

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA



**SISTEMA AUTOMÁTICO DE CLASIFICACIÓN DE PAQUETES CON
RFID, INTEGRANDO UN PLC OMRON Y SU MÓDULO ETHERNET PARA
EL CONTROL Y MONITOREO REMOTO.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO EN AUTOMATIZACIÓN**

PRESENTADO POR:
**LUIS EDUARDO BÉNDECK MOYA
EVELYN DARLENE GIL MARTÍNEZ
JESÚS ALEJANDRO MENJIVAR GUARDADO**

ASESOR:
INGENIERO ALEXANDER GUZMÁN

NOVIEMBRE, 2009
EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIA GENERAL

INGA. YESENIA XIOMARA MARTÍNEZ OVIEDO

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN

ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. ALEXANDER TOMÁS GUZMÁN KORTH

LECTOR

ING. EDGARDO JOSÉ CRUZ ZELEDÓN

ADMINISTRADORA DEL PROCESO

INGA. MARÍA CELIA PARADA DÍAZ

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

**SISTEMA AUTOMÁTICO DE CLASIFICACIÓN DE PAQUETES CON RFID,
INTEGRANDO UN PLC OMRON Y SU MÓDULO ETHERNET PARA EL
CONTROL Y MONITOREO REMOTO.**

ING. EDGARDO CRUZ ZELEDÓN

LECTOR

ING. ALEXANDER GUZMÁN

ASESOR

INGA. CELIA PARADA

ADMINISTRADOR DEL PROCESO

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	i
MARCO TEÓRICO.....	2
TECNOLOGÍA RFID.....	2
EQUIPO MIFARE.....	6
ISO 14443.....	8
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	9
DIAGRAMA FÍSICO DEL SISTEMA.....	13
DIAGRAMA DE BLOQUES.....	14
JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	15
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
ALCANCES Y LIMITANTES.....	17
ALCANCES.....	17
LIMITANTES.....	17
VALIDACIÓN DE RESULTADOS.....	18
RECURSOS.....	20
MATERIALES.....	20
SENSORES.....	23
DESVIADORES.....	24
MOTOR PRINCIPAL PARA LA BANDA.....	25
EQUIPO RFID.....	26
ACTIVIDADES.....	27
DISEÑO DE LOS PROGRAMAS.....	28
LA GUIA GEMMA.....	28
SELECCIÓN DE LOS MODOS DE MARCHA A IMPLANTAR.....	29
PLC SIEMENS S7-200 CPU224.....	32
DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA.....	32

GRAFCET	33
DECLARACIÓN DE CONSTANTES Y VARIABLES	34
PROGRAMA EN LENGUAJE SFC Y FBC	37
CONFIGURACIÓN	57
CONEXIONES PARA PLC SIEMENS S7-200 CPU224	57
PLC OMRON CP1H-X	59
DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA	59
GRAFCET	60
DECLARACIÓN DE CONSTANTES Y VARIABLES	63
PROGRAMA EN LD	66
CONFIGURACIÓN	96
CONFIGURACIÓN DE PUERTO SERIE PARA LA CONEXIÓN AL LECTOR RFID	97
CONEXIONES PARA PLC OMRON CP1H-X	98
HMI	100
CONFIGURACIÓN PARA ETHERNET	100
CONFIGURACIÓN PARA PUERTO SERIE	103
DISEÑO Y PROGRAMACIÓN HMI	105
MENÚ PRINCIPAL	105
MONITORIZACIÓN DEL PROCESO	110
CONTROL MANUAL DEL PROCESO	113
MODO AUTOMÁTICO	116
MODO MANUAL	119
CONCLUSIONES	124
RECOMENDACIONES	125
GLOSARIO	126
REFERENCIAS	
ANEXOS	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Manipulador SIEMENS.....	12
Figura 2. Banda Transportadora.....	12
Figura 3. Diagrama del Sistema	13
Figura 4. Diagrama de bloques del sistema.....	14
Figura 5. Equipo utilizado.....	21
Figura 6. Equipo utilizado.	22
Figura 7. Circuito de Sensor Óptico.	23
Figura 8. Circuito para Desviadores.....	24
Figura 9. Juego de Engranaje.....	25
Figura 10. Guía gemma.....	28
Figura 11. Conexiones Siemens hacia el puerto del manipulador.....	57
Figura 12. Ventanas de Configuración OMRON.....	96
Figura 13. Configuración del puerto serie para RFID	97
Figura 14. Conexiones desde el omron hacia motores y sensores.....	98
Figura 15. Configuración del HOST.....	101
Figura 16. Configuración de Dirección IP.....	101
Figura 17. Configuración de Memoria.....	102
Figura 18. Configuración Host Serie.....	103
Figura 19. Configuración memoria del sistema	104
Figura 20. Programación nombre de pantalla	106
Figura 21. Propiedades de pantalla.....	106

Figura 22. Programación del Botón Comando.....	107
Figura 23. Selección de estilo.....	107
Figura 24. Configuración de la Etiqueta.....	108
Figura 25. Programación de Acción de Botón.....	108
Figura 26. Programación de Password.....	109
Figura 27. Pantalla de Monitorización.....	110
Figura 28. Direccionamiento de indicadores.....	111
Figura 29. Estilo de indicadores.....	111
Figura 30. Selección botón de retorno.....	112
Figura 31. Especificación de acción a realizar por el botón.....	112
Figura 32. Pantalla de Control.....	113
Figura 33. Configuración de activadores.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Entradas y salidas para todo el proceso.....	11
Tabla 2: Códigos de Tarjetas MIFARE.....	26
Tabla 3: Variables y constantes para PLC SIEMENS.....	36
Tabla 4. Pin out DB37 del manipulador.....	58
Tabla 5: Variables y Constantes para PLC OMRON.....	65
Tabla 6: Pin Out DB9 PLC OMRON.....	99
Tabla 7: Pin Out DB9 RFID.....	99

INTRODUCCIÓN

En este trabajo de graduación se presenta el desarrollo de un sistema de identificación y direccionamiento de paquetes utilizando la tecnología RFID y autómatas programables para su implementación. El sistema será capaz de identificar cada paquete y reconocer el destino del mismo dentro de un número predeterminado de lugares, además, gracias al módulo Ethernet del autómata utilizado, todo el proceso puede ser monitoreado desde un computador que tenga acceso a la red y posea el programa instalado.

El sistema ha sido planteado con el objetivo de agilizar el proceso en la mayoría de industrias donde comúnmente se requiere la distribución de cualquier producto utilizando vehículos o personal para transportarlos y colocarlos en su ubicación respectiva.

MARCO TEÓRICO

TECNOLOGÍA RFID

Llamado en español identificador por radiofrecuencia es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos cuyo propósito fundamental es transmitir la identidad de un objeto, como en su época lo fue el código de barra, mediante ondas de radio.

La etiqueta RFID, que contiene los datos, genera una señal de radiofrecuencia con dichos datos. Este dato puede ser captado por un lector RFID, el cual se encarga de leer la información y pasarla en formato digital a la aplicación a utilizar.

Estos sistemas permiten la automatización de procesos mediante el etiquetado de un objeto de forma electrónica (normalmente llamada tag o transponder) susceptible de ser leída a distancia con la emisión de ondas de radio frecuencia en una banda de uso libre del espectro radio eléctrico.

Por tanto, la implantación de un sistema de identificación automática por radio frecuencia, integra en el flujo de información electrónica de la empresa los productos identificados, permitiendo su gestión, control y localización.

El esquema tipo de un sistema RFID es el siguiente:

Tags (transponders o etiquetas electrónicas): Son los elementos identificadores del objeto. Evidentemente, su tamaño deberá estar en relación con el objeto a identificar (pueden ser inferiores al centímetro). No es necesario que sean “visibles” al lector.

Lector: Es el equipo electrónico que se comunica con el tag y captura la información que contenga. Habrá de ser compatible con el tag y, sobre todo, transmitir en la misma frecuencia de banda. Los lectores se integran en el sistema a través de una CPU, normalmente cualquier ordenador, por cualquiera de las conexiones estándar (serie 232 ó 485, Ethernet y otros).

Estos lectores suelen ser fijos (para instalar en un punto concreto), si bien hay diversas soluciones susceptibles de integrarse en dispositivos móviles (lectores en formato PCMCIA o Compact Flash).

Antena: Transmite y recibe la señal generada por el lector.

CPU: En alguna ocasión está integrada en el lector, si bien, lo habitual, es disponer de un ordenador personal que integre la información en la red de la empresa.

Software: Dependiendo de cada aplicación en concreto, se suele desarrollar un software específico que optimice las posibilidades del sistema y las ventajas de la identificación automática.

Los tags RFID pueden ser activos, semipasivos (también conocidos como semiactivos o asistidos por batería) o pasivos.

Tags pasivos

Los tags pasivos no poseen alimentación eléctrica. La señal que les llega de los lectores induce una corriente eléctrica pequeña y suficiente para operar el circuito integrado CMOS del tag, de forma que puede generar y transmitir una respuesta. La mayoría de tags pasivos utilizan backscatter sobre la portadora recibida; esto es, la antena ha de estar diseñada para obtener la energía necesaria para funcionar a la vez que para transmitir la respuesta por backscatter. Esta respuesta puede ser cualquier tipo de información, no sólo un código identificador.

Tags activos

Los activos poseen su propia fuente de energía, que utilizan para dar corriente a sus circuitos integrados y propagar su señal al lector.

Son mucho más fiables, debido a su capacidad de establecer sesiones con el reader. Son capaces de transmitir señales más potentes que las de los tags pasivos, lo que les lleva a ser más eficientes en entornos dificultosos para la radiofrecuencia como el agua. También son efectivos a distancias mayores pudiendo generar respuestas claras. Pero suelen ser más caros y de menor duración.

Tags semipasivos

Estos se parecen a los activos en que poseen una fuente de alimentación propia, aunque en este caso se utiliza principalmente para alimentar el microchip y no para transmitir una señal.

La energía contenida en la radiofrecuencia se refleja hacia el lector como en un tag pasivo. Un uso alternativo para la batería es almacenar información propagada desde el lector para emitir una respuesta en el futuro, típicamente usando backscatter.

Este tipo de tags tienen una fiabilidad comparable a la de los tags activos a la vez que pueden mantener el rango operativo de un tag pasivo. También suelen durar más que los tags activos.

Los sistemas RFID se clasifican dependiendo del rango de frecuencias que usan.

Existen cuatro tipos de sistemas:

- de frecuencia baja (entre 125 ó 134,2 kilohercios);
- de alta frecuencia (13,56 megahercios);
- de frecuencia ultra elevada o UHF (868 a 956 megahercios);
- de microondas (2,45 gigahercios).

Los sistemas UHF no pueden ser utilizados en todo el mundo porque no existen regulaciones globales para su uso.

Otra subdivisión es entre tags de solo lectura, con un número único grabado de fábrica, y de lectura-escritura, en los cuales se puede grabar información para ser leída posteriormente también por radio frecuencia. Se componen de una electrónica y una antena.

La distancia a que pueden ser leídos varía entre un máximo de 90/100 centímetros para los pasivos hasta los 100 metros de algunas soluciones activas.

Ventajas de la tecnología RFID

- Es una tecnología fiable y versátil de Identificación Automática que permite identificar, seguir y gestionar diversos tipos de objetos.
- No requiere contacto ni línea de visión directa con el objeto para operar.
- El sistema se basa en el uso de unas etiquetas electrónicas, que contienen un número de identificación único que puede ser leído a distancia (o gran cantidad de información susceptible de ser leída y escrita).
- La fiabilidad de la RFID es máxima, teniendo la menor tasa de error de todas las tecnologías incluyendo código de barras, banda magnética y

biométrica. Especial relevancia tiene su buen comportamiento en entornos agresivos tales como humedad, suciedad, lluvia, etc.

- Mejora la eficiencia de los procesos y la productividad.
- Manos libres en un proceso totalmente automatizado para conteo, seguimiento, trazabilidad y clasificación.
- Mejora la captura de datos eliminando errores.
- Incrementa la rentabilidad.
- Reduce los costes de operaciones y de producción.
- Reduce los costes laborales.
- Aumenta el control de calidad.
- Mejora el servicio al cliente.
- Reducción de la necesidad de informes y documentos en papel.

EQUIPO MIFARE

La tecnología **Mifare** usa tags y tarjetas inteligentes sin contacto, como soporte de almacenamiento de datos. Estos datos se obtienen mediante lectores Mifare así como también se escriben y codifican.

La familia MIFARE ® es la tecnología de tarjetas inteligente sin contacto más difundida en el mundo. Su frecuencia de trabajo es de 13,56 MHz y la distancia típica de lectura es de 10 cm (unas 4 pulgadas). La distancia de lectura depende de la potencia del módulo lector, existiendo lectores de mayor y menor alcance.

La tecnología Mifare es propiedad de Philips Austria GmbH. La tecnología es económica y rápida, razón por la cual es la más usada a nivel mundial.

Existen distintos modelos según la cantidad de información que almacene, además de respetar las normas ISO 14443 referentes a tarjetas de proximidad.

Están divididas en sectores y bloques y mecanismos simples de seguridad para el control de acceso. Su capacidad de cómputo no permite realizar operaciones criptográficas o de autenticación mutua de alto nivel, estando principalmente destinadas a monederos electrónicos simples, control de acceso, tarjetas de identidad corporativas, tarjetas de transporte urbano o para *ticketing*.

Cada sector se divide en cuatro bloques, de los cuales tres pueden contener información del usuario. La información es de formato libre, y se puede modificar con comandos simples de lectura y escritura. Mifare provee un formato especial llamado 'bloque de valor'; los bloques que tienen información guardada en este formato se comportan de una forma diferente, incluyendo operaciones de descuento e incremento.

Los sectores utilizan dos claves de acceso llamadas 'A' y 'B'. Estas llaves se almacenan en el cuarto bloque junto con los permisos de acceso a cada uno de los tres bloques. Estos permisos pueden ser: lectura, escritura, descuento o incremento (para bloques de valor). Una vez que se acerca la tarjeta a un lector, ésta se activa e inicia un proceso de intercambio con el lector para establecer una comunicación cifrada. Este proceso es igual con todas las tarjetas y está diseñado para proveer protección contra escucha del canal, y no para autenticar la tarjeta o el lector.

Después de establecer un canal cifrado la tarjeta envía un código de identificación de conexión, que usualmente es el número de serie de la tarjeta aunque la norma ISO 14443 dice que este número puede ser aleatorio. Con este número de conexión el lector está en capacidad de realizar cualquier operación en la tarjeta, previa presentación de las claves de acceso a los respectivos sectores.

ISO 14443

Es un estándar internacional relacionado con las **tarjetas de identificación** electrónicas, en especial las tarjetas inteligentes, gestionado conjuntamente por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). Este estándar define una *tarjeta de proximidad* utilizada para identificación y pagos que por lo general utiliza el estándar tarjeta de crédito definida por ISO 7816 - ID 1 (aunque otros formatos son posibles).

El estándar ISO 14443 consta de cuatro partes y se describen dos tipos de tarjetas: tipo A y tipo B. Las principales diferencias entre estos tipos preocupación de los métodos de modulación, codificación de los planes (parte 2) y el protocolo de inicialización de los procedimientos (parte 3). Las tarjetas de ambos tipos (A y B) utilizan el mismo protocolo de alto nivel (llamado T=CL) que se describe en la parte 4. El protocolo T=CL especifica los bloques de datos y los mecanismos de intercambio:

1. Bloque de datos de encadenamiento
2. Tiempo de espera de extensión
3. Múltiple activación

La tarjeta *Calypso* cumple con la norma ISO/IEC 14443 parte 1, 2, 3 y 4 de tipo B. Las tarjetas Mifare cumplen con las partes 1, 2 y 3 de tipo A de la especificación ISO/IEC 14443.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en desarrollar un sistema que a través de autómatas programables realice la clasificación de productos basándose en etiquetas, que serán identificadas por un lector, que se comunicará de forma directa con el PLC para determinar la distribución de los paquetes, previamente preparados, hacia un destino determinado.

El proceso inicia con un manipulador de tres grados de libertad que tiene como objetivo trasladar un objeto desde un punto de almacenaje o producción hacia el sensor de RF, donde será leído e identificado, si el objeto no es reconocido será desplazado hacia un lado, donde a través de un tobogán llegará a una zona de rechazo para luego ser revisado y ser incorporado al proceso, mientras que el paquete identificado viajará por la banda principal, en un sistema mecánico cuya activación será controlada por otro autómata, al paso del paquete se irán activando diversos sensores hasta llegar al punto en el que llegue a su destino especificado y un dispositivo lo desvíe, hacia su zona determinada; además éste será diseñado para que se pueda ubicar en la banda principal un paquete tras otro, sin importar si el paquete se dirige a la primera o a la última estación.

Un PLC controlará el manipulador, mientras que el otro interactuará con los siguientes periféricos: sensor RFID, motor de banda, sensores ópticos, desviadores y ambos compartirán el inicio, paro y reinicio.

Sistema de Clasificación de Paquetes

Detalle de entradas y salidas, PLC del manipulador		
Entradas.	Dirección.	Comentario.
ON	I0.0	Encendido General
Objeto	I0.1	Sensor presencia de objetos
Codx	I0.2	Encoder movimiento x
Cody	I0.3	Encoder movimiento y
Rfidok	I0.4	Objeto reconocido (Salida 101.00 OMRON)
Rfidnok	I0.5	Objeto no reconocido (Salida 101.01 OMRON)
Auto_Man	I0.6	Elección proceso manual o automático.
STOP	I0.7	Paro en estado determinado del proceso
PARO	I1.1	Paro final del ciclo
EMERGENCY	I1.1	Paro de emergencia
Salidas	Dirección	Comentario.
MZin	Q0.0	Activación de motor eje Z
MZout	Q0.1	Retorno de motor eje Z
Ei	Q0.2	Activación del electroimán
MXleft	Q0.3	Activación del motor movimiento hacia la derecha
MXright	Q0.4	Activación del motor movimiento hacia la izquierda
MYdown	Q0.5	Activación del motor movimiento hacia abajo
MYup	Q0.6	Activación del motor movimiento hacia arriba
RFIDstart	Q0.7	Activación de inicio de lectura RFID

Detalle de entradas y salidas, PLC de clasificación.		
Entradas.	Dirección.	Comentario.
Sensor1	0.0	Sensor Compuerta 1
Sensor2	0.1	Sensor Compuerta 2
Sensor3	0.2	Sensor Compuerta 3
RFID1	0.3	Paquete número 1 (Proceso manual)
RFID2	0.4	Paquete número 2 (Proceso manual)
RFID3	0.5	Paquete número 3 (Proceso manual)
Comp1	0.6	Activación manual de Compuerta1
Comp2	0.7	Activación manual de Compuerta2
Comp3	0.8	Activación manual de Compuerta3
START	0.9	Activación del proceso
STOP	0.10	Paro del proceso
RESET	0.11	Reinicio del Proceso
RFIDON	1.0	Pulso que indica debe comenzar la lectura RFID
Actmanband	1.1	Activación de la banda transportadora
Auto_man	1.2	Elección entre modo automático y modo manual.
Salidas	Dirección	Comentario
M1A	100.00	Abre desviador 1
M1C	100.01	Cierra desviador 1
M2A	100.02	Abre desviador 2
M2C	100.03	Cierra desviador 2
M3A	100.04	Abre desviador 3
M3C	100.05	Cierra desviador 3
NRECO	101.00	No reconoce código
SRECO	101.01	Si reconoce código
BANDAON	101.02	Activa la banda transportadora
SSTART	101.03	Activa ON Siemens
SSTOP	101.04	Activa STOP Siemens
SRESET	101.05	Activa Reset Siemens
Sauto_man	101.06	Activación de manual o automático en Siemens

TABLA 1: ENTRAS Y SALIDAS PARA TODO EL PROCESO.

El manipulador que se utilizará en el proyecto se muestra a continuación:



FIGURA 1. MANIPULADOR SIEMENS

La desviación de objetos será realizada por una paleta o barra que interrumpirá el paso del objeto en la banda transportadora, obligándolo a cambiar de rumbo hacia el tobogán respectivo, tal y como se muestra en la figura siguiente:



FIGURA 2. BANDA TRANSPORTADORA

Éste proceso permitirá la distribución y/o almacenaje de paquetes de forma ordenada y controlada, eliminando los posibles extravíos y malos direccionamientos de los productos.

