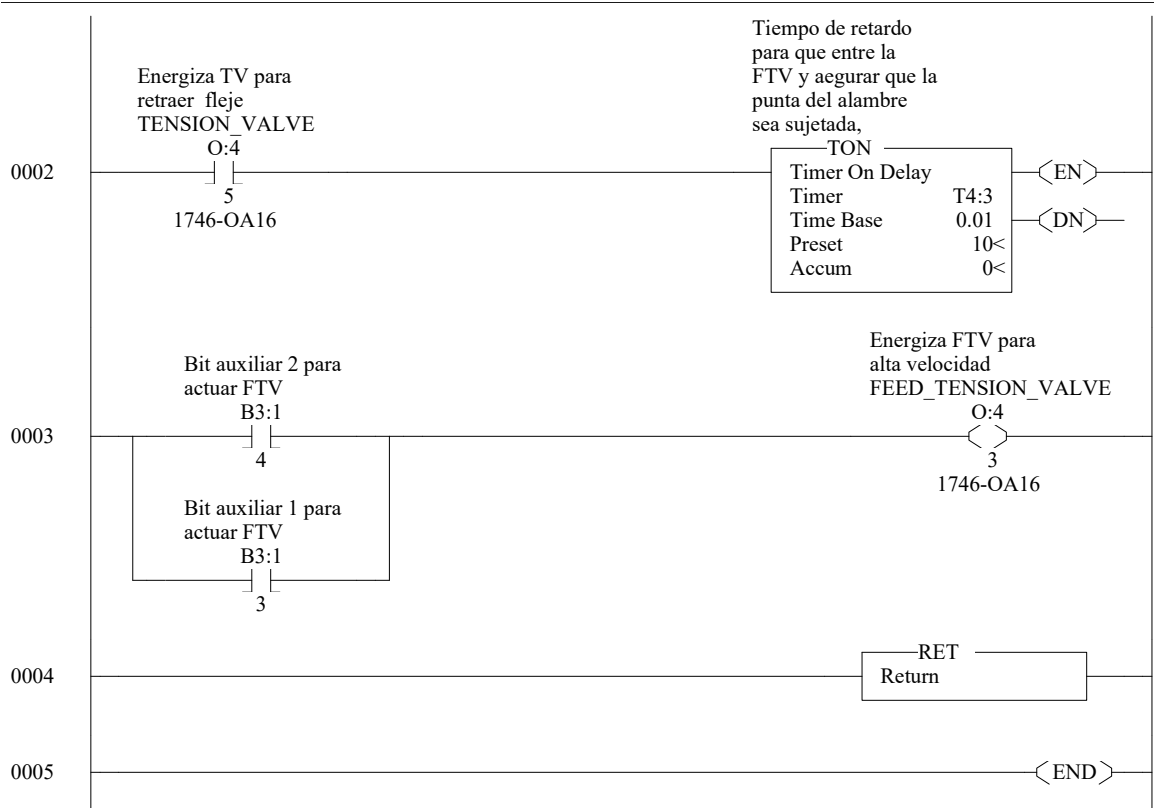
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 6 - EJEC_FLEJE - Ejecuta el fleje --- Total Rungs in File = 6



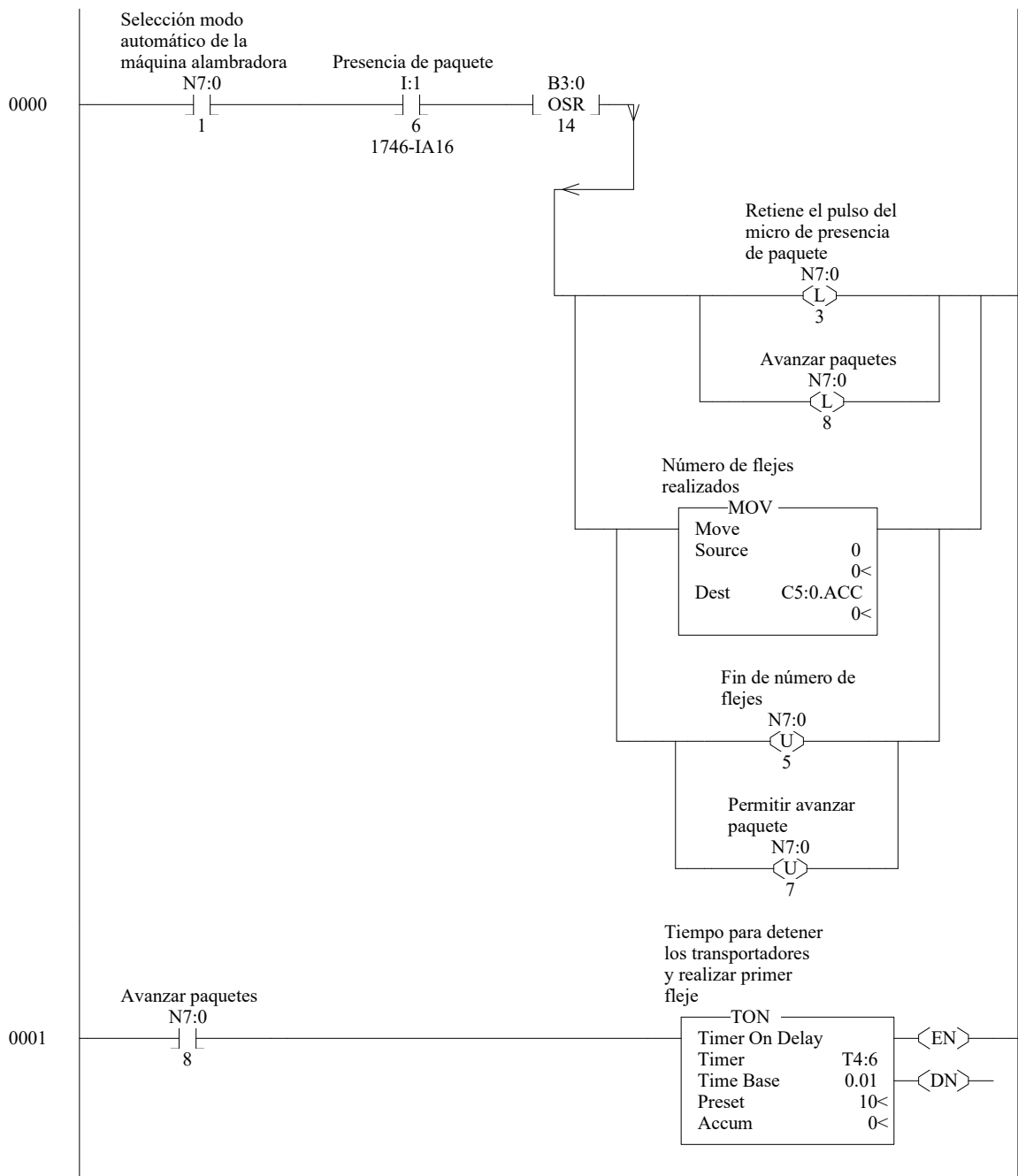
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 6 - EJEC_FLEJE - Ejecuta el fleje --- Total Rungs in File = 6