DIAGRAMA FÍSICO DEL SISTEMA

La siguiente figura representa el prototipo del proceso de clasificación de paquetes, incluyendo únicamente la parte física del mismo, sus sensores ópticos y el lector de RFID.

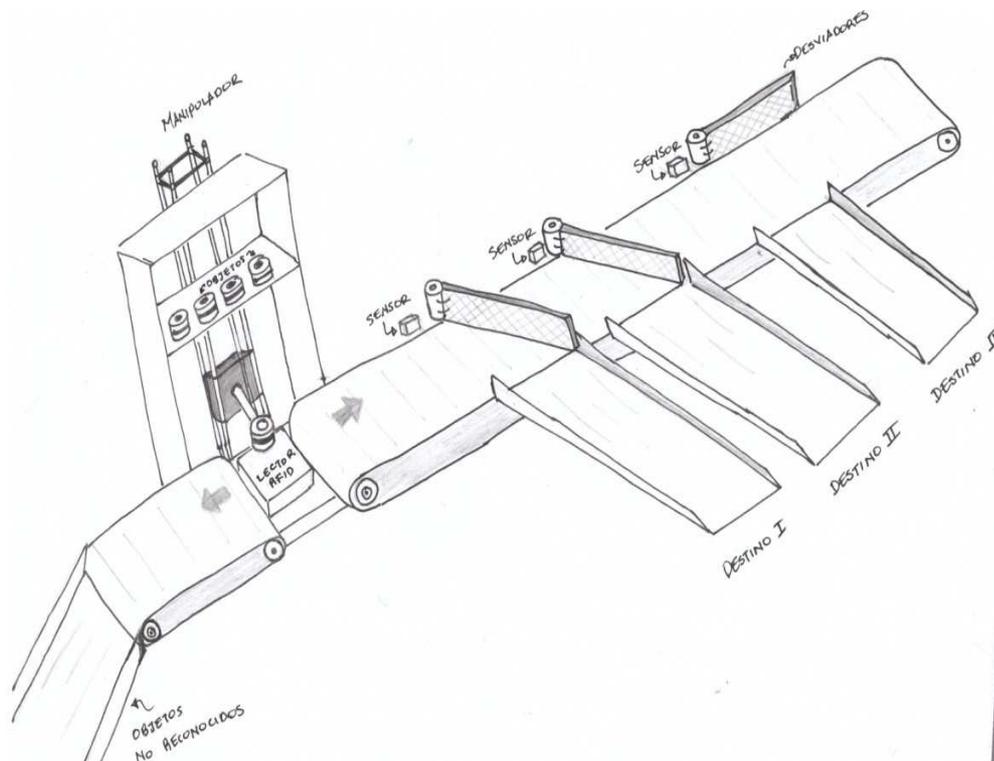


FIGURA 3. DIAGRAMA DEL SISTEMA

DIAGRAMA DE BLOQUES

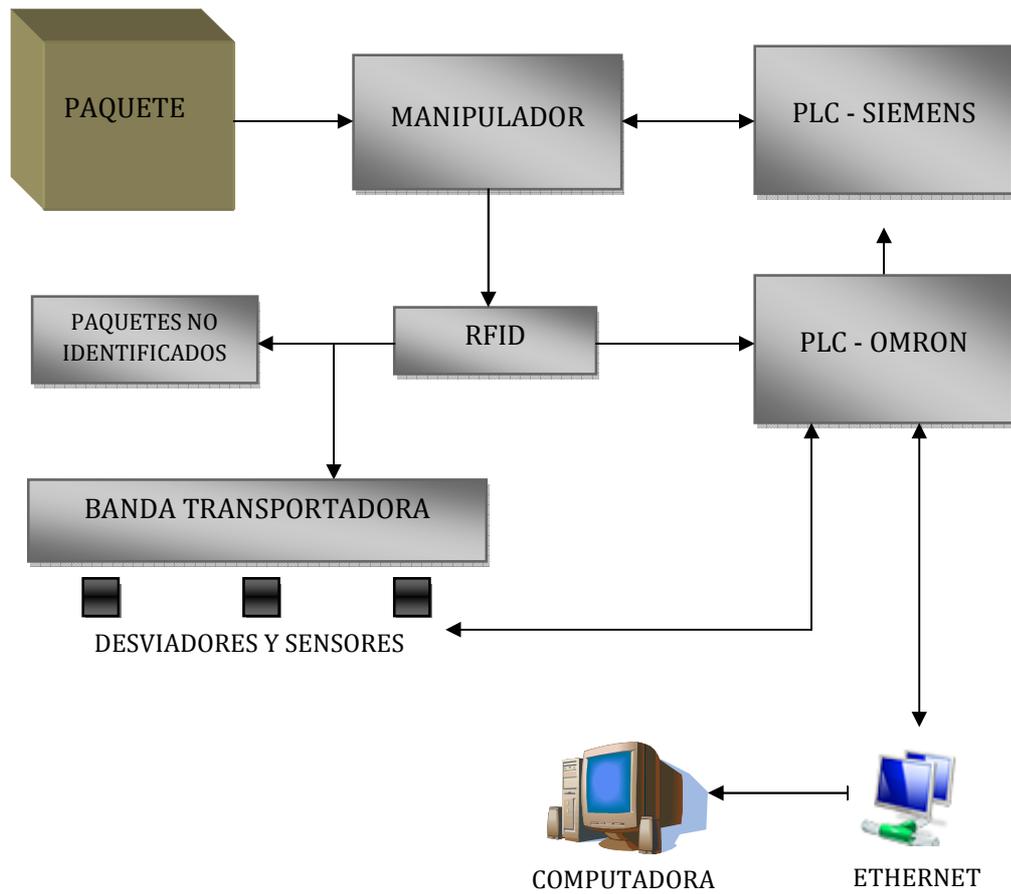


FIGURA 4. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

El sistema dará una opción a las empresas para aplicar una tecnología de identificación más actualizada, además de proporcionar la posibilidad de una supervisión remota del proceso, facilitando su monitoreo y mantenimiento.

Tiene una amplia gama de aplicación que puede ser de gran interés para diversas empresas o industrias donde necesiten una distribución clasificada de sus productos y/o materiales, sin importar el rubro al que dichas empresas se dediquen, bastará con que exista la necesidad de organizar y direccionar alguna cantidad de paquetes para que nuestro sistema sea atractivo para la empresa.

Adicionalmente la tecnología RFID conjuntamente con otros programas o aplicaciones puede ser utilizada como una herramienta para el inventario de los productos que maneja una empresa.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un sistema controlado por autómatas programables que permita la organización y direccionamiento de productos empacados y etiquetados con dispositivos RFID, monitoreando el proceso de forma remota.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar los programas para que los PLC's puedan interactuar con el manipulador y con los diferentes periféricos que tendrán como función la movilización de productos a lo largo de una línea de clasificación, verificando el identificador designado a cada paquete, para que este sea direccionado hacia su destino.
- Integrar el dispositivo de RFID con el autómata para que éste interprete los datos y realice las acciones necesarias para completar una distribución exitosa.
- Crear una plataforma en HMI donde se pueda monitorear y controlar los procesos que se estén llevando a cabo en el sistema.

ALCANCES Y LIMITANTES

ALCANCES

- El sistema será capaz de detectar el código RFID de un paquete para su direccionamiento y separar aquellos que no posean un código o que el mismo no se encuentre asignado a ninguna desviación.
- El autómata se conectará directamente con el sensor RFID por medio de un puerto RS-232 o RS-422 (por medio de un adaptador de RS-232 a RS-485), sin ningún ordenador intermediario.
- Es posible realizar una conexión vía ETHERNET hacia el CX-Programmer para un monitoreo en tiempo real con el programa.

LIMITANTES

- La tarjeta RFID debe estar ubicada en la cara del paquete que quede al alcance del lector RFID.
- El sistema se ha diseñado para una cantidad predeterminada de destinos de los paquetes, en caso del prototipo elaborado ha sido diseñado para 3 destinos.
- No es posible implementar la interfaz HMI por conexión ETHERNET debido a que la pantalla con la que se cuenta no posee este tipo de conexión (un modelo superior si cuenta con dicho puerto), por lo que el enlace se realizará a través de puerto serie.
- La velocidad final del proceso depende de la velocidad y desempeño de los periféricos y no así del procesamiento del programa.
- Las pruebas del prototipo se realizan únicamente con el manejo de 5 paquetes, ya que solo se cuenta con 4 tarjetas MIFARE, de las cuales 3 han sido declaradas para cada destino y una de ellas sin destino.

VALIDACIÓN DE RESULTADOS

El programa para PLC al ser realizado con el estándar IEC1131 podrá ser utilizado y adaptado fácilmente según sean las necesidades de la empresa interesada en implementar el proceso.

El proyecto ayuda a la organización de paquetes, con el fin que se necesite, ya sea clasificar productos para despachos de entrega, almacenamiento ordenado, distribución en una línea de proceso u otros. Logrando un proceso seguro en donde cada paquete será ubicado según los requerimientos de la empresa.

De esta manera el sistema puede ser de utilidad en diversas industrias tales como: producción masiva de productos alimenticios, droguerías, maquilas, papelerías y otras áreas que necesiten organización y distribución de objetos como: correo, equipaje y distribuidoras, entre otros.

Además, al implementar tecnología RFID para la identificación de los paquetes se aprovechan las siguientes características:

- Durabilidad ilimitada: las tarjetas RFID de identificación son retornables y reutilizables.
- Lectura automática y sin contacto visual directo: El dispositivo realiza la lectura automáticamente cuando un paquete esta frente a él, aun si la tarjeta RFID no se encuentra en la cara frontal del paquete, las tarjetas no poseen un frente y atrás por lo que no es necesario fijarse en ese detalle a la hora de incorporársela a los paquetes.
- Rápida lectura e identificación: la lectura tarda pocos segundos para realizarse y la codificación de las tarjetas es fácil de tratar.

- Capacidad de almacenamiento de datos: existen diferentes tamaños de memoria para los RFID, lo cual lo hace adaptable a las necesidades.
- Funcionamiento en condiciones adversas: las tarjetas son leídas aun si estén manchadas, ralladas o dobladas, contrario al código de barra el que cuando no se encontraba en perfectas condiciones dificultaba la lectura o la imposibilitaba.

Todas esas características del RFID consiguen eliminar un gran volumen de trabajo manual y mejorar la gestión y la fiabilidad de la información.

Sin embargo a pesar de los múltiples beneficios de la tecnología RFID, también se absorbe una desventaja importante, como lo es la vulnerabilidad para su lectura por cualquiera que tenga un sensor de RFID, para la cual se formulan las siguientes recomendaciones:

- Que se apliquen protocolos de seguridad para proteger la integridad individual de la información que posee el dispositivo, esto se puede lograr por encriptamiento o por codificación.
- Utilizar RFID Read-only para que los códigos programados en los TAGS sean un conjunto de números pre-establecidos, de manera que sean comprendidos y/o descifrados única y exclusivamente por la empresa.

RECURSOS

MATERIALES

- Una computadora
- Autómata programable PLC OMRON CP1H.
- Autómata programable: SIEMENS S7-200 CPU224
- Modulo ETHERNET para CPU CP1H
- Pantalla HMI OMRON
- Equipo RFID: Lector y Tarjetas Mifare.
- Manipulador con electroimán.
- Periféricos para montar el prototipo:
 - 3 motores DC 6V
 - 1 motor DC 12V
 - 1 Fuente de 6 - 12 VDC
 - 1 Banda Transportadora
 - Valeros y estructura metálica.
 - Finales de carrera
 - Contactos (Relés: bobina 5V, Vmax: 28VDC)
 - 4 Sensores ópticos
 - Circuito electrónicos controladores de motores.
 - Convertidor RS-232 a RS-485

CP1H-X



S7-200 CPU 224



Modulo ETHERNET CJ1W-EIP21



PANTALLA HMI NS5



EQUIPO RFID MIFARE

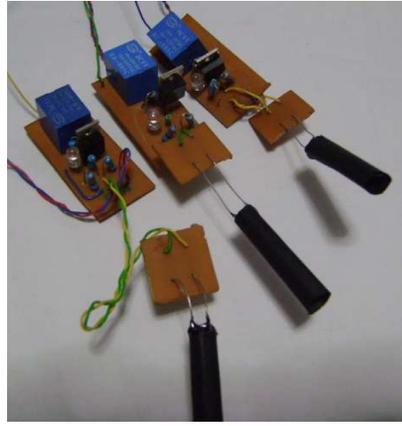


FIGURA 5. EQUIPO UTILIZADO.

MANIPULADOR CON ELECTROIMAN



SENSORES OPTICOS



MOTORES DC 12V



FUENTE 6 – 12 VDC



BANDA TRANSPORTADORA



MOTOR DC 12V Y ENGRANES



FIGURA 6. EQUIPO UTILIZADO.

SENSORES

Los sensores se utilizan para la detección de los paquetes cuando estos están cercanos a cada uno de los desviadores, estos son sensores ópticos que emiten un haz de luz creado por un led azul, el cual es recibido por una fotorresistencia; cuando este haz de luz es interrumpido por un paquete se activa un contacto o relé, el cual envía un voltaje de 24VDC a 3 entradas diferentes del PLC OMRON una entrada por cada sensor donde se detecte una interrupción.

Los elementos utilizados por cada sensor son los siguientes:

- 2 LED
- 4 Resistencias de 1 K Ω
- 1 Resistencia de 330 Ω
- 1 Fotorresistencia
- 1 Relé 5V
- 1 Diodo
- 1 Transistor TIP 31

El circuito implementado es el siguiente:

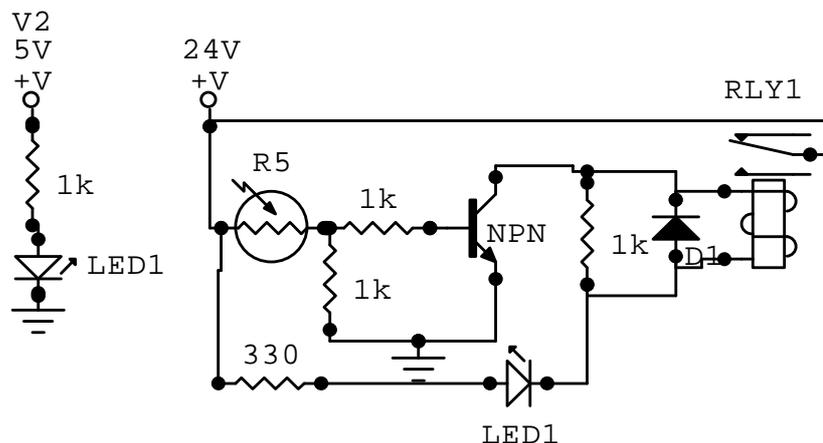


FIGURA 7. CIRCUITO DE SENSOR ÓPTICO.

DESVIADORES

Cada uno de los desviadores es operado por medio de 1 motor DC de 12V los cuales son manipulados por un puente H, para obtener el giro en ambas direcciones, que será controlado por el PLC OMRON, por medio de 2 salidas para cada destino.

Los elementos que se utiliza para cada uno de los desviadores son:

- ½ L293D (Puente H IC con diodos incluidos)
- 2 Micro-switch
- 1 Motor DC

El circuito utilizado es el siguiente:

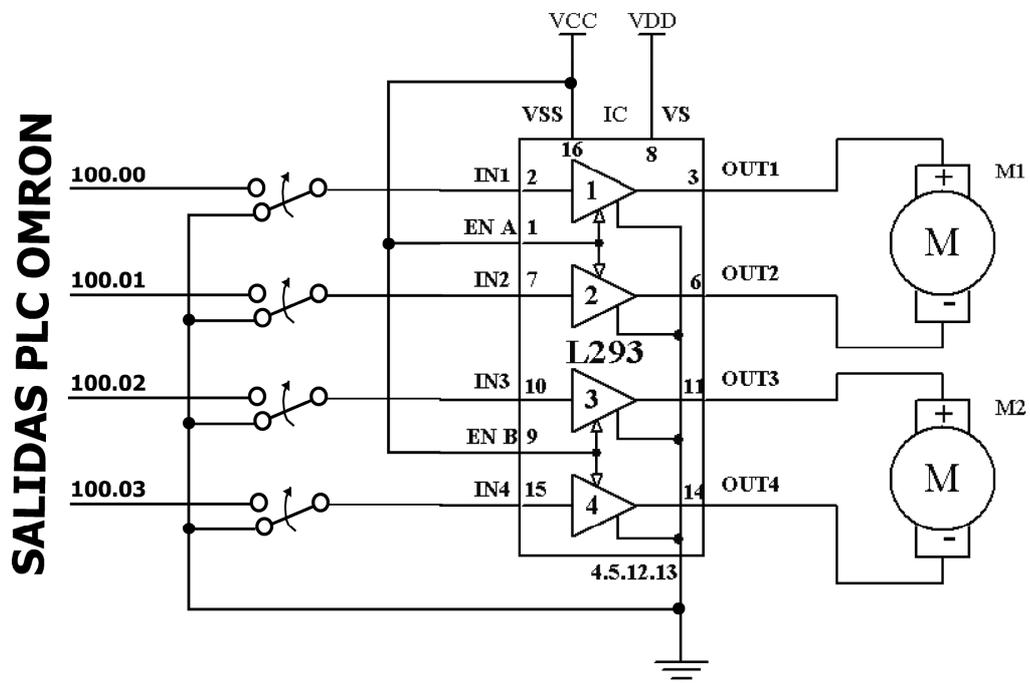


FIGURA 8. CIRCUITO PARA DESVIADORES.

MOTOR PRINCIPAL PARA LA BANDA.

El motor principal es el que hace operar la banda transportadora, es un motor de 12VDC el cual es regulado y energizado por una fuente que entrega de 6 – 12 VDC. Y su fuerza y velocidad es transmitida al eje principal de la banda por medio de 2 engranes.

El juego de engranes utilizado es el siguiente:



FIGURA 9. JUEGO DE ENGRANAJE

El engrane más pequeño va sujeto al eje del motor de 12VDC, mientras que el engrane con mayor diámetro está junto al eje del rodillo de la banda transportadora.

La conexión de la alimentación se hace directamente a través de un interruptor general que energiza todo el proceso.

EQUIPO RFID

Es un lector de tarjetas MIFARE con conexión RS-232, las tarjetas utilizadas almacenan hasta 1Kbyte de información, sin embargo para ésta aplicación únicamente se hace la lectura del código de identificación de cada tarjeta.

Este código se recibe y se lee en el PLC por una conexión directa a través de la habilitación del puerto RS-232. Configuración que se muestra más adelante.

El código de las tarjetas utilizadas se muestra a continuación:

	Código Completo	Código utilizado	Puerta de Destino
Tarjeta 1	02 09 C0 86 A4 C5 A0 A6 FC	86 A4	Puerta 3
Tarjeta 2	02 09 C0 B6 03 C4 A0 18 FD	B6 03	Puerta 1
Tarjeta 3	02 09 C0 86 24 C2 A0 29 FD	86 24	Puerta 2
Tarjeta 4	02 09 C0 86 1D C5 A0 2D FD	86 1D	No definido

TABLA 2: CÓDIGOS DE TARJETAS MIFARE

El Byte C0 es utilizado para reconocer el inicio de adquisición de la trama del código que estamos tomando en cuenta como identificador, lo que provoca que al recibir el dato en el PLC la trama comienza a almacenarse en memoria hasta que el C0 ha sido recibido.

La información que lleva tanto la tarjeta como el paquete en sí, depende exclusivamente de las necesidades de la empresa que utilice el proceso, ya que éste en si no depende de estos datos para su buen funcionamiento, sin embargo cada paquete será direccionado a los diferentes destinos según como sea programado de acuerdo al código detectado.