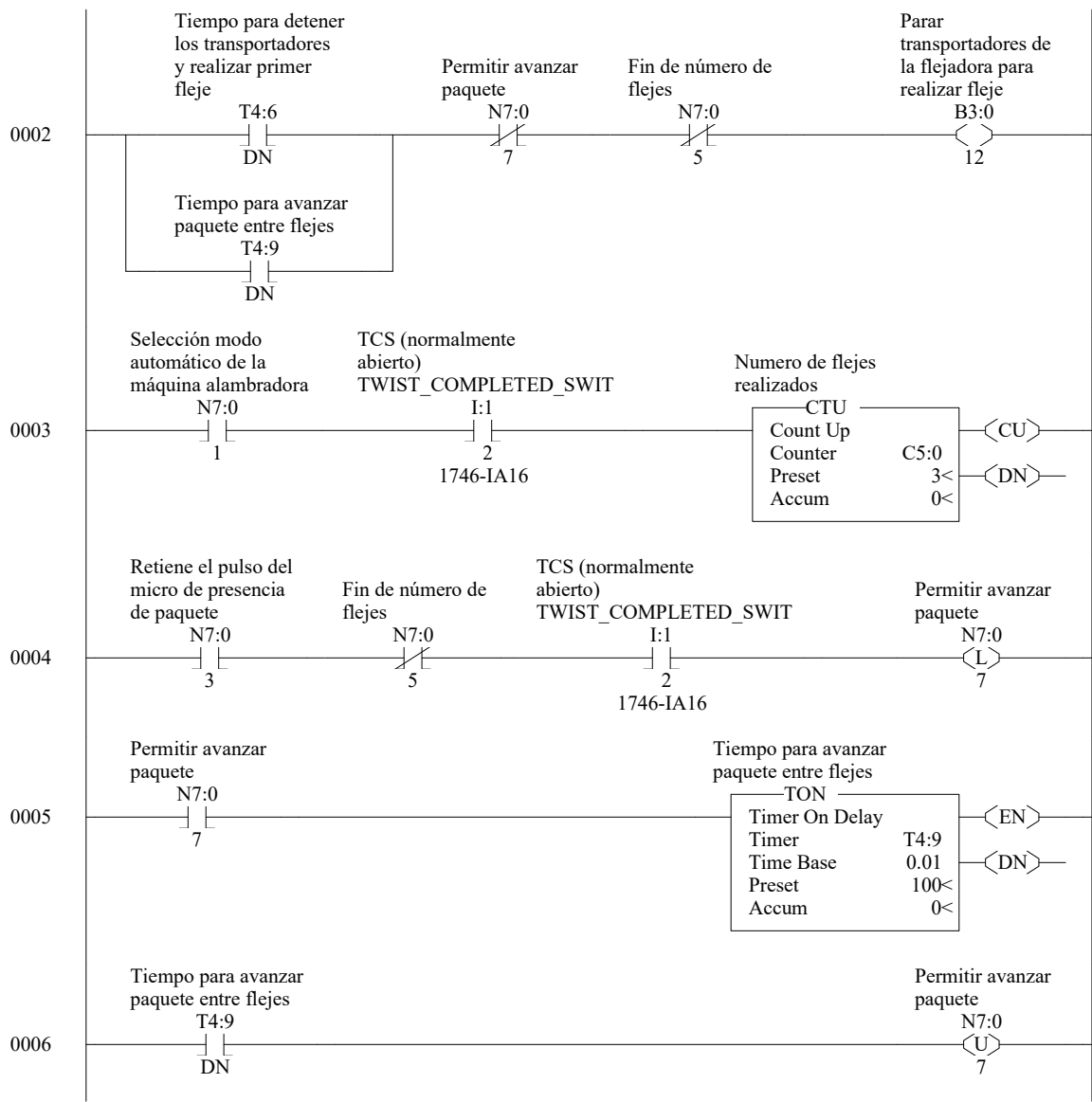
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 7 - NO.FLEJES - Espesifica numero de flejes --- Total Rungs in File = 10