ACTIVIDADES

El desarrollo del proyecto se pretende trabajar a través de las actividades siguientes:

- **Investigación y obtención de los materiales:** Se investigarán las especificaciones de los materiales que se pretenden utilizar, así como la obtención de los mismos, buscando un patrocinador para préstamo o compra del equipo.
- **Diseño del programa para el PLC:** El desarrollo del programa se realizará en base a la guía GEMMA, incluyendo el uso de un diagrama secuencial de eventos (GRAFCET), estos como herramientas de diseño y el lenguaje de programación siguiendo el estándar IEC-1131-3.
- **Prueba y depuración del programa:** Se probará el programa y se buscarán posibles errores en la programación para luego depurarlos.
- **Implementación del Proyecto:** Se realizará el montaje de un prototipo que será controlado por el programa antes diseñado.
- **Documentación del Proyecto:** Será recopilada toda la información utilizada en el desarrollo del proyecto, tanto las especificaciones de cada material utilizado, como las herramientas de diseño (GUIA GEMMA y GRAFCET) y el programa implementado en el PLC.
- **Presentación del Proyecto:** El proyecto será presentado al asesor y lector para su revisión y calificación.

DISEÑO DE LOS PROGRAMAS

LA GUIA GEMMA

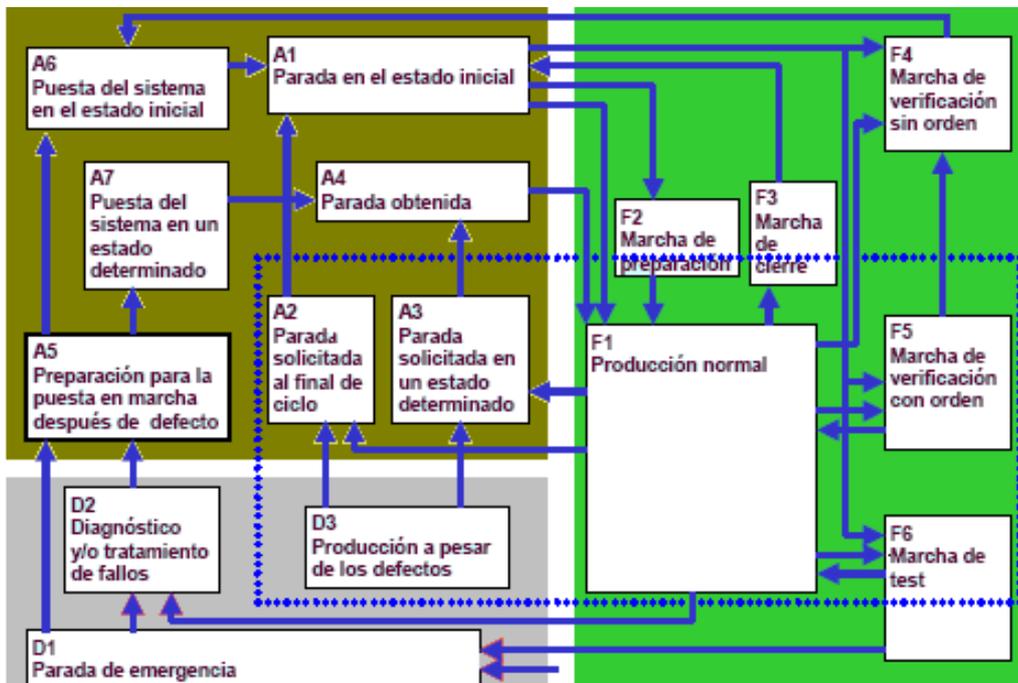
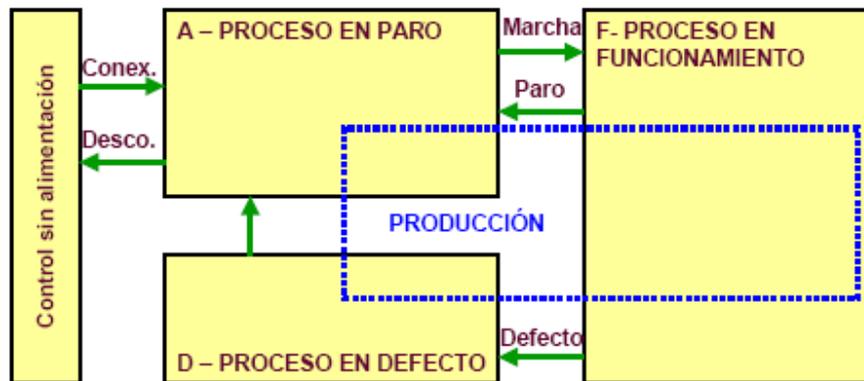
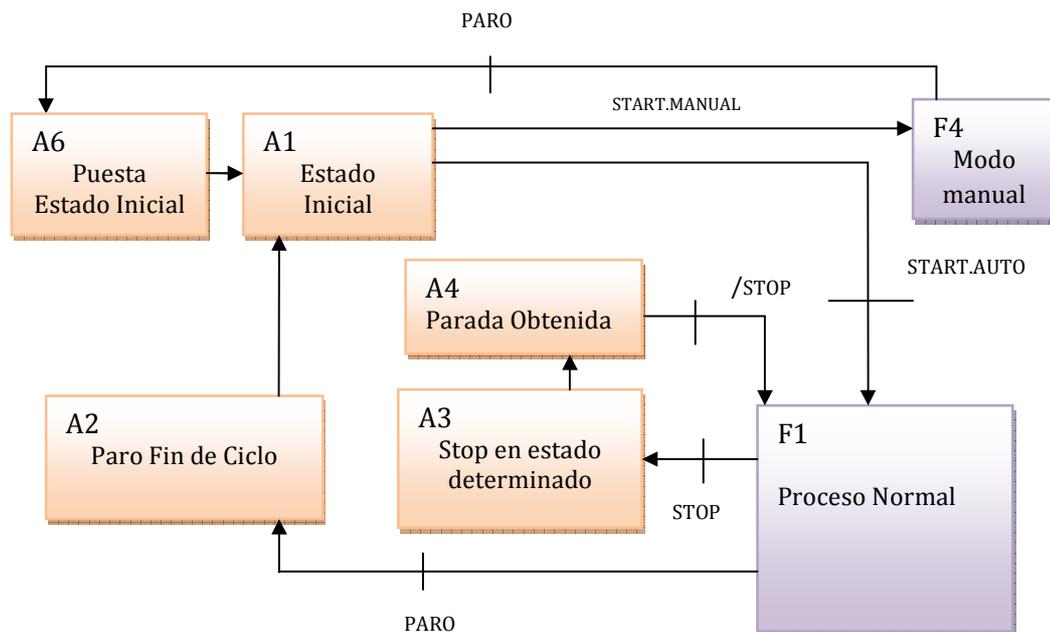


FIGURA 10. GUÍA GEMMA

La guía GEMMA se ha considerado para el diseño del sistema automatizado en los programas creados según la norma IEC 1131-3 de ambos PLC, su uso para ambos se detalla a continuación.



SELECCIÓN DE LOS MODOS DE MARCHA A IMPLANTAR.

El Sistema Trabaja en dos modos de Operación: modo Automático y modo Manual

Modo Automático: El Sistema inicia en estado inicial, Para empezar el proceso se debe presionar el botón START, en estado Automático se inicia en Proceso Normal.

Mientras se encuentre en modo Automático el Proceso podrá ser detenido en cualquier punto del proceso con el botón Stop, el sistema quedara activo en la

etapa en la que se realizó el paro, al desactivar el botón de STOP el sistema regresa a su etapa correspondiente al momento en que se realizó el STOP

Con el botón de PARO, el sistema se detendrá en el próximo inicio de ciclo en la etapa de inicio, luego se podrá retornar a la producción normal con el botón de START.

Durante el proceso en modo automático el sistema podrá realizar un paro de emergencia, el cual desactivará todas las etapas y pondrá el sistema a su estado de inicio, esperando reiniciar el sistema con el botón de START.

En este modo quedan activadas las salidas que controlan al motor de la banda y al lector de RFID, para que trabajen simultáneamente al igual que la interacción entre ambos PLC's.

Modo Manual: este es seleccionado desde el punto de estado inicial, en el cual pasa a modo manual seleccionando el botón de Auto_Man el cual realiza el cambio de automático a manual.

En este modo se activa la etapa 0, la cual da lugar a probar la activación manual de los sensores y observar la activación de los desviadores correspondientes al sensor que se active, siempre revisando la pila de datos que contiene la secuencia de paquetes ingresados.

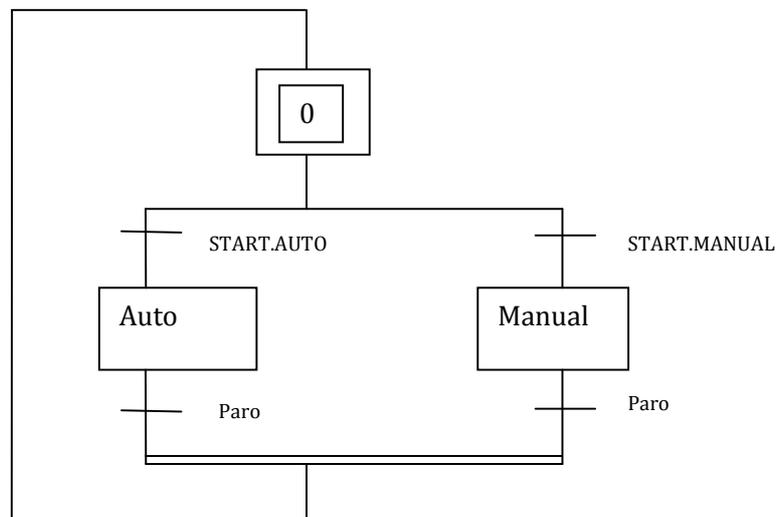
La etapa del RFID es desactivada por lo cual no realizara ninguna lectura de RFID aunque algún paquete se aproxime al lector. La pila se puede ir llenando activando las entradas de RFID01, 02 y 03 que equivalen a la detección de paquetes que corresponden a una compuerta diferente.

Durante la ejecución del modo manual, la banda no funcionará mientras no sea activada la salida de la BANDA, que hará mover el motor lo que dure el tiempo de activación de ésta entrada.

Además, se podrá activar individualmente cada desviador para realizar pruebas de integración y funcionamiento del sistema.

Para regresar al estado de inicio, se debe de activar el PARO para retornar al punto de origen y seleccionar nuevamente el modo para iniciar con la entrada de START.

Grafcet General.



El cambio de modo manual a automático y viceversa se realiza con la misma entrada AUT_MAN, este será aplicado solo en la etapa inicial en donde los parámetros y las demás etapas estas por defecto desactivados y todos los dispositivos en sus estados iniciales.

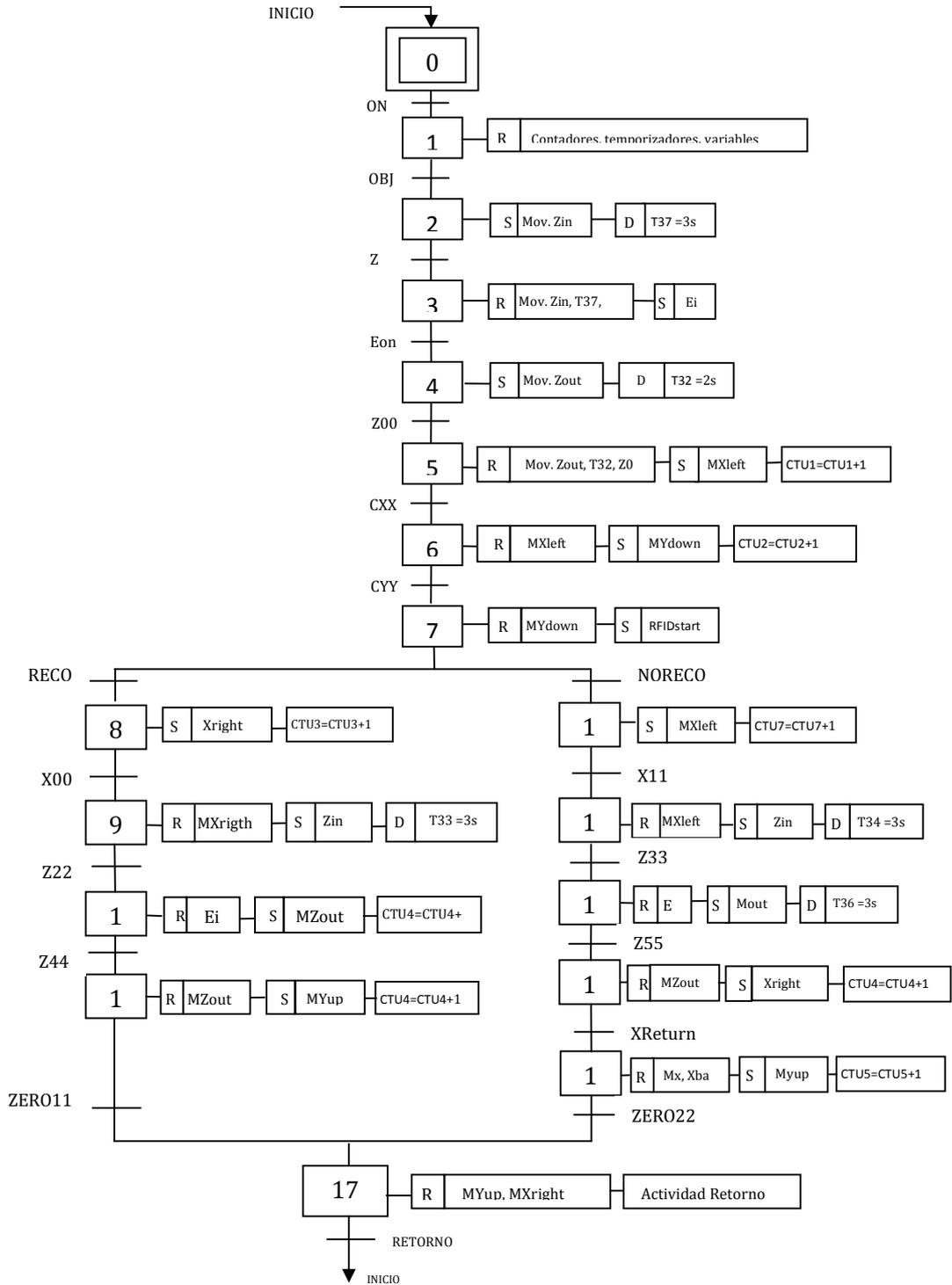
PLC SIEMENS S7-200 CPU224

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

El PLC Siemens será utilizado para controlar el manipulador con electroimán, donde éste deberá esperar a que un sensor óptico le indique que hay un paquete que debe ser trasladado, detectado y direccionado, el manipulador tomará el paquete y lo trasladará a la posición donde estará ubicado el lector de RFID para la detección y reconocimiento para lo cual se enviara una señal al PLC OMRON como activación de la lectura; luego este le indicará al PLC Siemens si el paquete fue identificado o no, al ser recibido el bit de paquete identificado el CPU224 enviará la secuencia que moverá el brazo junto con el paquete hacia la banda transportadora para ser direccionado al destino correspondiente, de no ser identificado el Siemens moverá el manipulador hacia otro extremo donde depositará el paquete para ser revisado por el personal de la empresa.

Sistema de Clasificación de Paquetes

GRAF CET



DECLARACIÓN DE CONSTANTES Y VARIABLES.

En el cuadro siguiente se detallan las variables, constantes y bloques de función declarados para el funcionamiento del programa, sus respectivas direcciones y sus valores.

Nombre	Dirección	Tipo	Valor Inicial	Comentario
START	%IX0.0	BOOL		Inicio Del Proceso
OBJETO	%IX0.1	BOOL		Indica Si Existe Un Objeto
CodX	%IX0.2	BOOL		Encoder Movimiento En Eje X
CodY	%IX0.3	BOOL		Encoder Movimiento Eje Y
RFIDok	%IX0.4	BOOL		Entrada Rfid Correcto
RFIDnok	%IX0.5	BOOL		Entrada Rfid Incorrecto
Auto_Man	%IX0.6	BOOL		Modo Automático O Manual
STOP	%IX0.7	BOOL		Paro De Emergencia
PARO	%IX1.0	BOOL		Paro Fin De Ciclo
EMERGENCY	%IX1.1	BOOL		Paro De Emergencia
MZin	%QX0.0	BOOL		Salida Movimiento En Z Positivo
MZout	%QX0.1	BOOL		Salida Movimiento En Z Negativo
Ei	%QX0.2	BOOL		Activación Electroimán
MXleft	%QX0.3	BOOL		Salida Movimiento X Izquierda
MXright	%QX0.4	BOOL		Salida Movimiento X Derecha
MYdown	%QX0.5	BOOL		Salida Movimiento Y Abajo
MYup	%QX0.6	BOOL		Movimiento En Eje Y Arriba
FF1		RS		Reset De Variables Iniciales De Posición
FF2		SR		Set De Movimiento En Eje Z Positivo
FF3		RS		Reset Mzin, Z1, T37
FF4		SR		Set De Electroimán
FF5		SR		Set De Movimiento En Z Negativo
FF6		RS		Reset Zout, Z0, T32
FF7		SR		Set Movimiento En X Izquierda
FF8		RS		Reset Mxleft Y Cx
FF9		SR		Set Mydown
FF10		RS		Reset Cy, Mydown

Sistema de Clasificación de Paquetes

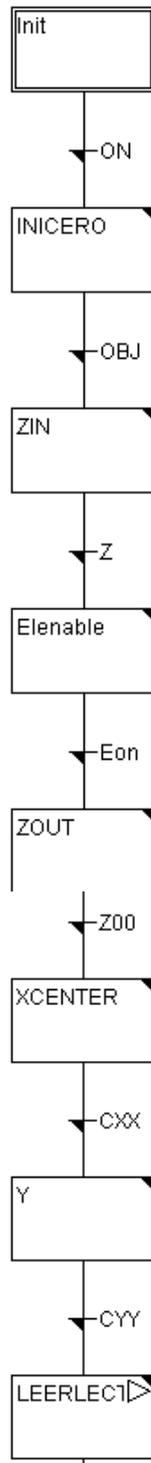
FF11		SR		Set Rfidstart
FF12		SR		Set Myright
FF13		RS		Reset X0, Mxright
FF14		SR		Set Mzin
FF15		SR		Set Mxleft
FF16		RS		Reset Mxleft, X1
FF17		SR		Set Mzin
FF18		RS		Reset Ei, T35, Z2, Mzin
FF19		SR		Set Mzout
FF20		RS		Reset Z4, Mzout
FF21		SR		Set Myup
FF22		RS		Reset Z5, Zout
FF23		SR		Set Mxright
FF24		RS		Reset Mxright
FF25		RS		Reset
FF26		SR		Set Mzout
FF27		RS		Reset Movimiento En X, Y
FF28		SR		Set Myup
T37		TON		Temporizador Tiempo De Movimiento En Z +
T32		TON		Temporizador Tiempo De Movimiento En Z -
T33		TON		Temporizador En Mov En Z
T34		TON		Temporizador Movimiento En Z
T35		TON		Temporizador Movimiento En Eje Z
T36		TON		Temporizador Movimiento En Z
CTU2		CTU		Contador Pasos Movimientos En Eje Y
CTU3		CTU		Conteo Pasos X Derecha
CTU4		CTU		Contador De Retorno Eje Y
CTU5		CTU		Contador Retorno Eje De Eje Y
CTU6		CTU		Contador De Retorno Eje X
CTU1		CTU		Contador Pasos X
Z1		BOOL		Final De Movimiento En Z Positivo
Z0		BOOL		Final De Movimiento En Z Negativo
CX		BOOL		Fin De Contador De Mov. En X Hacia El Centro
X0		BOOL		Fin De Mov. En X Derecha
X1		BOOL		Fin De Mov. En X Izquierda
CY		BOOL		Fin Conteo Pasos En Eje Y
Z2		BOOL		Fin De Movimiento En Z