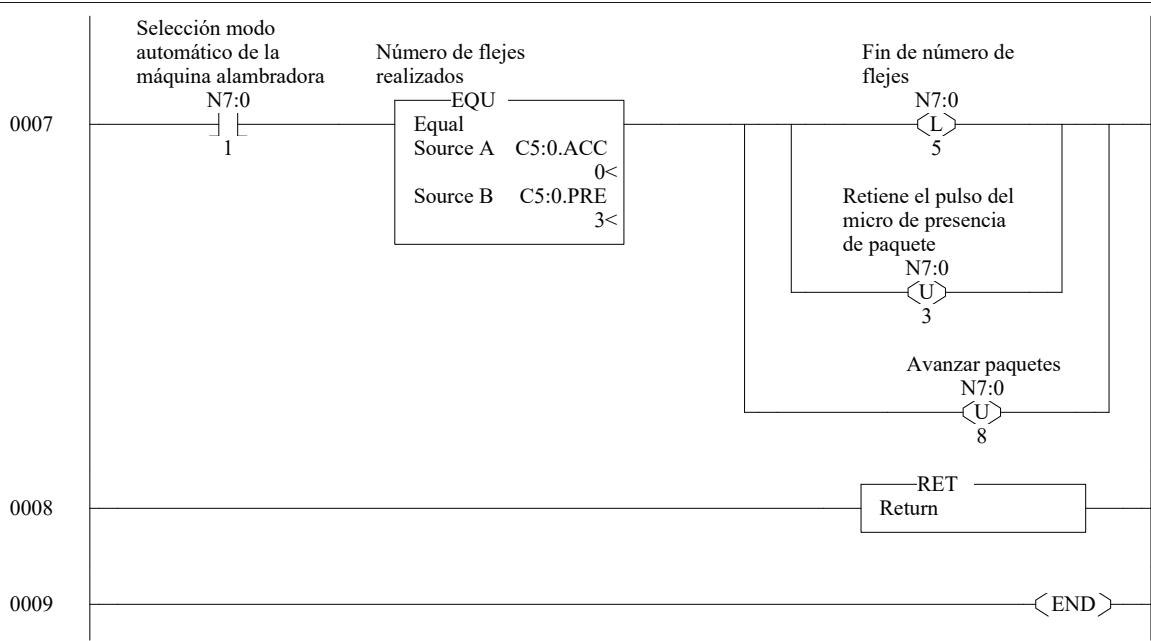
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 7 - NO.FLEJES - Espesifica numero de flejes --- Total Rungs in File = 10



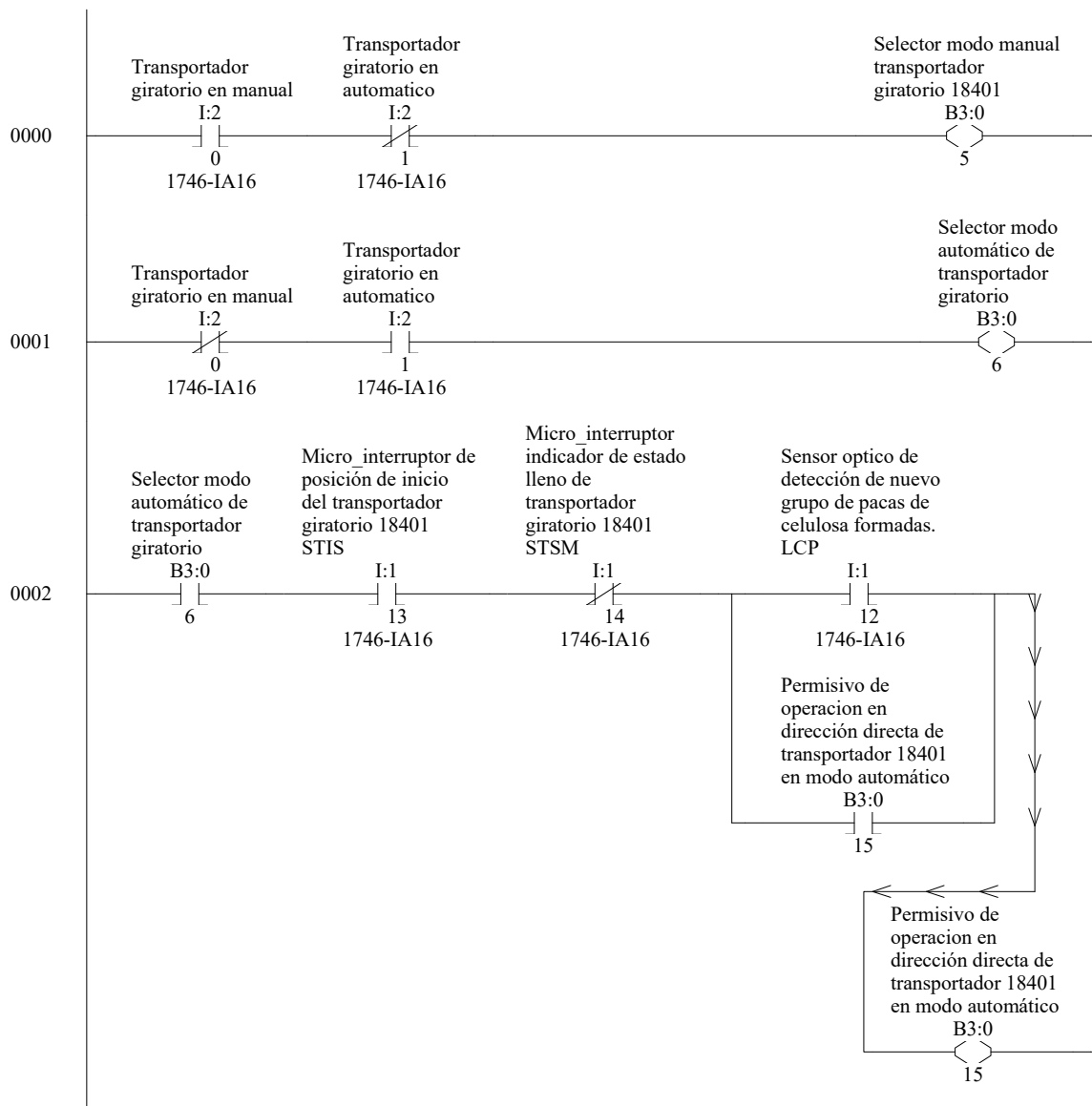
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 7 - NO.FLEJES - Espesifica numero de flejes --- Total Rungs in File = 10



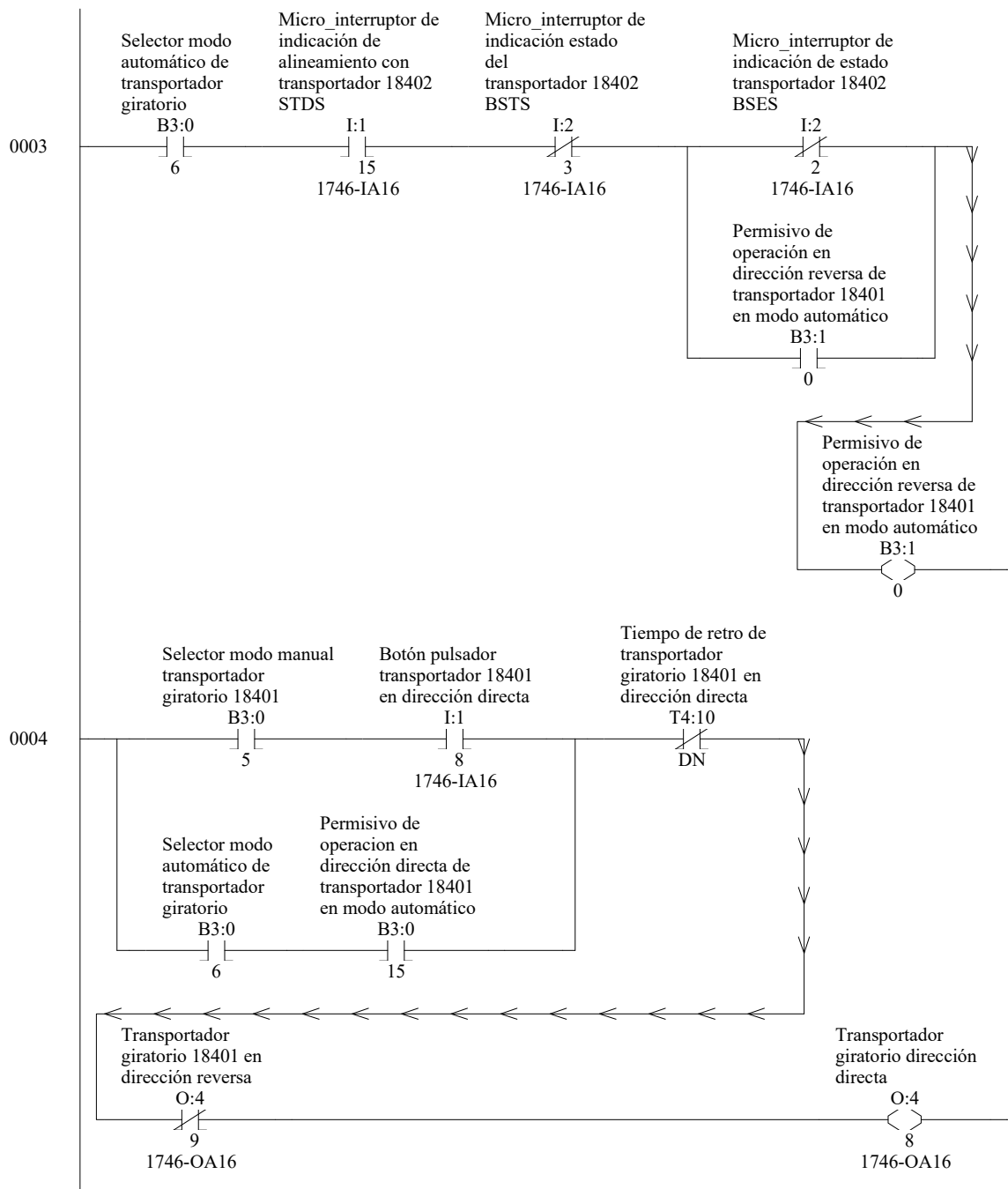
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 8 - TRANSPORTA - transportadores --- Total Rungs in File = 29