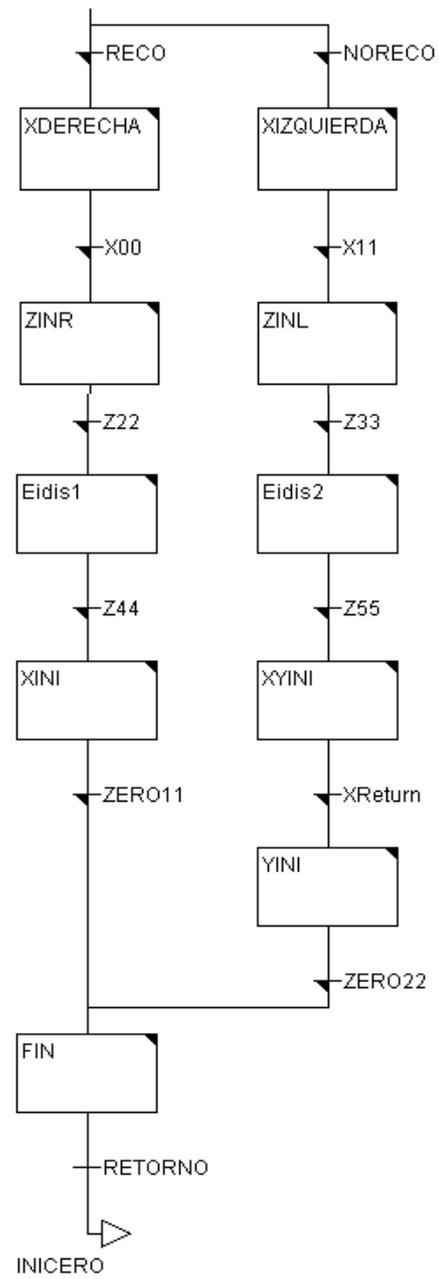
Sistema de Clasificación de Paquetes

Z3		BOOL		Fin De Movimiento En Z
Z5		BOOL		Fin De Retorno Eje Z
Z4		BOOL		Fin De Movimiento Eje Z
ZERO1		BOOL		Fin De Retorno Eje Y
ContY		BOOL		Contador De Pasos En Y
ContX		BOOL		Contador De Pasos En X
ZERO2		BOOL		Fin De Movimiento En Retorno A Cero
RETORNO		BOOL		Fin De Ciclo
Xback		BOOL		Final De Retorno X
ON		BOOL		Transición Inicio
OBJ		BOOL		Transición Objeto Presente
Z		BOOL		Transición Final Movimiento Eje Z+
Eon		BOOL		Transición Electroimán Encendido
Z00		BOOL		Transición Final Movimiento Eje Z-
CXX		BOOL		Transición Movimiento X al Centro
CYY		BOOL		Transición Fin De Conteo De Pasos En Y
RECO		BOOL		Transición Reconoce Objeto
ZERO11		BOOL		Transición Fin De Retorno Eje Y
X00		BOOL		Transición Fin Mov. X Derecha
X11		BOOL		Transición Fin Movimiento X Izquierda
Z22		BOOL		Transición Fin Movimiento Z
Z33		BOOL		Transición Fin Mov. Z
Z44		BOOL		Transición Fin Movimiento Z
Z55		BOOL		Transición Fin De Movimiento En Z
XReturn		BOOL		Transición Retorno De X
ZERO22		BOOL		Transición Fin De Movimiento En Z
NORECO		BOOL		Objeto No Reconocido
CENTROX		INT	22	Cantidad De Pasos Al Centro En Eje X
ABAJO		INT	33	Cantidad De Pasos Movimientos Y Abajo
DERECHA		INT	43	Cantidad De Paso Eje X Derecha
IZQUIERDA		INT	22	Cantidad De Pasos X Izquierda
ARRIBA		INT	33	Cantidad De Pasos Y Arriba

TABLA 3: VARIABLES Y CONSTANTES PARA PLC SIEMENS

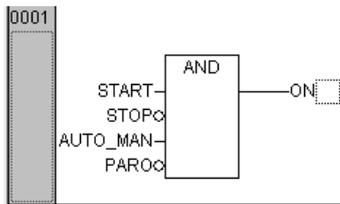
PROGRAMA EN LENGUAJE SFC Y FBC





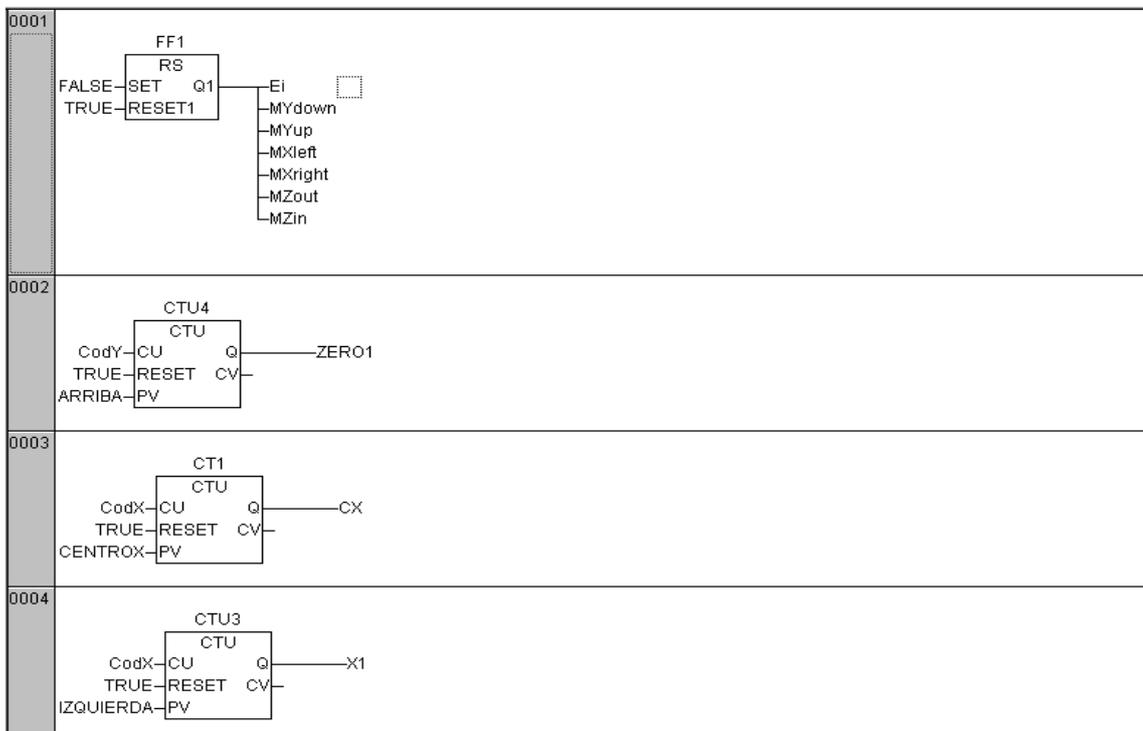
Transición: ON

En esta transición se encuentra el inicio del programa, acá se determina si se inicia o no el proceso con la variable START y si se activa el proceso programado o se utilizará manualmente la bodega con la variable AUTO_MAN, también se agregan las condiciones de STOP (paro en etapa determinada) y de PARO (paro a fin de ciclo).

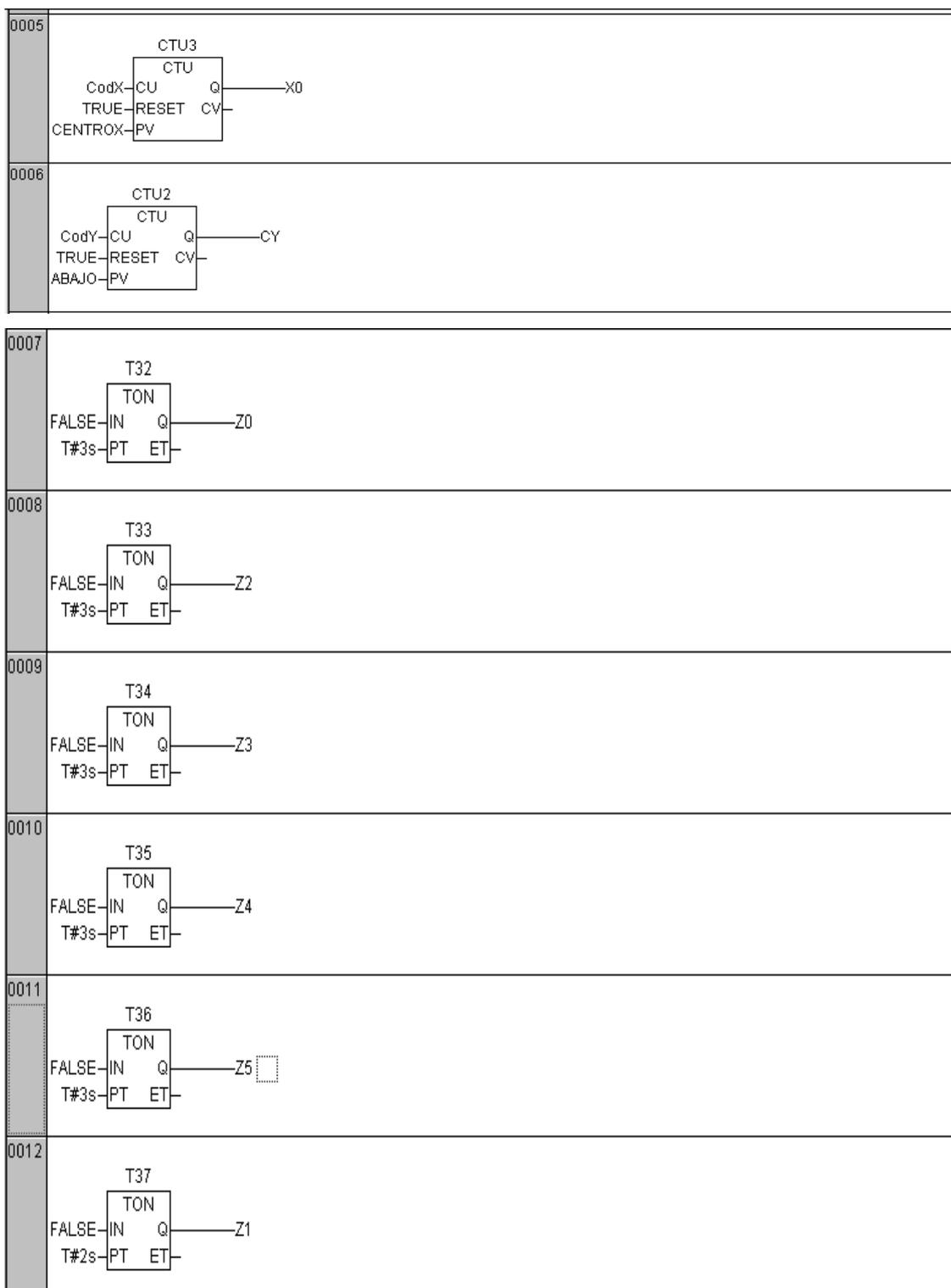


INICERO

En ésta etapa se limpian todas las marcas y desactivan todas las variables para iniciar de cero el ciclo o proceso, así como también, los contadores y temporizadores.



Sistema de Clasificación de Paquetes



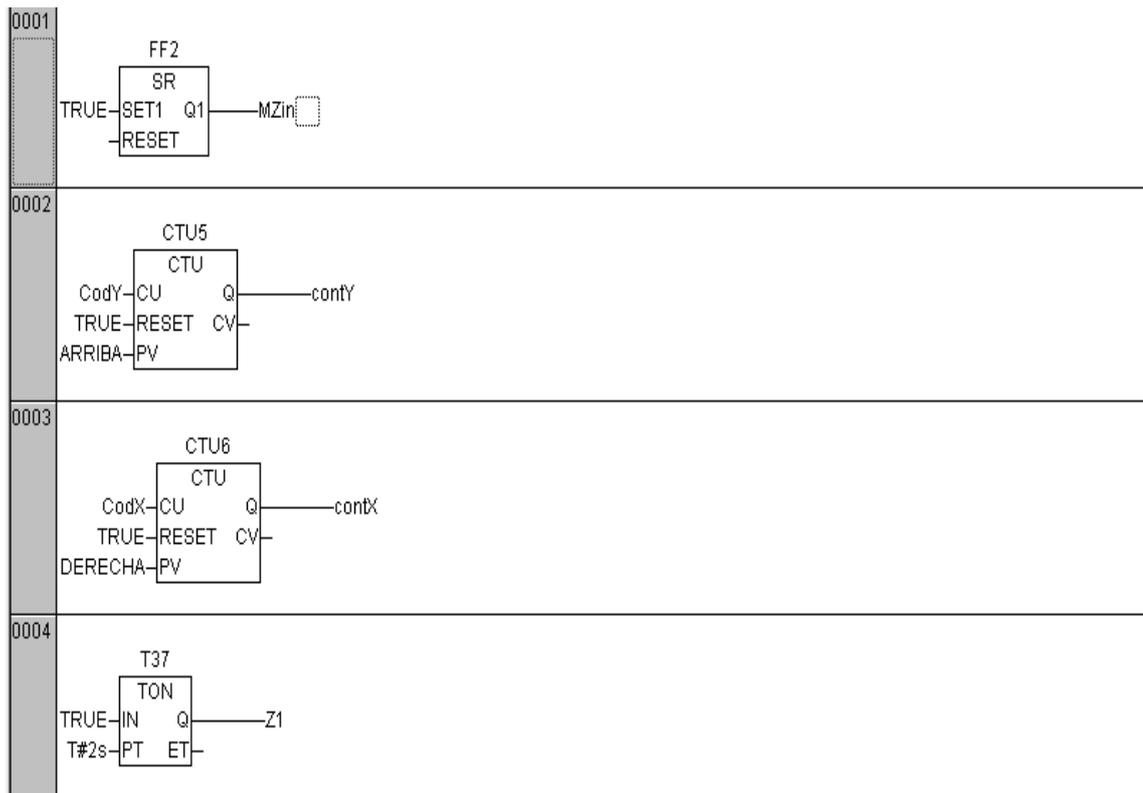
Transición: OBJ

En esta transición se verifica la presencia de un objeto (OBJ) y se detiene el proceso si el STOP es utilizado.



ZIN

Se resetea la marca utilizada en la etapa anterior, el contador y comienza el tiempo para la desactivación del movimiento en Z.



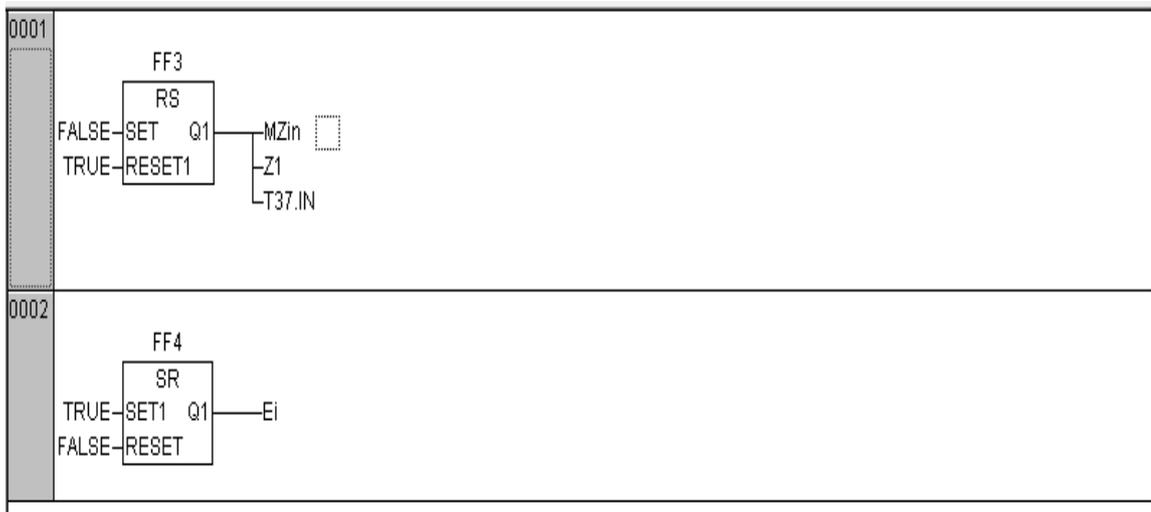
Transición Z:

Cuando el tiempo del temporizador de la desactivación del movimiento en Z termine y STOP no está presionado se activará la transición.



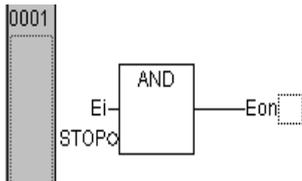
ELENABLE

Desactiva y da reset a las marcas, variables y temporizadores utilizados antes y activa el electroimán para tomar el objeto (Ei).



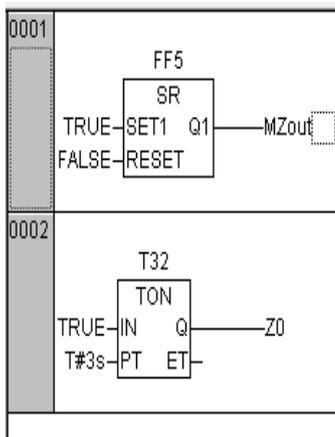
Transición: Eon

En esta transición se verifica si el STOP está presionado, si no lo está y el electroimán se ha activado pasa a la siguiente etapa.



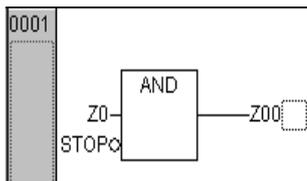
ZOUT

En esta etapa se activa la marca de movimiento en el eje Z para sacar el objeto de la bodega y se activa el temporizador para detener el movimiento.



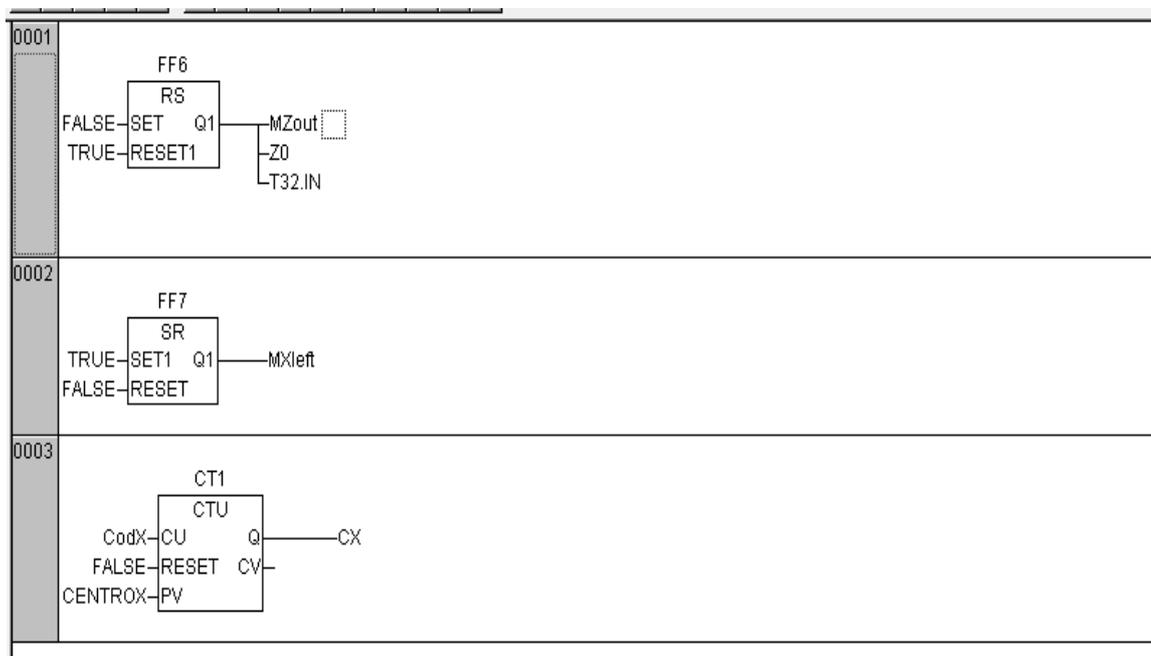
Transición: Z00

Se verifica si el temporizador ya termino su tiempo y si se ha activado el STOP.



XCENTER

En ésta etapa se da reset a la marca de movimiento, la variable y el temporizador. Además, se activa el movimiento en el eje X hacia la izquierda y comienza a contarse los pasos del encoder de movimiento del eje X.



Transición: CXX

Si el contador alcanzó el valor especificado por CENTROX se activa CX y acá se verifica si CX está activo y no está presionado STOP.



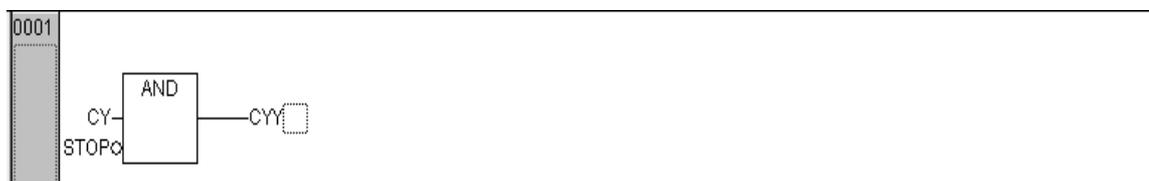
Y

Reinicia las variables y la marca del movimiento en X, se activa el movimiento en Y hacia abajo, se activa el contador de pasos en el eje Y, cuando se cumple el valor especificado, se activa el CY.



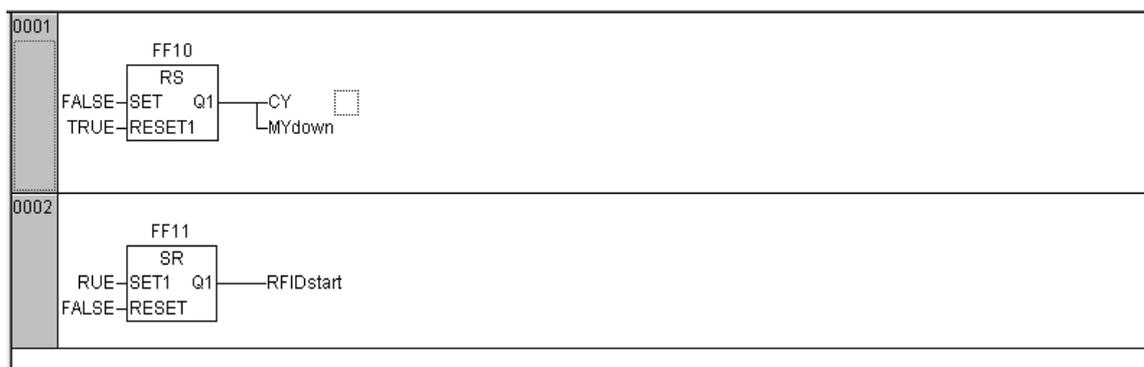
Transición CYY:

Se verifica si CY se activó y si se ha presionado el STOP.



LEERLECTOR

Se da reset a las variables y se activa una salida (RFIDstart), para indicarle al OMRON que ha llegado a la posición de lectura del RFID.



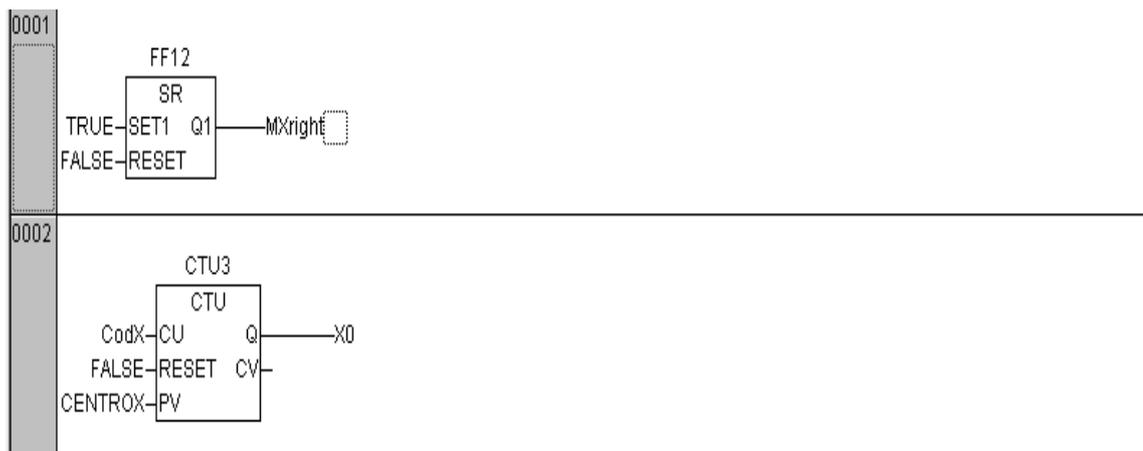
****Transición Rama: RECO

Ésta es la transición que verifica si se ha reconocido el paquete con uno de los códigos establecidos. La transición se activa si a la entrada del PLC llega el pulso desde el PLC OMRON, que indica que se ha reconocido el objeto y si no ha sido presionado el botón de paro de emergencia (EMERGENCY) o el STOP.



XDERECHA

En ésta etapa se activa el movimiento del eje X y comienza a realizarse el contador de pasos en ese eje, hasta alcanzar el valor deseado de CENTROX.



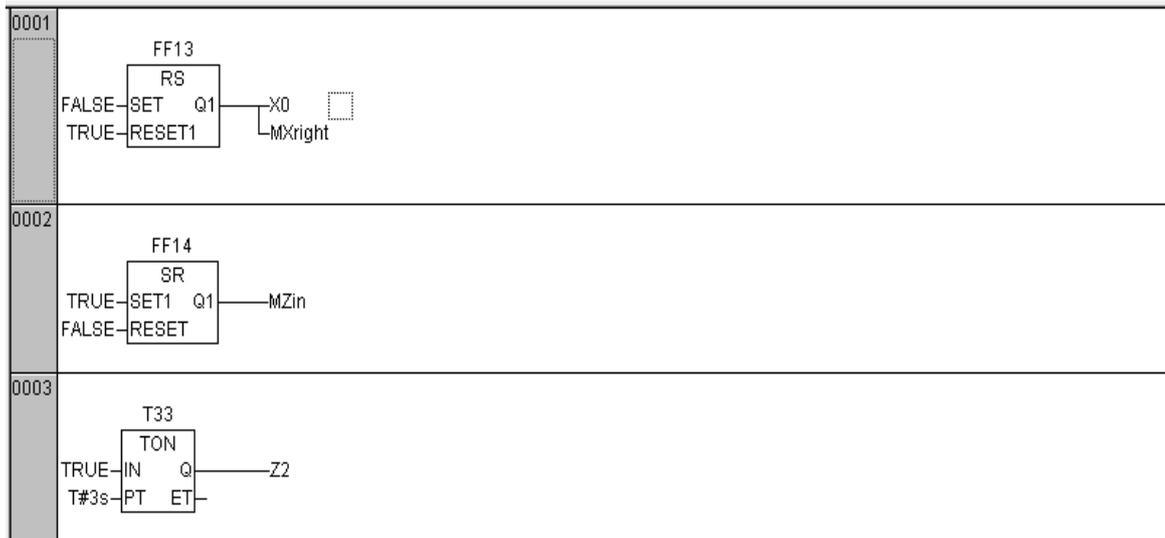
Transición X00:

Se verifica el STOP por si se ha hecho un paro en un estado determinado.



ZINR

Se desactiva el movimiento hacia la derecha, comienza el movimiento de Z hacia adentro y se activa el temporizador.



Transición: Z22

Se revisa la entrada del STOP, si no está activo y el temporizador T33 ha terminado el tiempo, se activa la transición para dar paso a la siguiente etapa.



EIDIS1

Se desactiva el electroimán para que suelte el paquete en la banda transportadora y se activa el motor de movimiento en el eje Z; se activa el temporizador T35, para controlar el tiempo de desactivación del mismo.



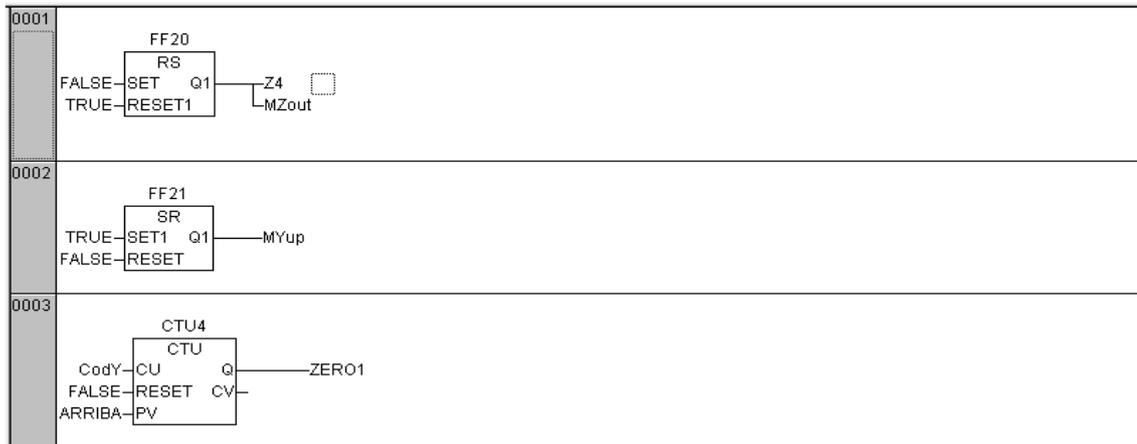
Transición: Z44

Nuevamente se revisa la entrada del STOP y si se ha cumplido el paso del temporizador.



XINI

Se reinician las marcas y variables activadas y se activa el movimiento en Y hacia arriba, para el retorno del manipulador al punto inicial (contador CTU4 hasta ARRIBA).



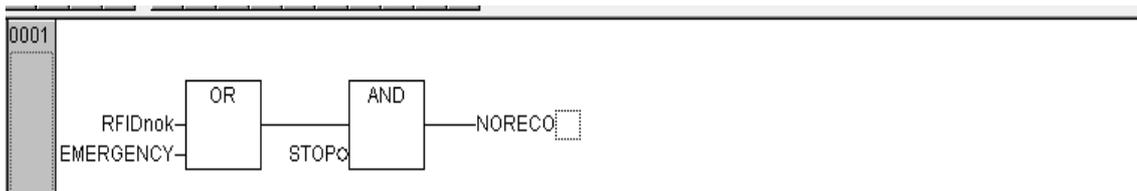
Transición ZERO11:

Revisión del STOP y finalización del contador de pasos en Y.



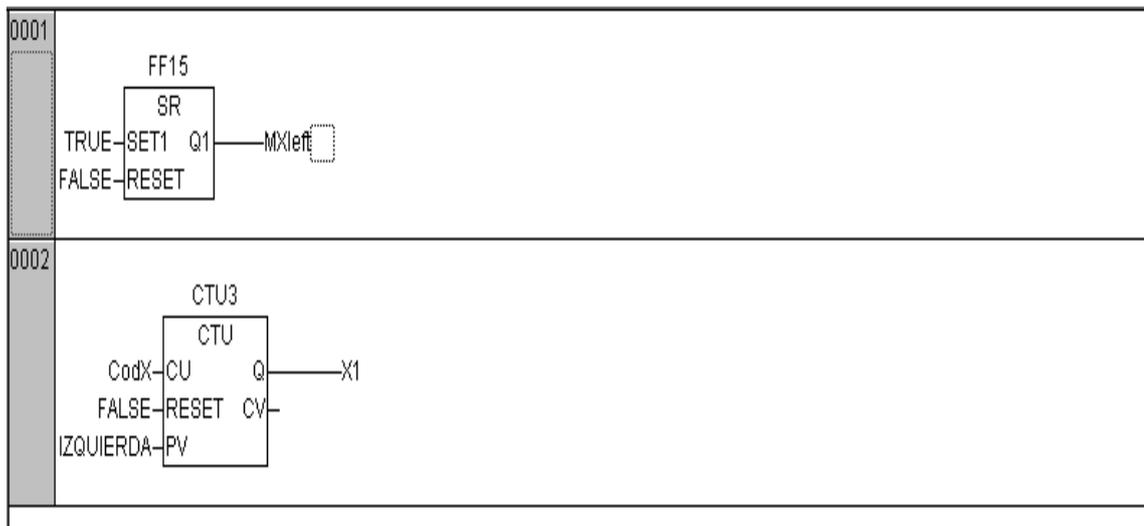
****Transición Rama: NORECO

Esta es la transición cuando un paquete no ha sido reconocido, se evalúa también si se ha activado la entrada de EMERGENCY o STOP.



XIZQUIERDA

Se activa el movimiento de X hacia la izquierda y el contador de pasos de X para llegar hasta la posición indicada a la izquierda.



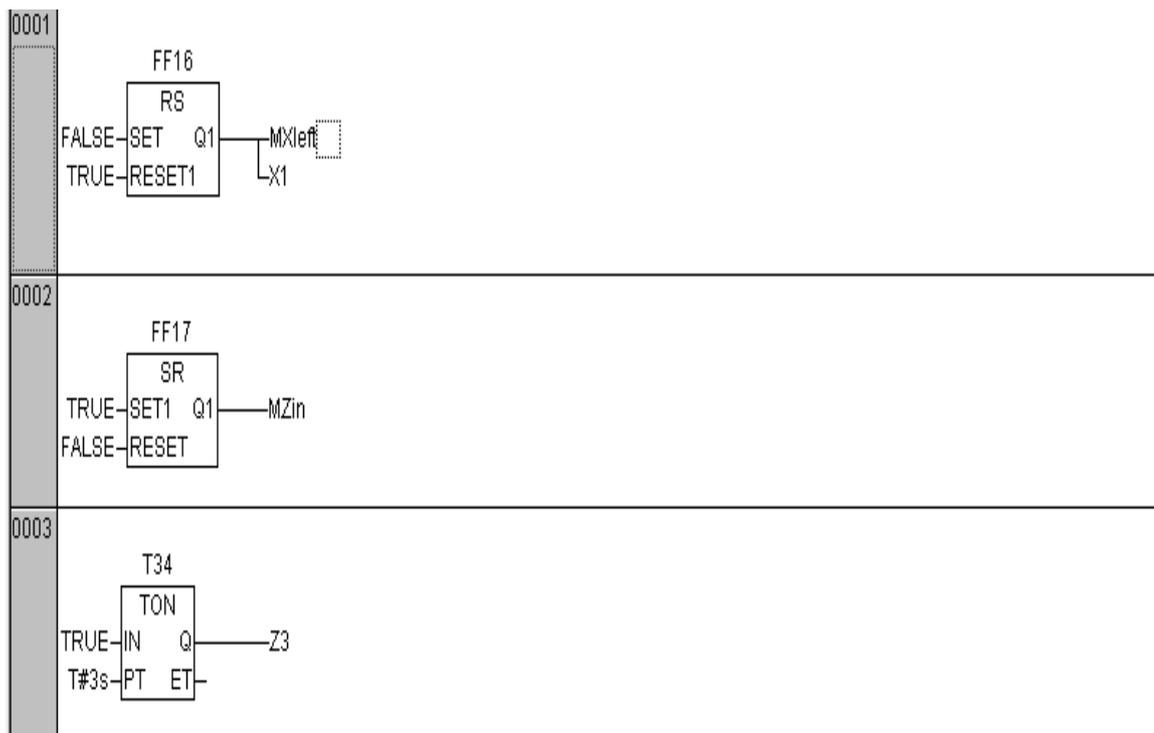
Transición X11:

Revisión del STOP y finalización del contador.



ZINL

Desactiva el movimiento en el eje X, y activa el movimiento en el eje Z hasta que el temporizador se cumpla.



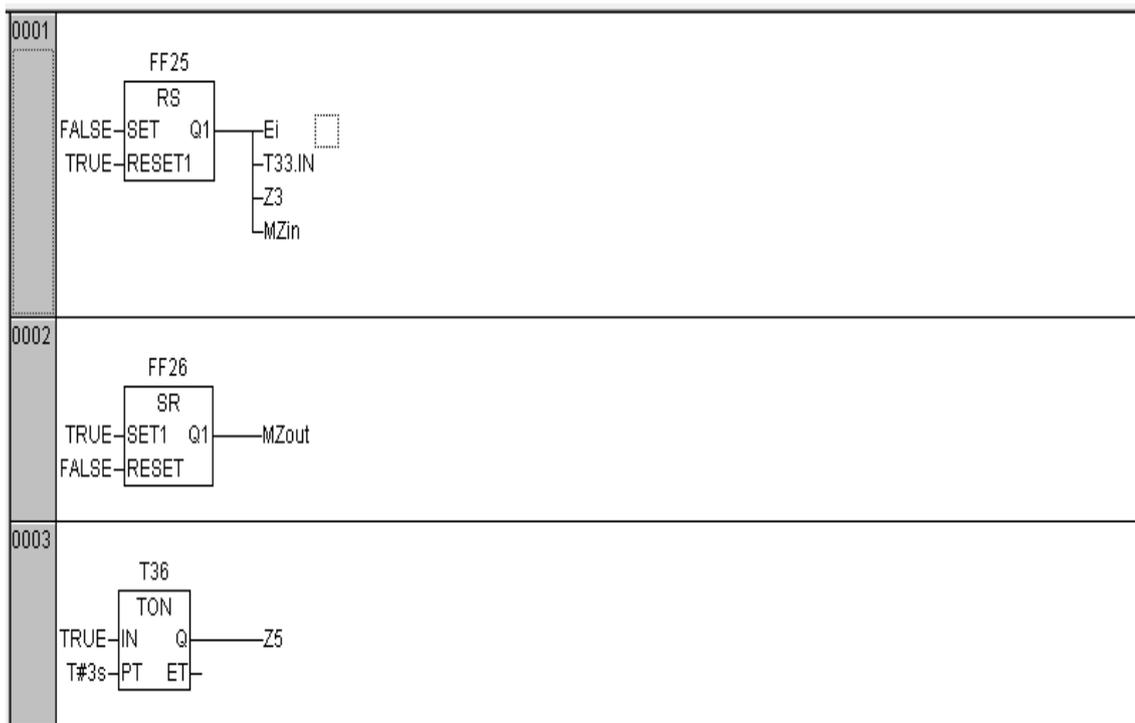
Transición Z33:

Revisión del STOP y la finalización del temporizador T34.



EIDIS2

Se desactiva el electroimán para soltar el paquete en la zona de revisión, se activa el movimiento de regreso del electroimán para prepararse a volver a su posición original.



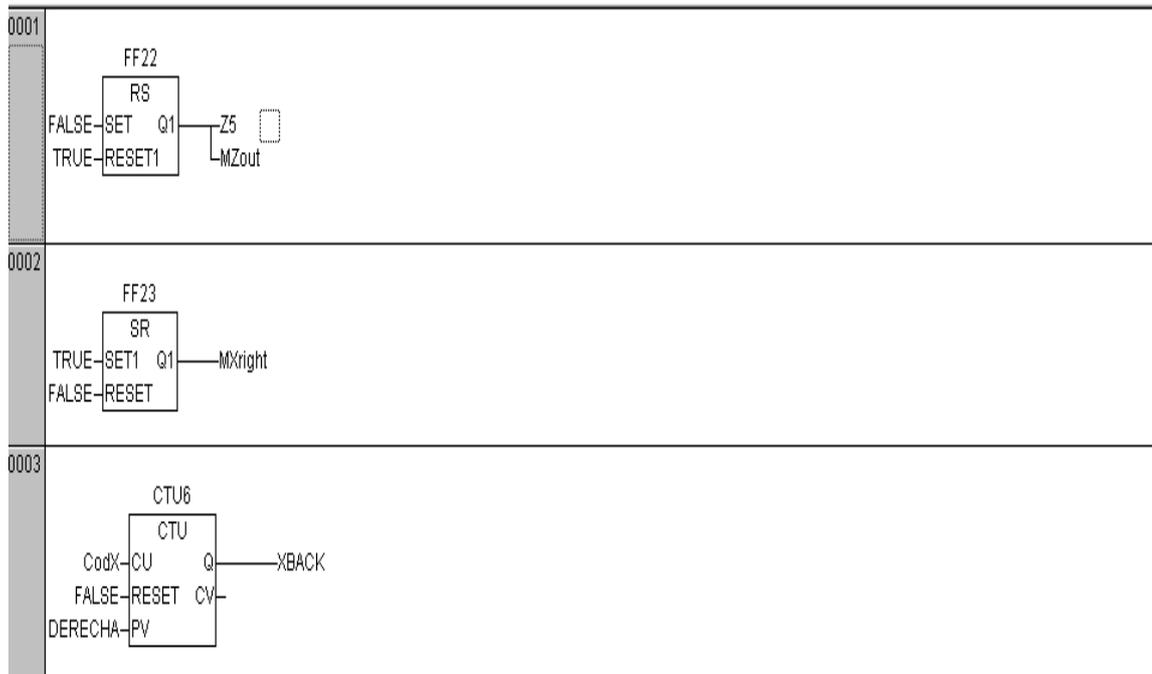
Transición Z55:

Revisión del STOP y la finalización de retorno del eje Z.