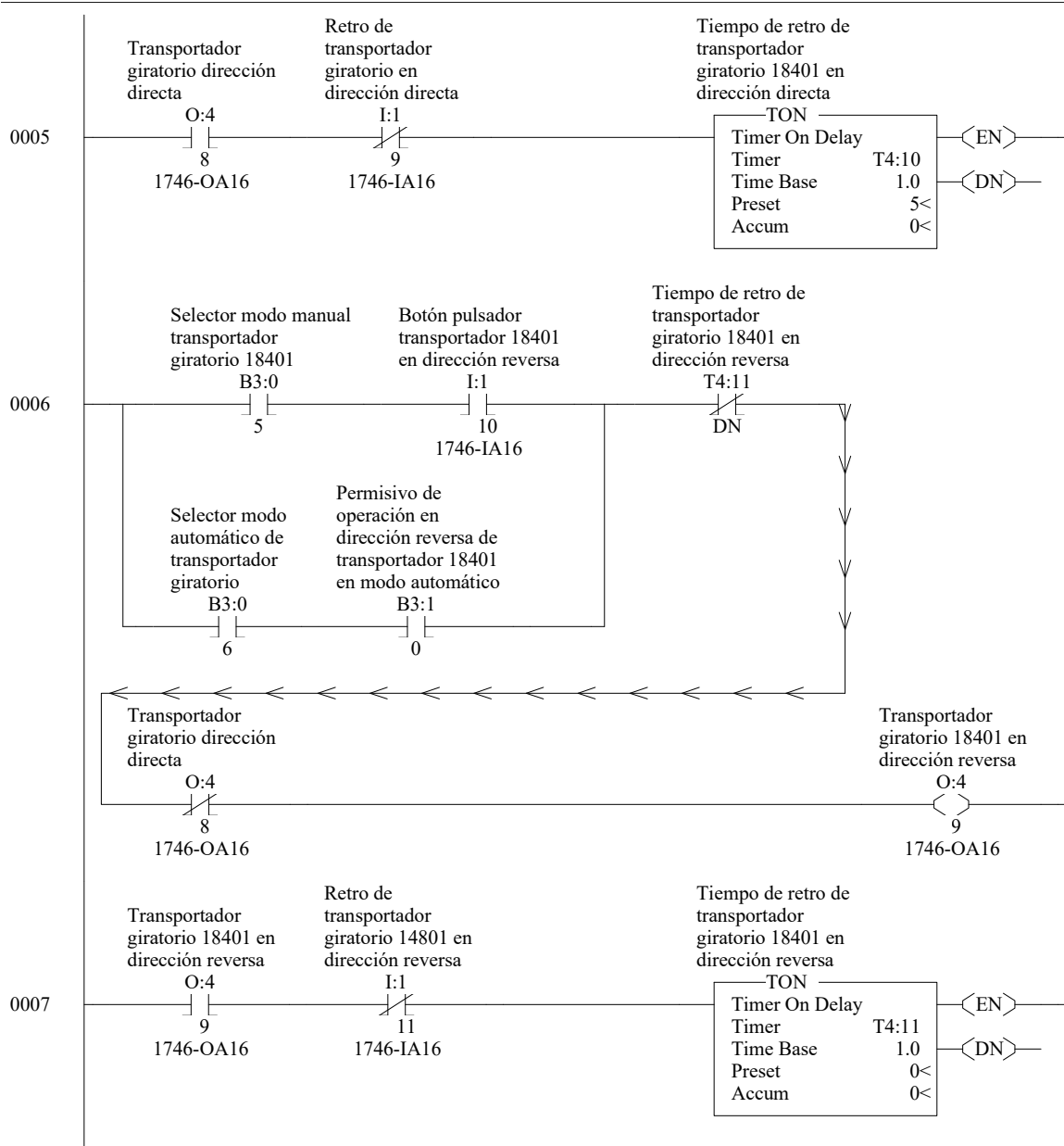
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 8 - TRANSPORTA - transportadores --- Total Rungs in File = 29



Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

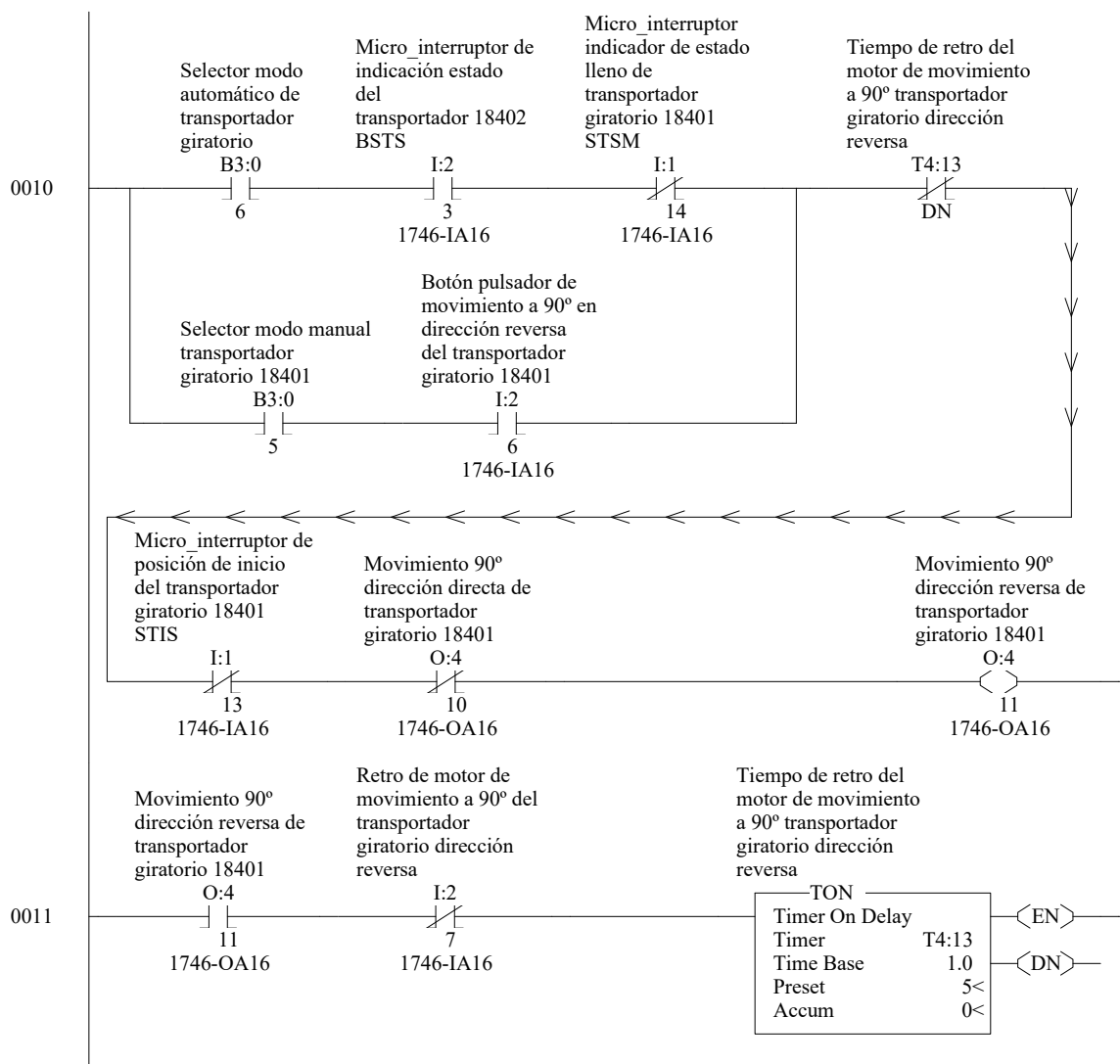
LAD 8 - TRANSPORTA - transportadores --- Total Rungs in File = 29