XYINI

Desactiva el movimiento del eje Z y comienza a moverse en X hasta que el contador de pasos alcance el valor especificado en DERECHA.



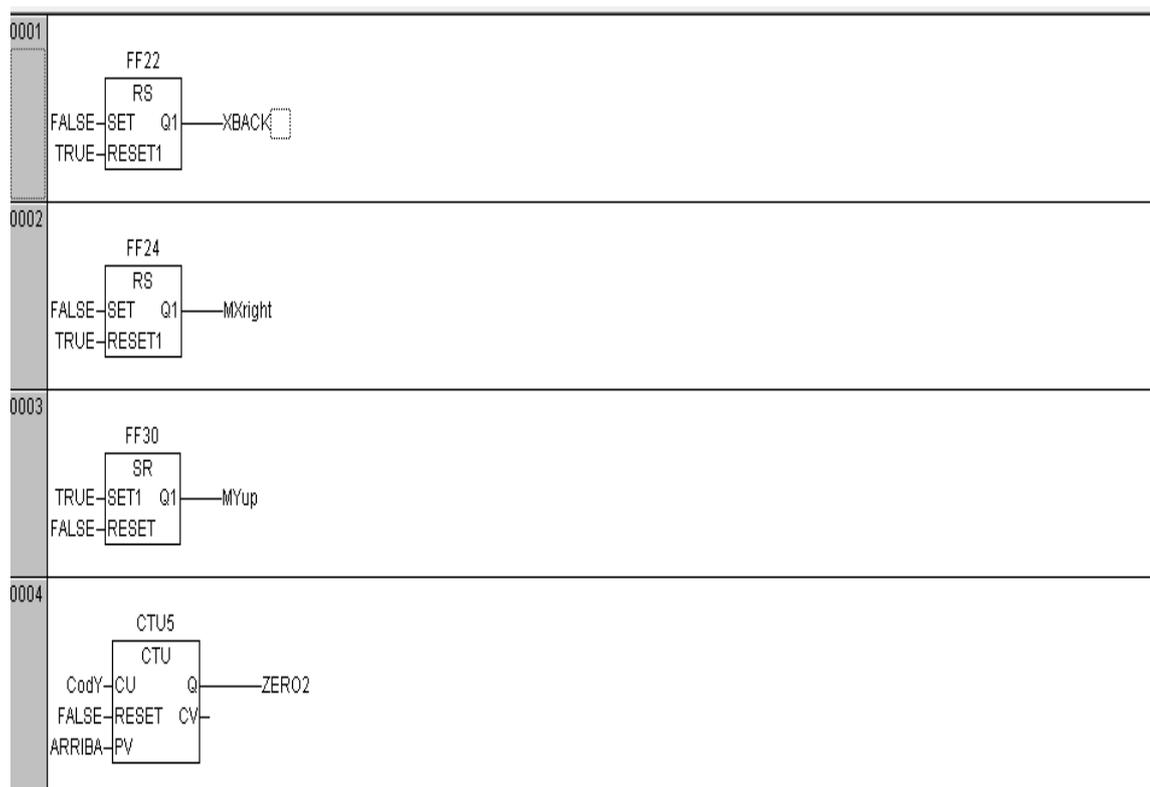
Transición XReturn:

Se revisa el STOP y si la X ya retorno al inicio.



YINI

Desactiva el movimiento de retorno de X al llegar a su destino y activa el movimiento de retorno de Y.



Transición ZERO22:

Revisión del STOP y de la marca ZERO2.



FIN

Se desactiva el movimiento en el eje X y en el eje Y, y se activa la variable de la marca para el retorno.



Transición Retorno

En esta transición no se realiza programación alguna, ya que es activada desde la etapa anterior solo para hacer el retorno al inicio del programa.

CONFIGURACIÓN.

Ya que se utilizan salidas y entradas digitales únicamente, no es necesaria una configuración de software relevante para dicho PLC.

CONEXIONES PARA PLC SIEMENS S7-200 CPU224

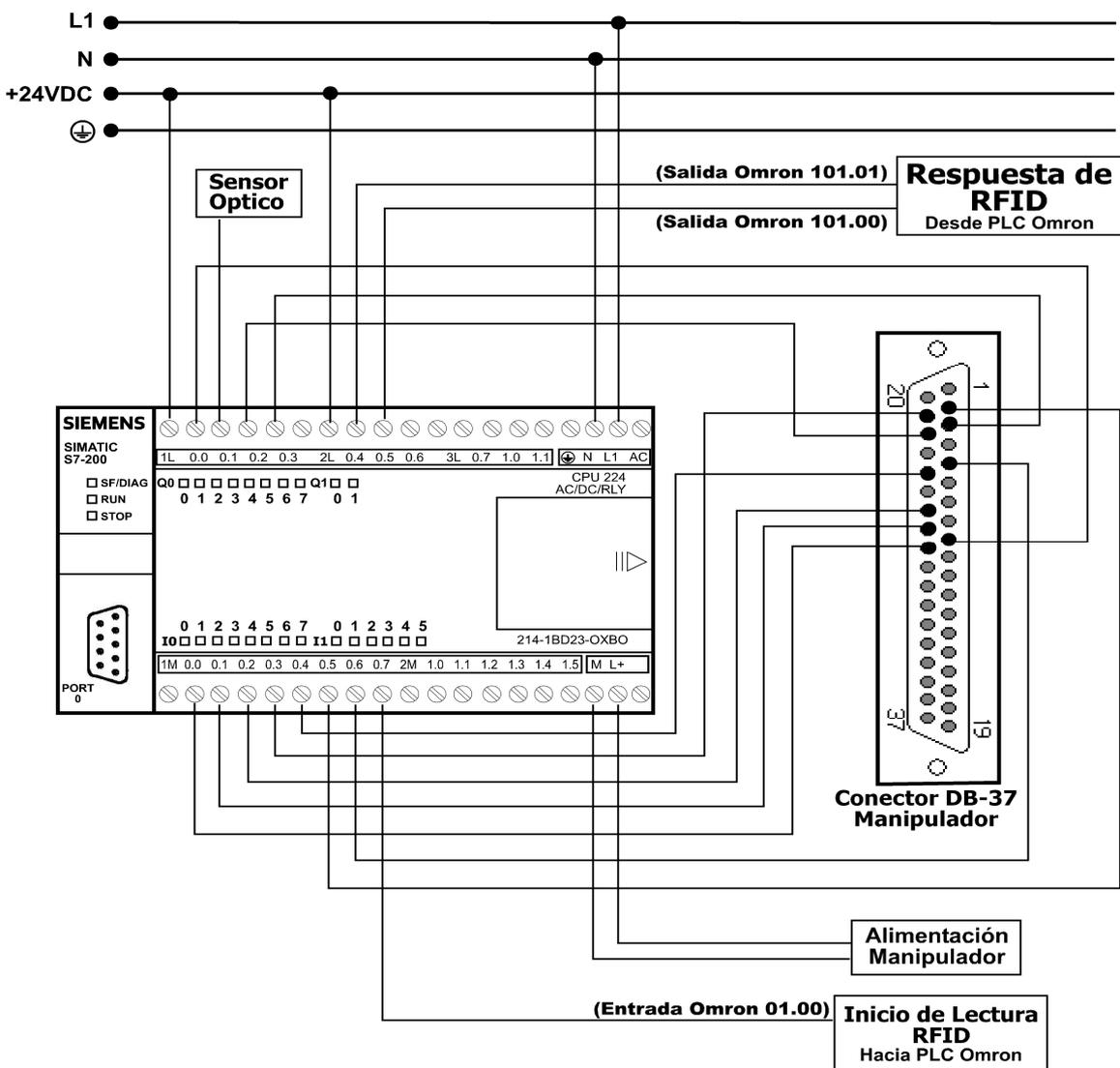
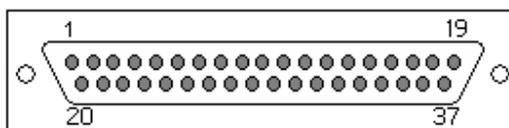


FIGURA 11. CONEXIONES SIEMENS HACIA EL PUERTO DEL MANIPULADOR.

PIN OUT CONECTOR DB-37 DEL MANIPULADOR SIEMENS



La siguiente tabla presenta las diferentes entradas y salidas que han sido utilizadas en el proyecto para lograr el control del manipulador SIEMENS:

PIN	ENTRADA/SALIDA	DESCRIPCION
1	NC	NC
2	Entrada	Baja el manipulador
3	Salida	Señal del encoder del eje Y
4	NC	NC
5	Entrada	Sube el manipulador
6 - 8	NC	NC
9	Salida	Botón de encendido
10 - 20	NC	NC
21	Entrada	Mueve el manipulador hacia la derecha
22	Salida	Señal del encoder del eje X
23	NC	NC
24	Entrada	Mueve el manipulador hacia la izquierda
25	NC	NC
26	Entrada	Activación y desactivación del electroimán
27	Entrada	Mueve el manipulador hacia atrás
28	Entrada	Mueve el manipulador hacia adelante
29 - 37	NC	NC

TABLA 4: PIN OUT DB37 DEL MANIPULADOR

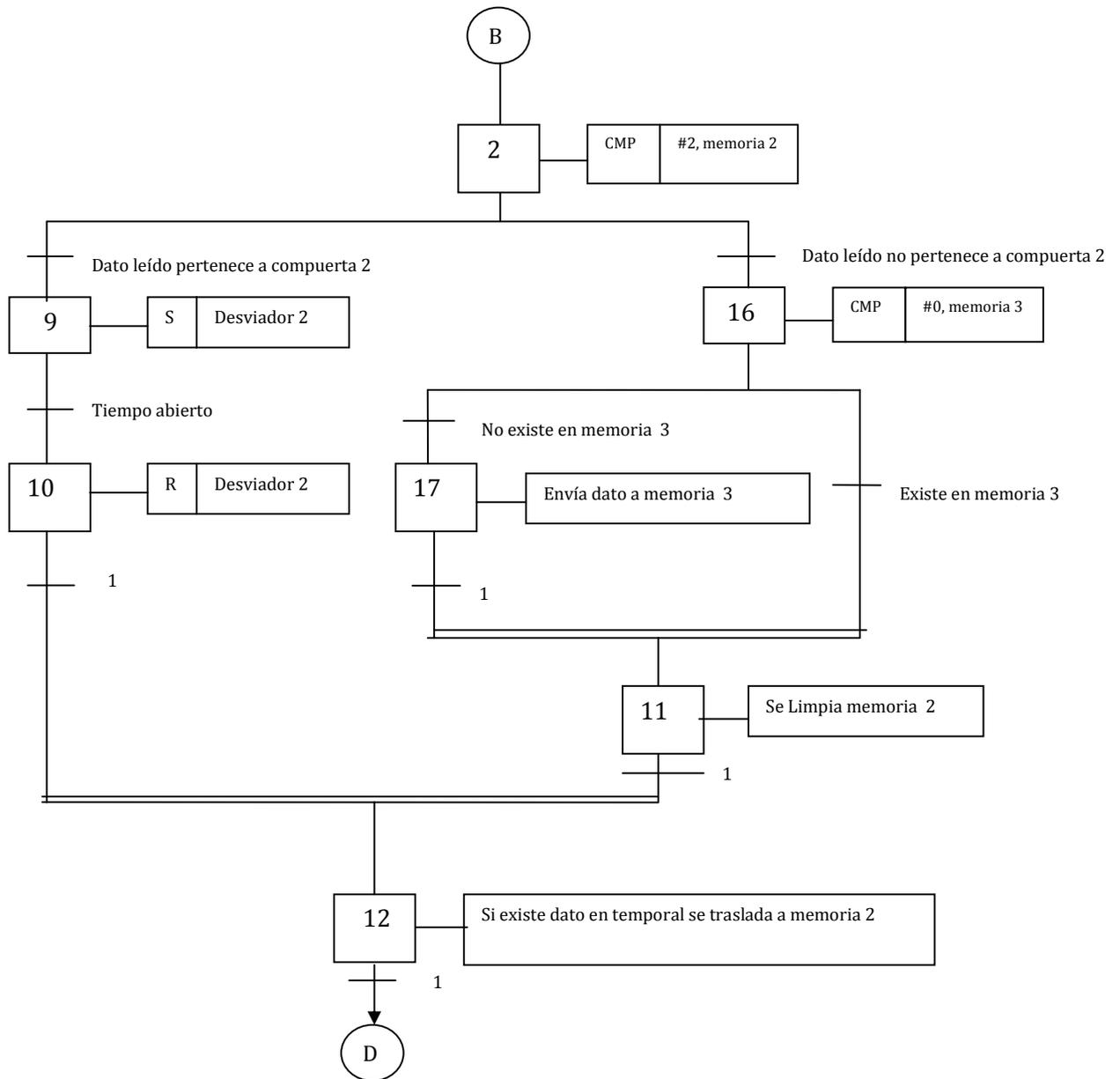
PLC OMRON CP1H-X

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

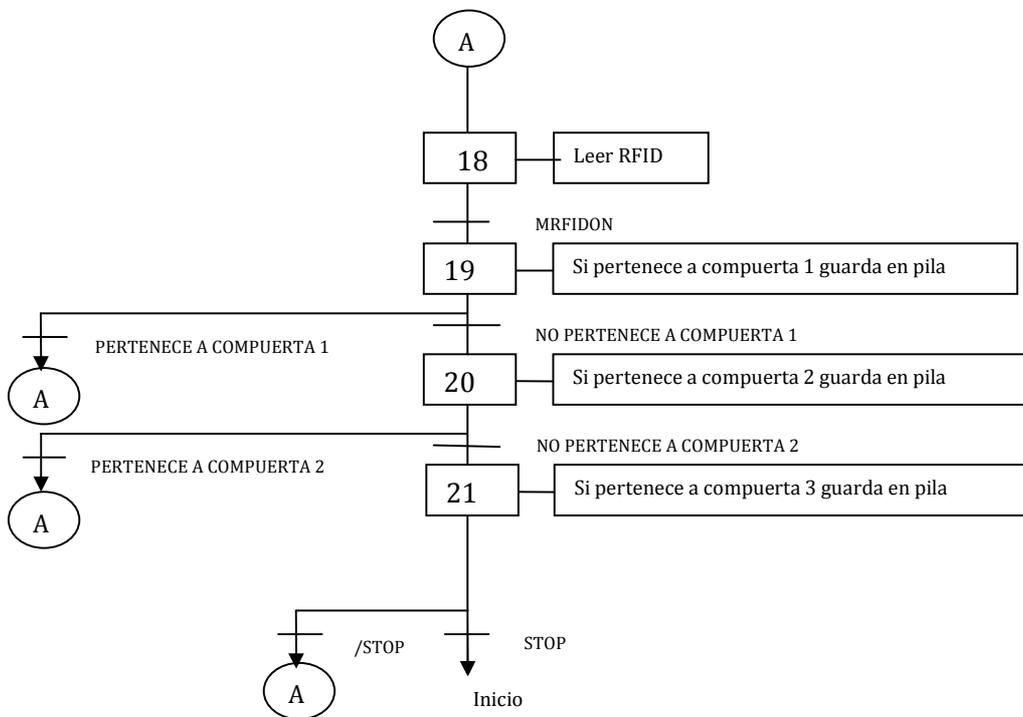
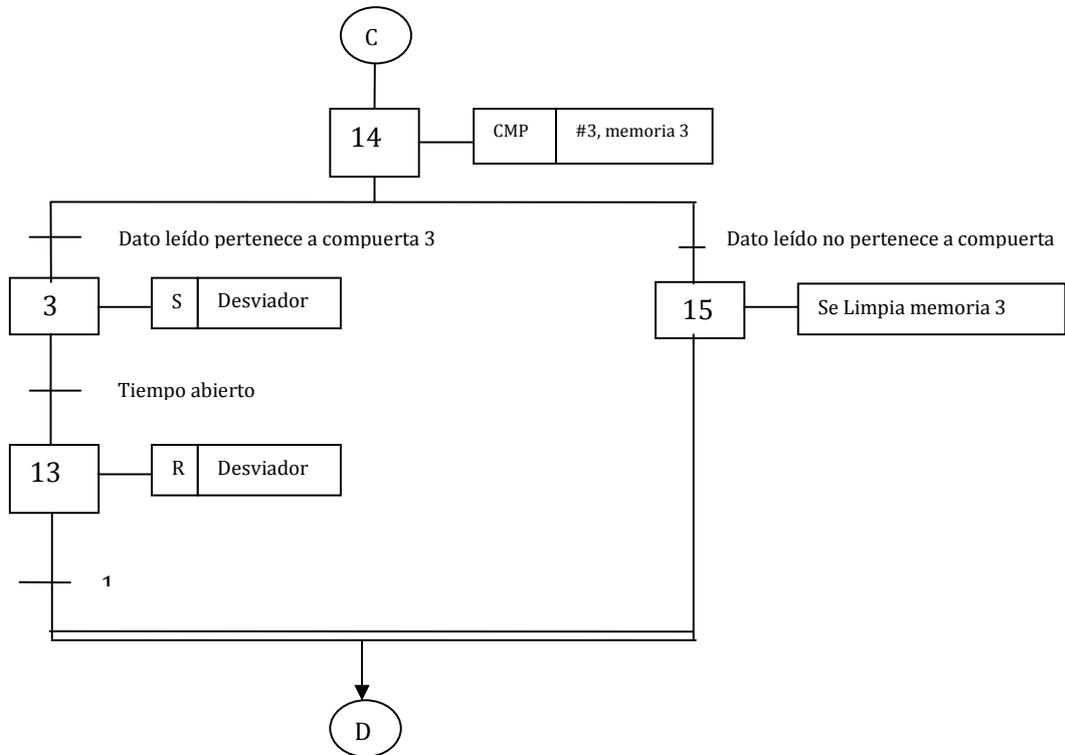
El PLC OMRON CP1H-X será utilizado para controlar el proceso que se realiza sobre la banda, así como la lectura de las etiquetas RFID y su direccionamiento según la identificación obtenida. Será el encargado de la activación de los motores para los desviadores de paquetes a su destino.

El proceso en este modulo inicia en el momento que el lector de RFID recibe un paquete, y realiza la lectura por medio del puerto RS232 del PLC, el reconocimiento del dato es enviado hacia el S7-200 a 2 entradas diferentes, una al ser reconocido y otra al no serlo, al mismo tiempo el dato es almacenado en pila para luego ser tratado. Al momento que el primer paquete pasa por el primer sensor comienza el proceso de clasificación por comparaciones con códigos establecidos para cada destino.

Sistema de Clasificación de Paquetes



Sistema de Clasificación de Paquetes



DECLARACIÓN DE CONSTANTES Y VARIABLES.

En el cuadro siguiente se detallan las variables, constantes y bloques de función declarados para el funcionamiento del programa, sus respectivas direcciones y sus valores.