LAD 8 - TRANSPORTA - transportadores --- Total Rungs in File = 29

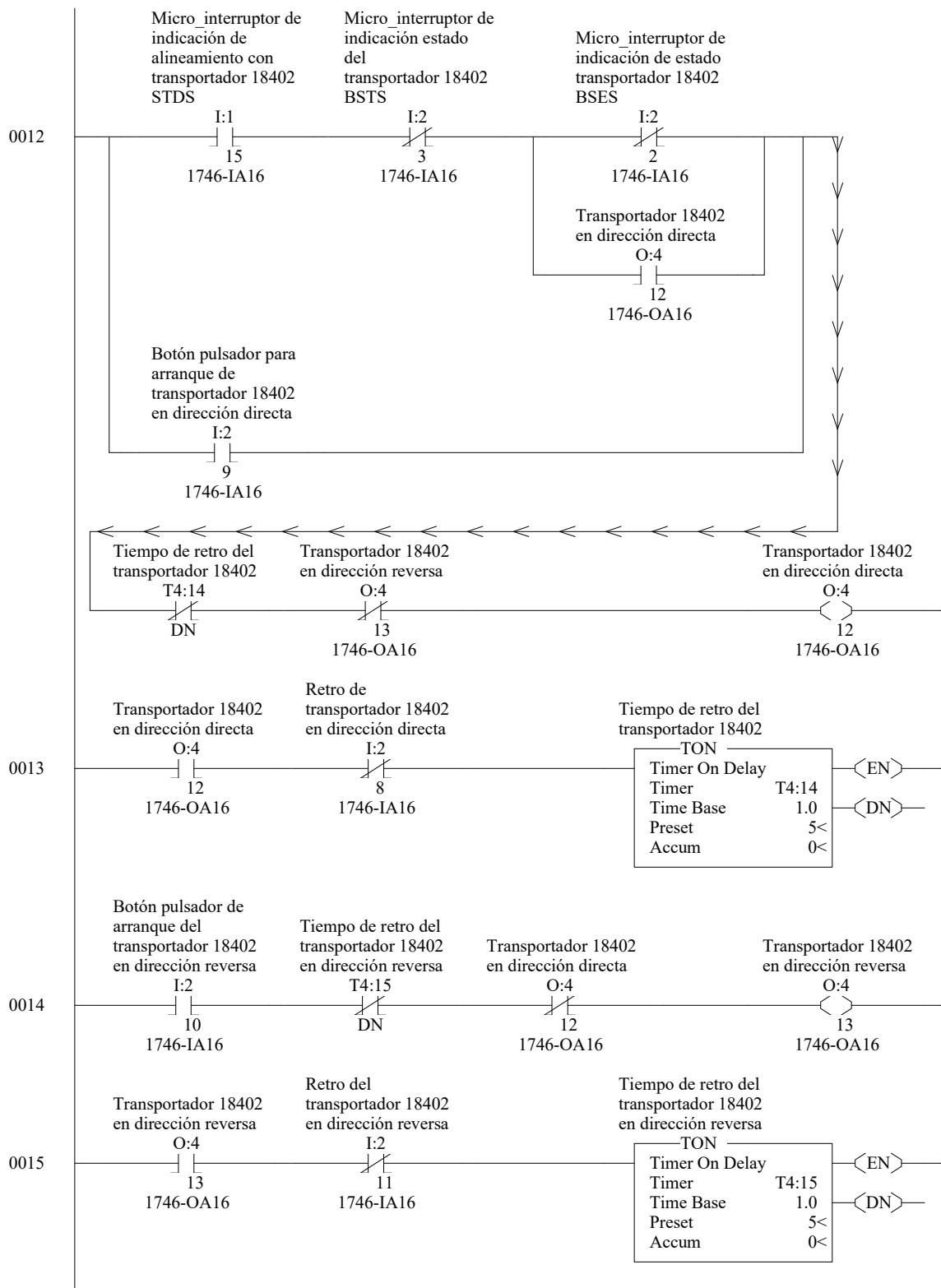


LAD 8 - TRANSPORTA - transportadores --- Total Rungs in File = 29



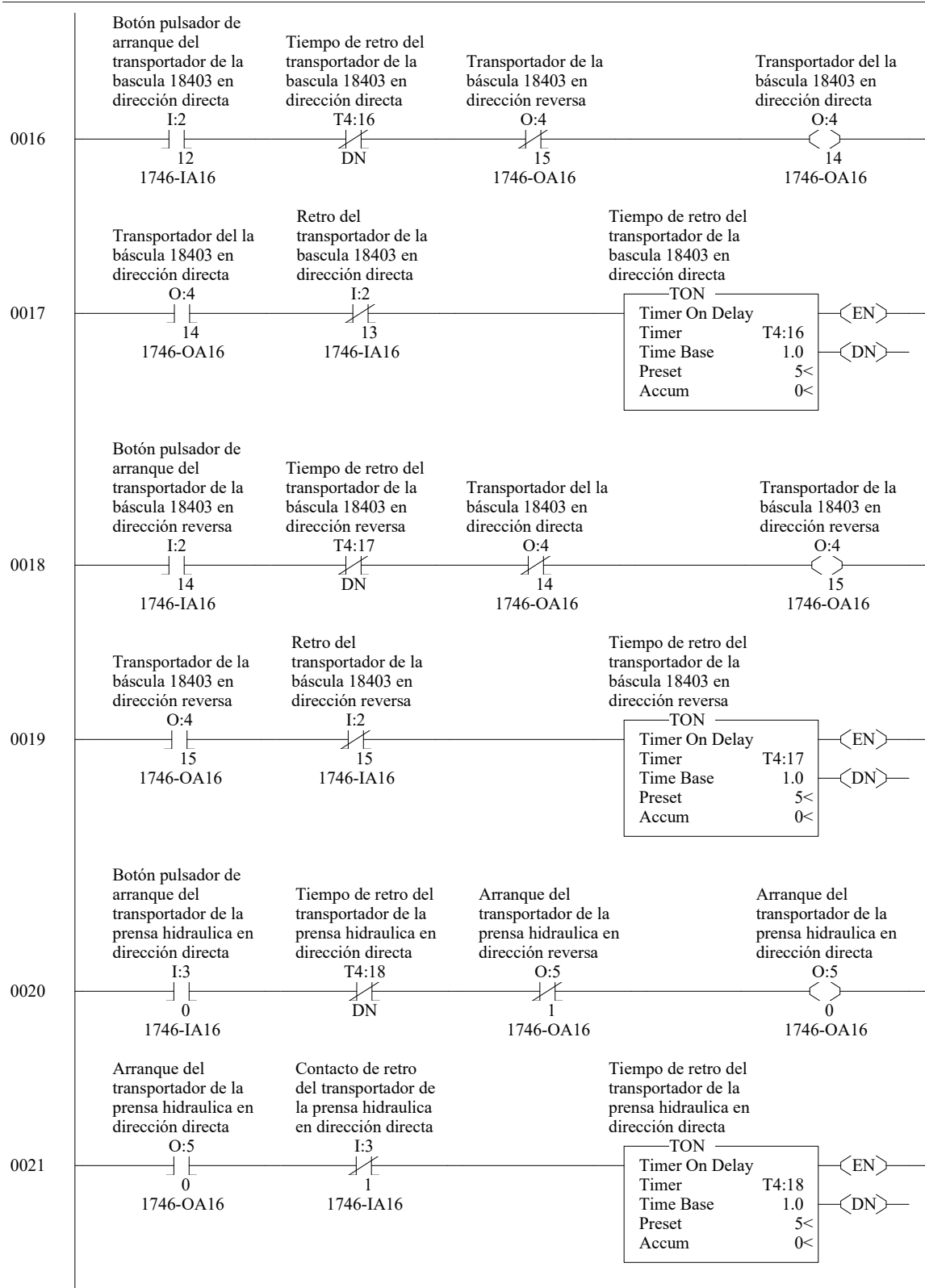
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 8 - TRANSPORTA - transportadores --- Total Rungs in File = 29