NOMBRE	TIPO	DIR	COMENTARIO
Sensor1	BOOL	0.00	Sensor 1
Sensor2	BOOL	0.01	Sensor 2
Sensor3	BOOL	0.02	Sensor 3
RFID01	BOOL	0.03	Paquete Destino 01
RFID02	BOOL	0.04	Paquete Destino 02
RFID03	BOOL	0.05	Paquete Destino 03
comp1	BOOL	0.06	Compuerta 1
comp2	BOOL	0.07	Compuerta 2
comp3	BOOL	0.08	Compuerta 3
START	BOOL	0.09	START
STOP	BOOL	0.10	PARADA SOLICITADA EN ETAPA
EMERGENCIA	BOOL	0.11	PARO DE EMERGENCIA
RFIDON	BOOL	1.00	RFID ACTIVADO
ACMANBAN	BOOL	1.01	ACTIVACION MANUAL DE BANDA
AUTO_MAN	BOOL	1.02	MODO AUTOMATICO/MODO MANUAL
PARO	BOOL	1.03	PARO AL FINALIZAR UN CICLO
ETAPAS	CHANNEL	10	todas las etapas
E_0	BOOL	10.00	ETAPA 0
E_1	BOOL	10.01	ETAPA 1
E_2	BOOL	10.02	ETAPA 2
E_3	BOOL	10.03	ETAPA 3
E_4	BOOL	10.04	ETAPA 4
E_5	BOOL	10.05	ETAPA 5
E_6	BOOL	10.06	ETAPA 6
E_7	BOOL	10.07	ETAPA 7
E_8	BOOL	10.08	ETAPA 8
E_9	BOOL	10.09	ETAPA 9
E_10	BOOL	10.10	ETAPA 10
E_11	BOOL	10.11	ETAPA 11
E_12	BOOL	10.12	ETAPA 12
E_13	BOOL	10.13	ETAPA 13

Sistema de Clasificación de Paquetes

E_14	BOOL	10.14	ETAPA 14
E_15	BOOL	10.15	ETAPA 15
E_16	BOOL	11.00	ETAPA 16
E_17	BOOL	11.01	ETAPA 17
E_18	BOOL	11.02	ETAPA 18
E_19	BOOL	11.03	ETAPA 19
E_20	BOOL	11.04	ETAPA 20
E_21	BOOL	11.05	ETAPA 21
MIFARE	BOOL	11.06	Detección de Sensor
MSRFID	BOOL	11.07	Bandera RFID Correcta
MNRFID	BOOL	11.08	Bandera de RFID Incorrecta
PREPARACION	BOOL	11.10	PUESTA ESTADO INICIAL
BANDA	BOOL	11.11	Marca Activación Banda
MRFIDON	BOOL	11.12	Marca Activación RFID
MACTCOM1	BOOL	11.13	MARCA ACTIVACION COMPUERTA 1
MACTCOM2	BOOL	11.14	MARCA ACTIVACION COMPUERTA 2
MACTCOM3	BOOL	11.15	MARCA ACTIVACION COMPUESRTA 3
MARCAS	CHANNEL	20	MARCAS Y ESTADOS
INICIO	BOOL	20.00	INICIO DEL PROGRAMA
M2	BOOL	20.01	MARCA 2
M3	BOOL	20.02	MARCA 3
M4	BOOL	20.03	MARCA 4
M5	BOOL	20.04	RETORNO DESVIADOR 1
A	BOOL	20.05	Cumple bodega 1
B	BOOL	20.06	No Cumple bodega 1
M6	BOOL	20.07	RETORNO DESVIADOR 2
M7	BOOL	20.08	RETORNO DESVIADOR 3
C	BOOL	20.09	Mueve a la dirección del DS2
D	BOOL	20.10	Mueve a temp
E	BOOL	20.11	Cumple Bodega 2
F	BOOL	20.12	No Cumple Bodega 2
M8	BOOL	20.13	MARCA 8
M9	BOOL	20.14	MARCA 9
M10	BOOL	20.15	marca RFID
MARCAS2	CHANNEL	30	MARCAS3
M30	BOOL	30.00	MARCA 30
M31	BOOL	30.01	MARCA 31

Sistema de Clasificación de Paquetes

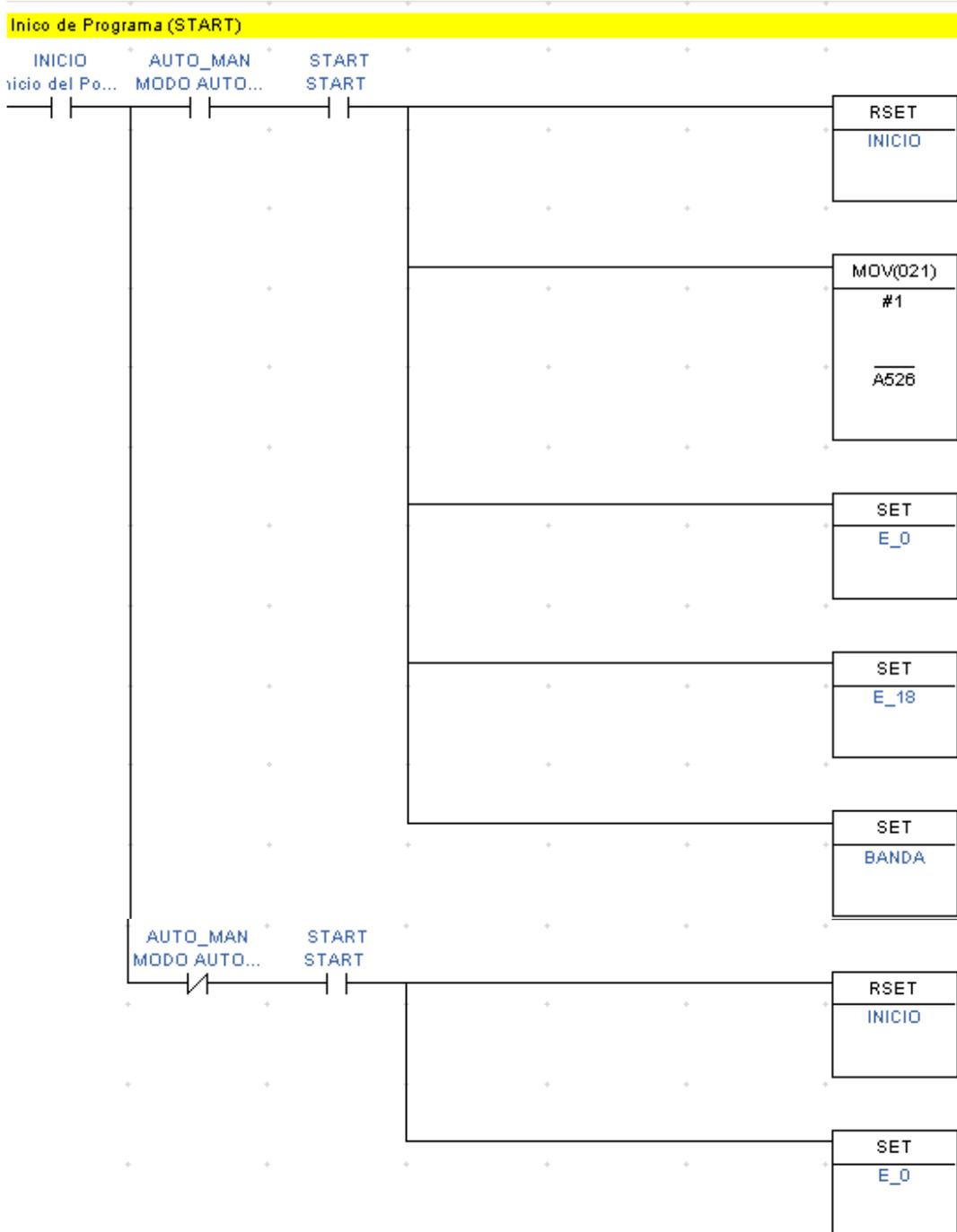
M32	BOOL	30.02	MARCA 32
G	BOOL	30.03	Cumple Bodega 3
H	BOOL	30.04	No Cumple Bodega 3
I	BOOL	30.05	Mueve a la dirección del DS3
J	BOOL	30.06	No Mueve a la dirección del DS3
MRFID1	BOOL	30.07	PERTENECE A 1
MRFID2	BOOL	30.08	PERTENECE A 2
MRFID3	BOOL	30.09	PERTENECE A 3
K	BOOL	30.10	ES RFID A COMPUERTA 1
L	BOOL	30.11	NO ES RFID A COMPUERTA 1
M	BOOL	30.12	ES RFID A COMPUERTA 2
N	BOOL	30.13	NO ES RFID A COMPUERTA 2
O	BOOL	30.14	ES RFID A COMPUERTA 3
P	BOOL	30.15	NO ES RFID A COMPUERTA 3
M1A	BOOL	100.00	ABRIR DESVIADOR 1
M1C	BOOL	100.01	CERRAR DESVIADOR 1
M2A	BOOL	100.02	ABRIR DESVIADOR 2
M2C	BOOL	100.03	CERRAR DESVIADOR 2
M3A	BOOL	100.04	ABRIR DESVIADOR 3
M3C	BOOL	100.05	CERRAR DESVIADOR 3
NRECO	BOOL	101.00	RFID NO RECONOCIDO
SRECO	BOOL	101.01	RFID SI RECONOCIDO
BANDAON	BOOL	101.02	ACTIVA LA BANDA
SSTART	BOOL	101.03	SALIDA DE ON
SSTOP	BOOL	101.04	SALIDA DE STOP
SEMERGENCIA	BOOL	101.05	SALIDA DE RESET
SAUTO_MAN	BOOL	101.06	SALIDA MODO
DATO	CHANNEL	D1000	DATO A LEER DE PILA
TC_01	BOOL	T0000	TIMER DESVIADOR 1
TC_02	BOOL	T0001	TIMER DESVIADOR 2
TC_03	BOOL	T0002	TIMER DESVIADOR 3
TC_04	BOOL	T0003	TIMER LECTURA RFID
TC_05	BOOL	T0004	TIMER RFID RECONOCIDO
TC_06	BOOL	T0005	TIMER RFID NO RECONOCIDO
TC_07	BOOL	T0006	TIMER TIEMPO RECONOCIMIENTO RFID
TC_08	BOOL	T0007	TIMER BANDA ACTIVA EN PARO

TABLA 5: VARIABLES Y CONSTANTES PARA PLC OMRON

PROGRAMA EN LD

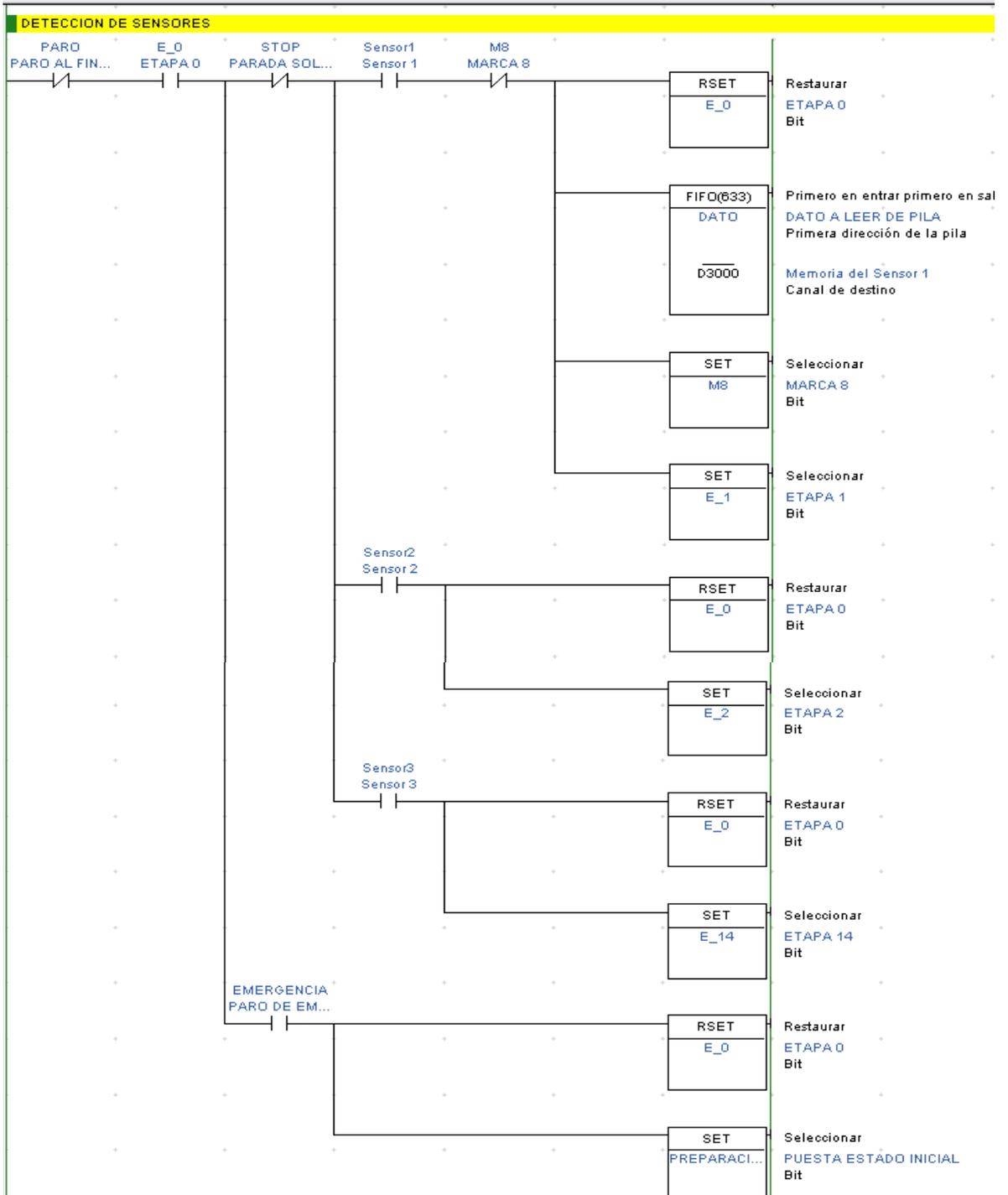
Inicio del Programa:

Selección de modo Automático y Manual

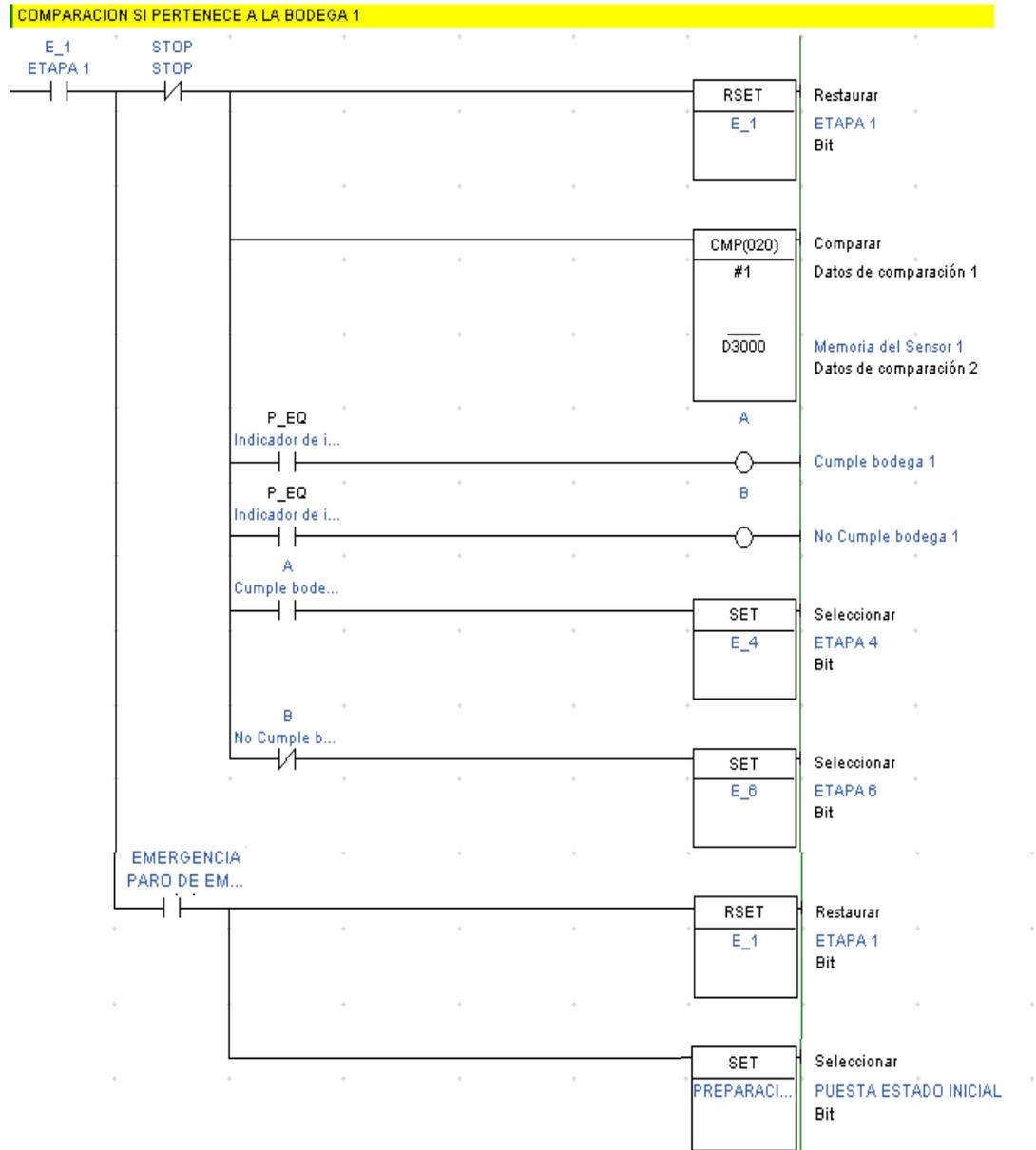


Sistema de Clasificación de Paquetes

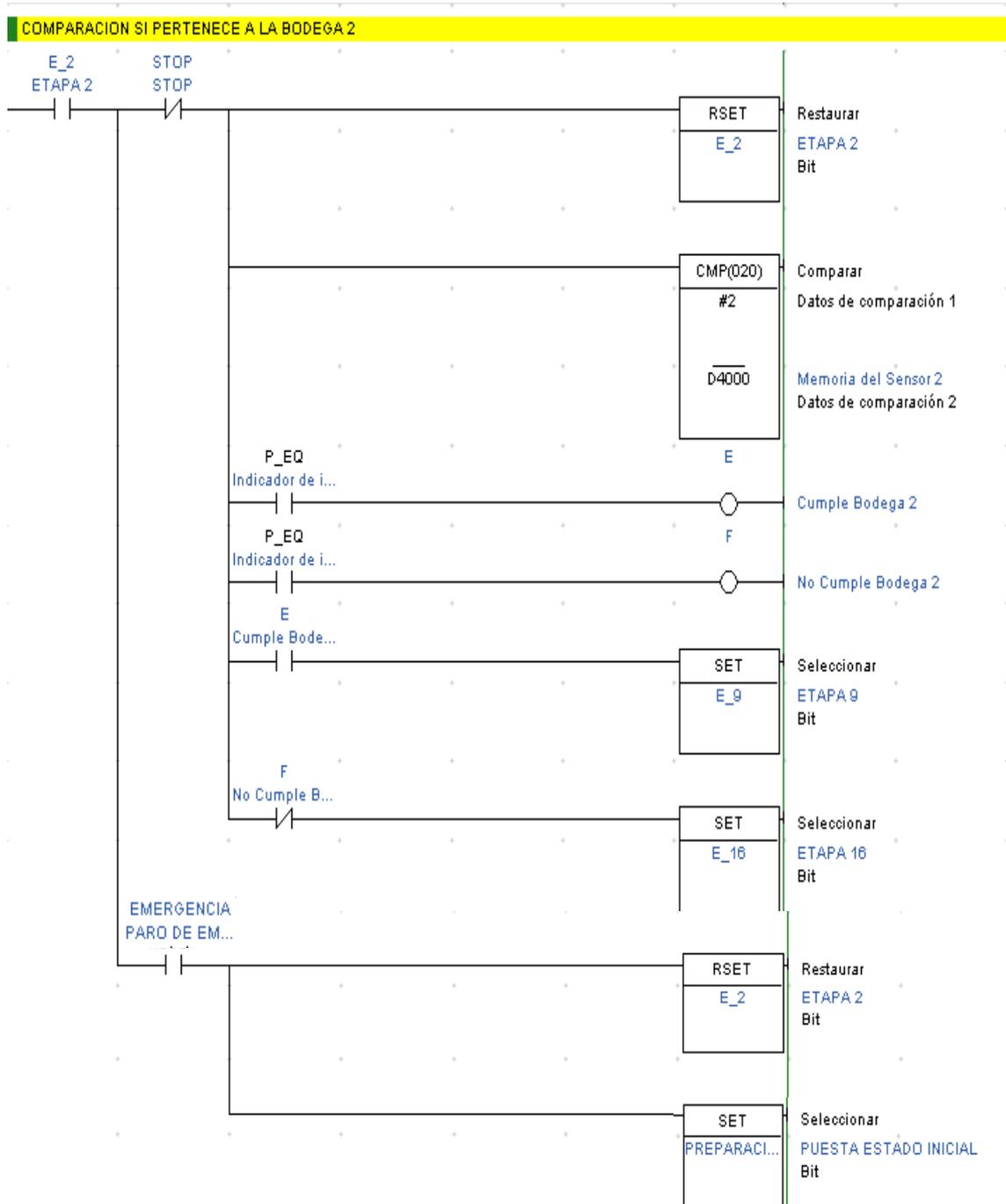
Etapa 0: Espera La detección del paquete por cualquiera de los tres sensores



Etapa1: Pasando el Primer Sensor se compara si pertenece a ésta compuerta.