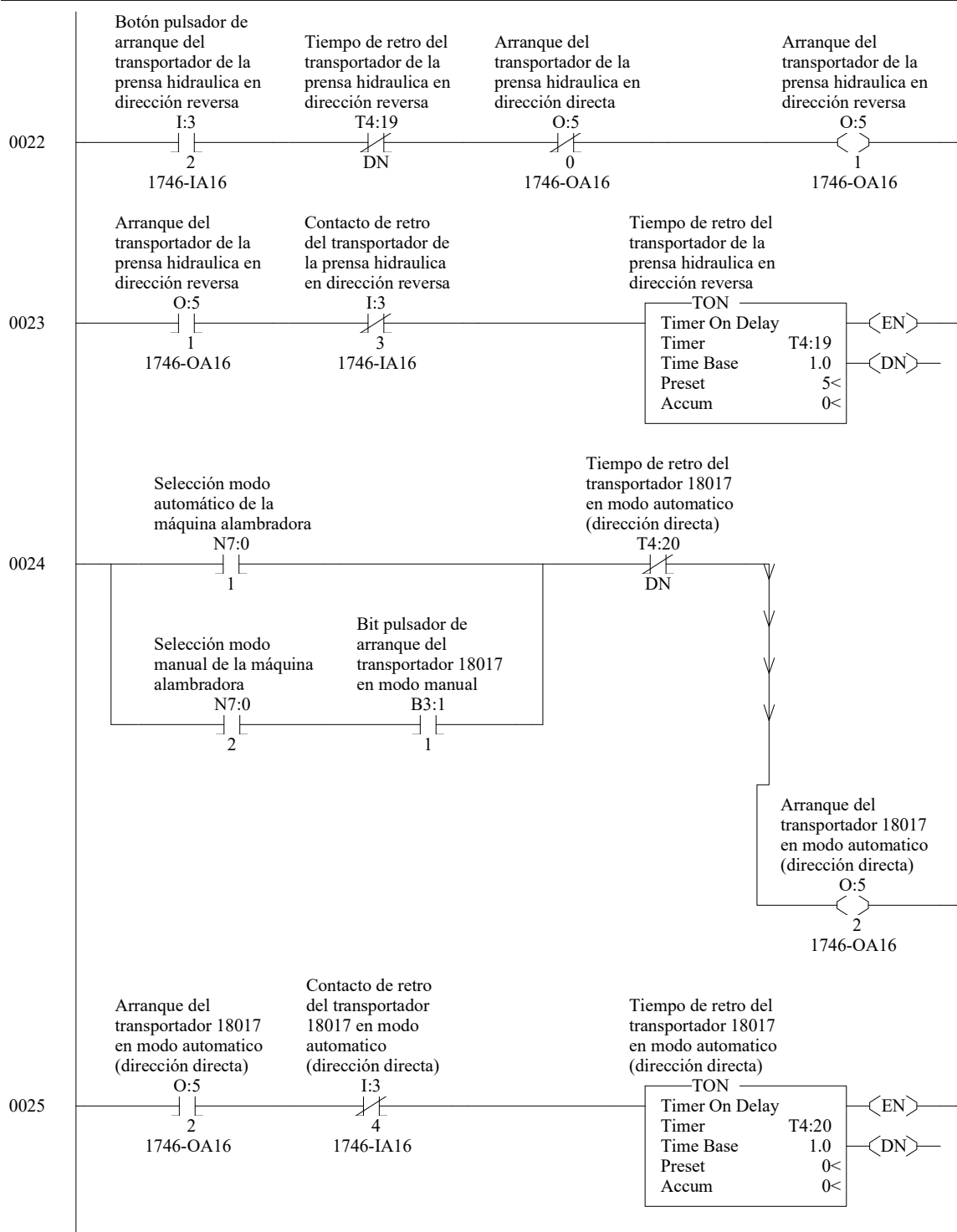
Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 8 - TRANSPORTA - transportadores --- Total Rungs in File = 29



Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 8 - TRANSPORTA - transportadores --- Total Rungs in File = 29



Apéndice B. Código en lenguaje de escalera

LAD 8 - TRANSPORTA - transportadores --- Total Rungs in File = 29