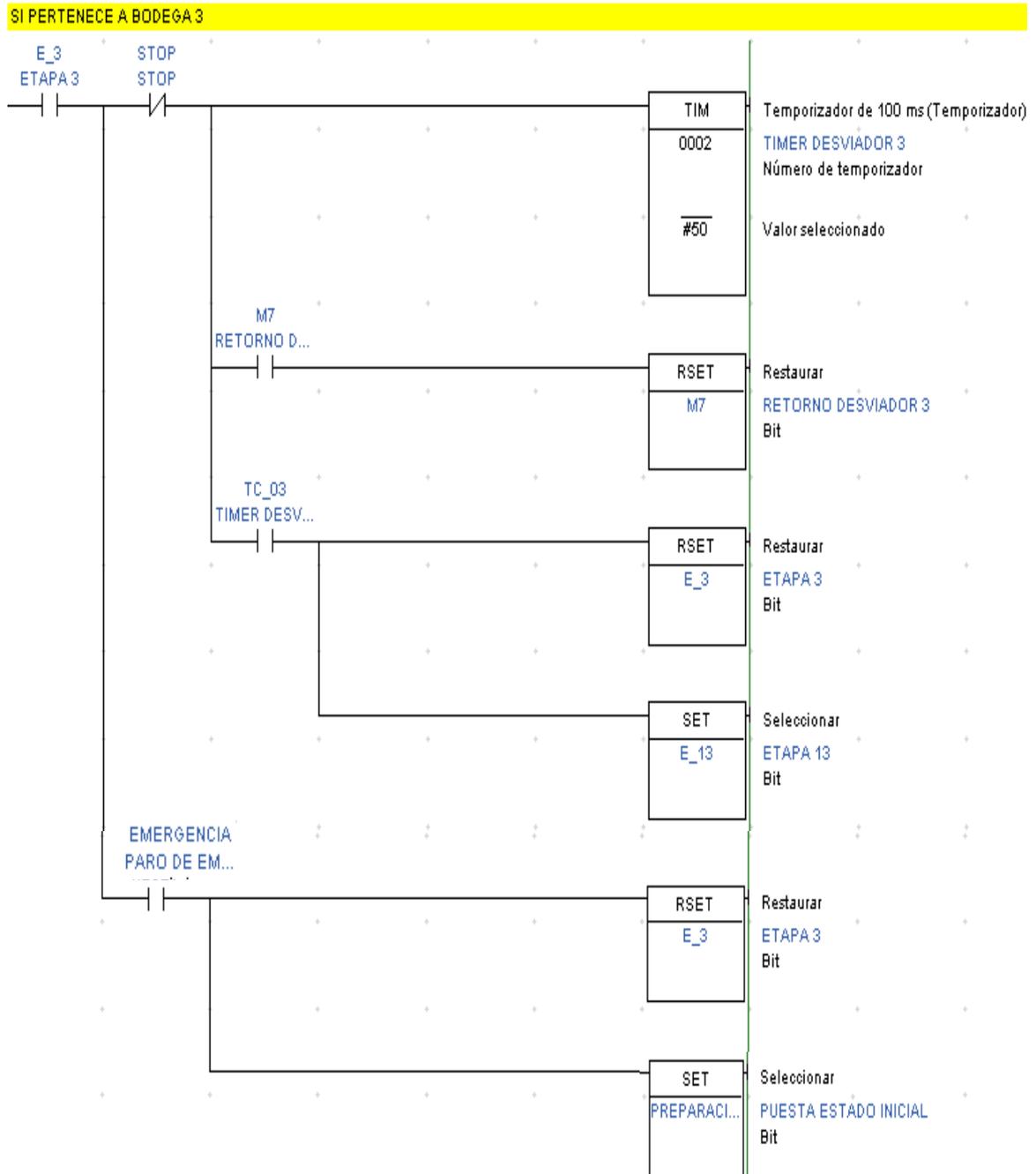


Etapa 2: Pasando el segundo Sensor se compara si pertenece a ésta compuerta.

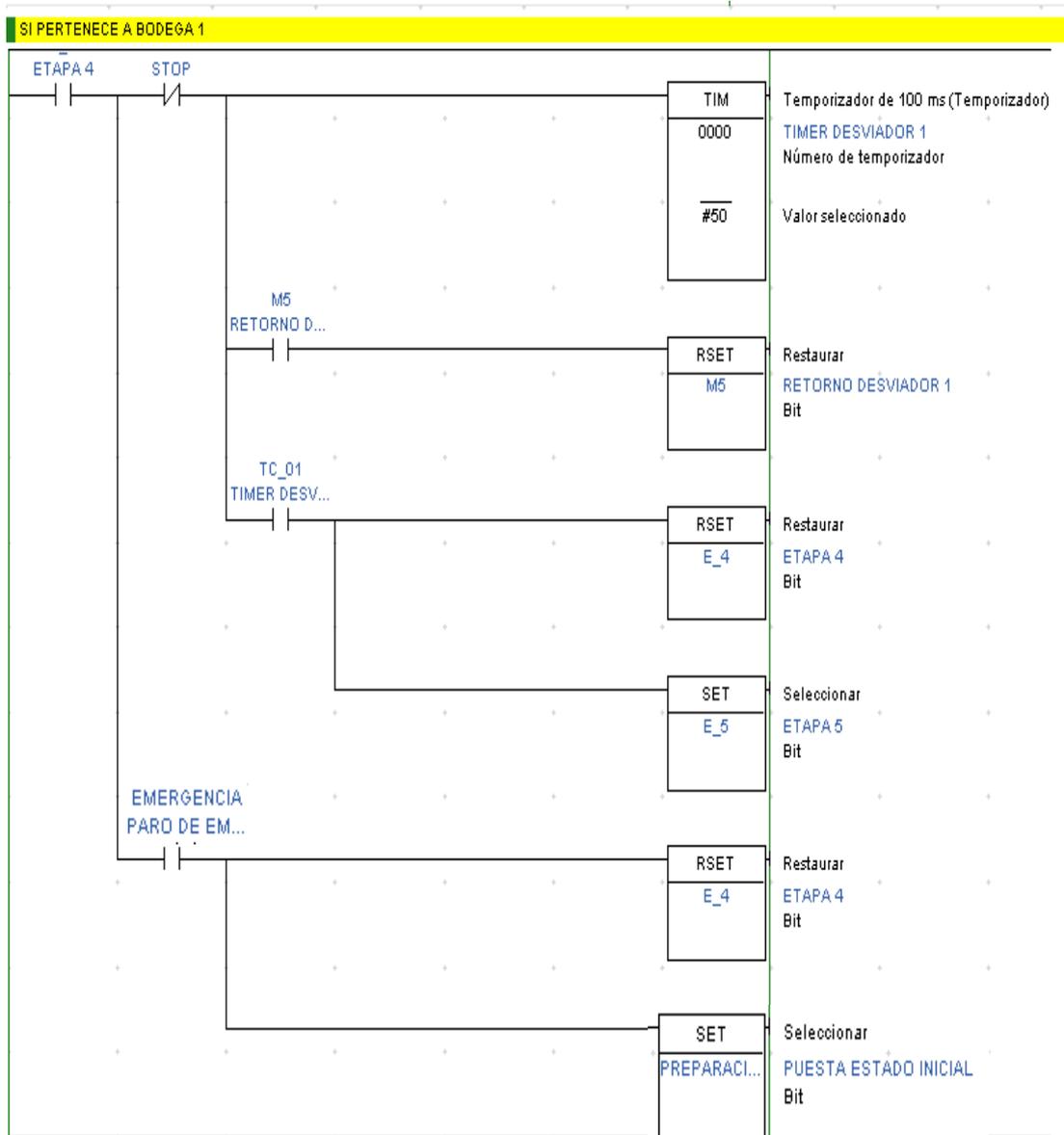


Sistema de Clasificación de Paquetes

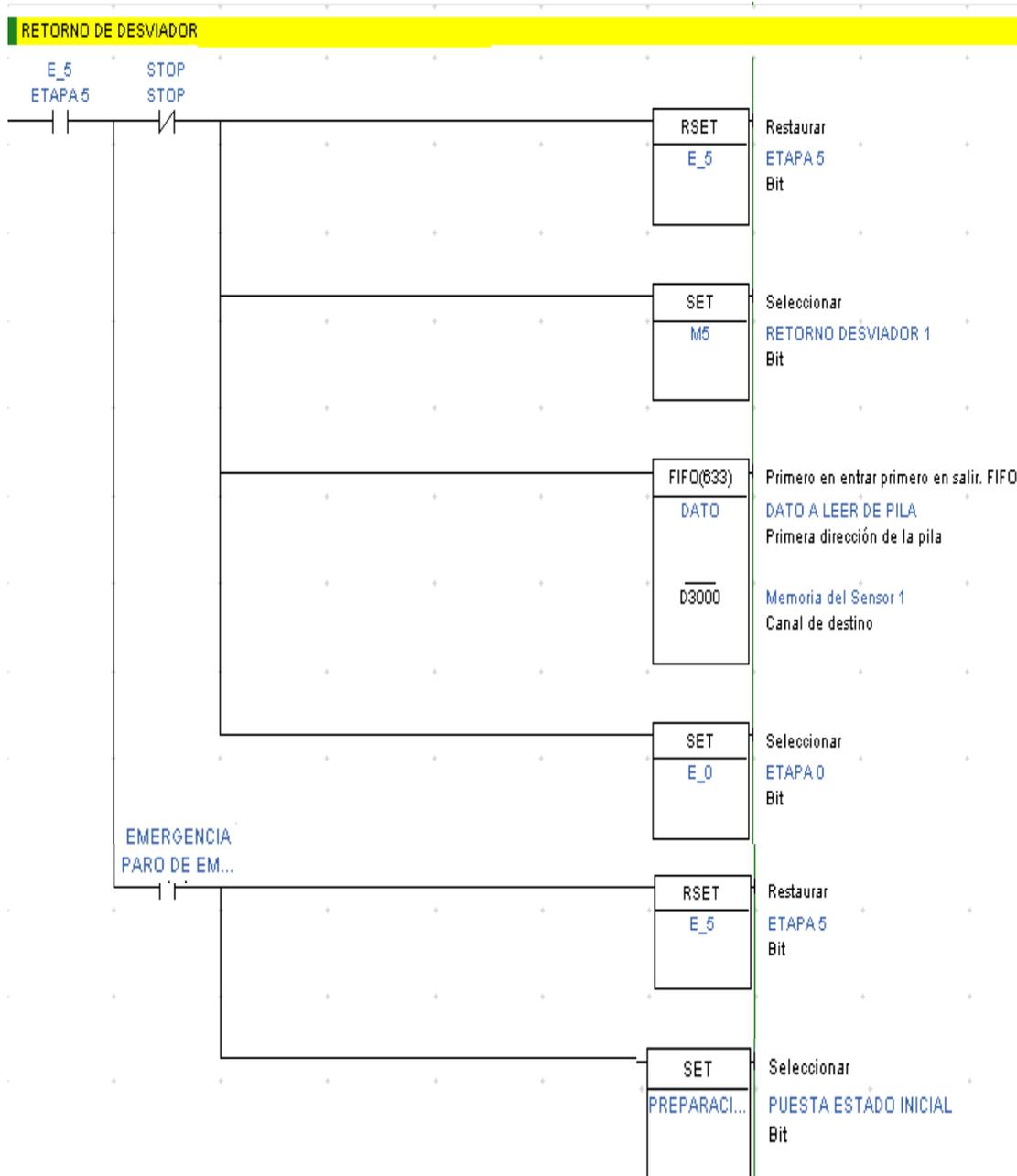
Etapa 3: Si corresponde el paquete a la Compuerta 3 el desviador se activará y se mantendrá activo mientras el temporizador 2 esté encendido.



Etapa 4: Si el paquete corresponde a la Compuerta 1, el desviador se activará y se mantendrá activo mientras el temporizador 0 esté encendido.

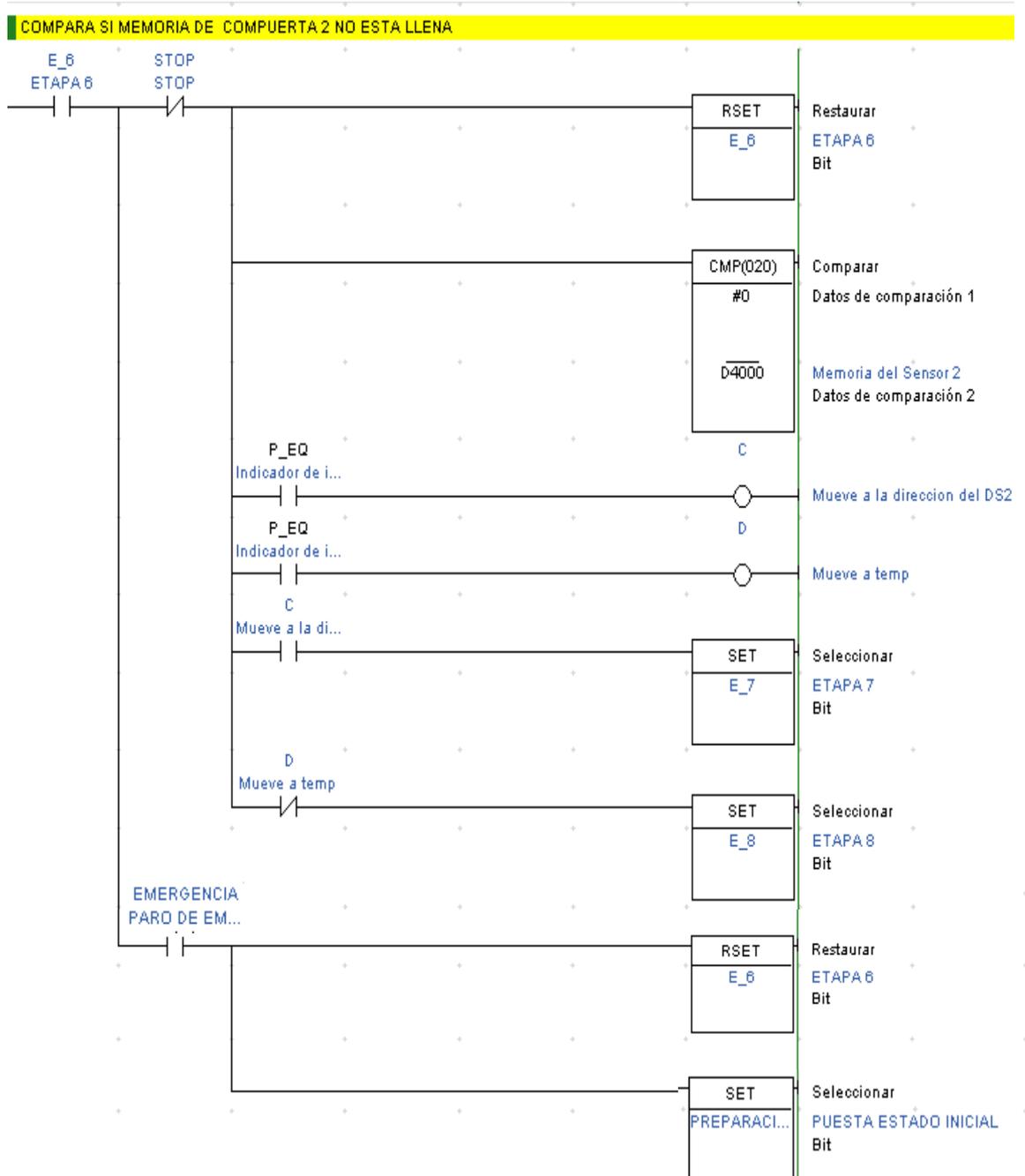


Etapa 5: El desviador regresa a su posición original, se limpia la memoria de datos en la pila para permitir leer el próximo dato.



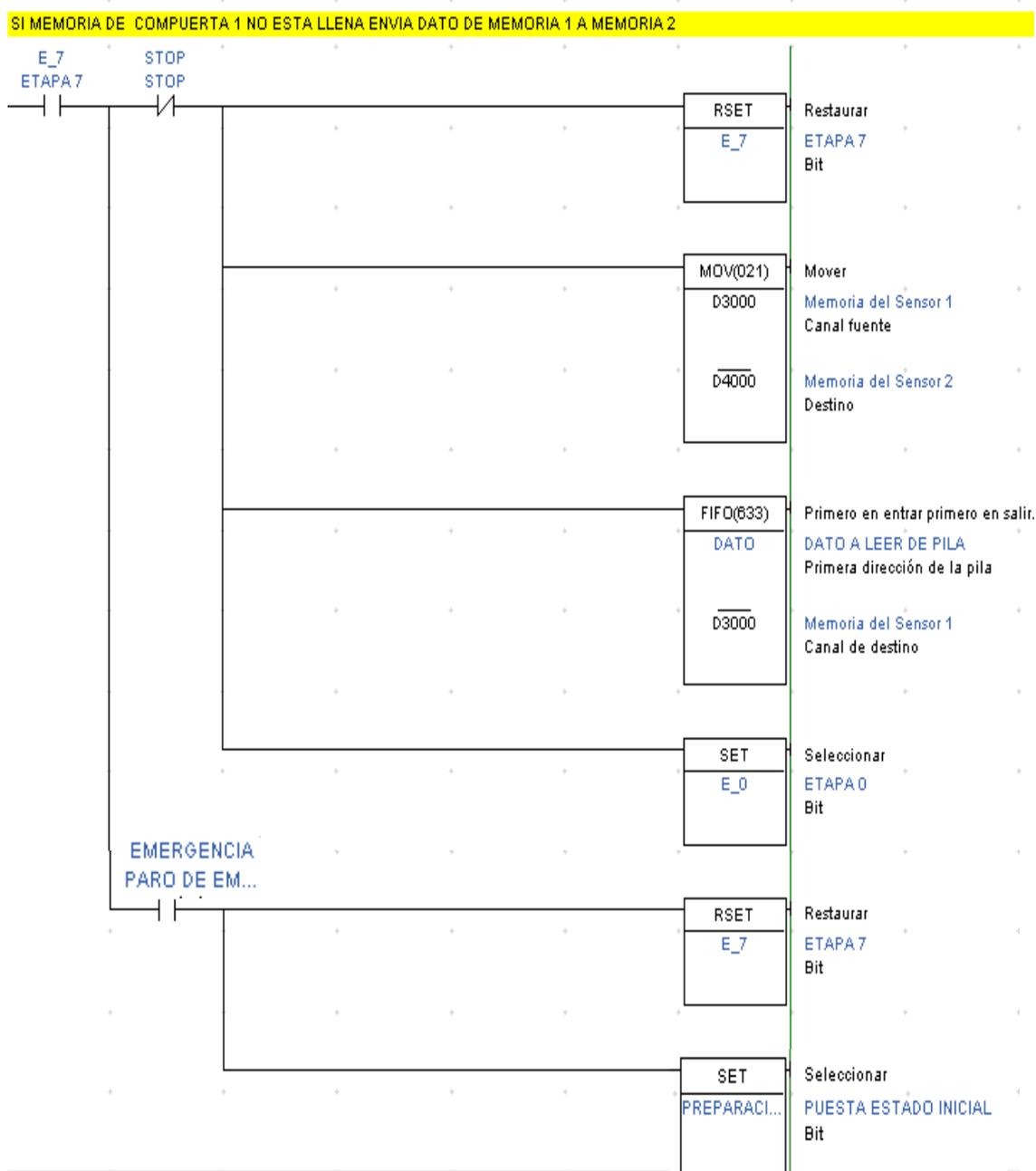
Sistema de Clasificación de Paquetes

Etapa 6: Si el paquete no pertenece a la Compuerta 1, se compara si la memoria del sensor 2 está vacía, para que el dato sea guardado y evaluado al pasar por el siguiente sensor.

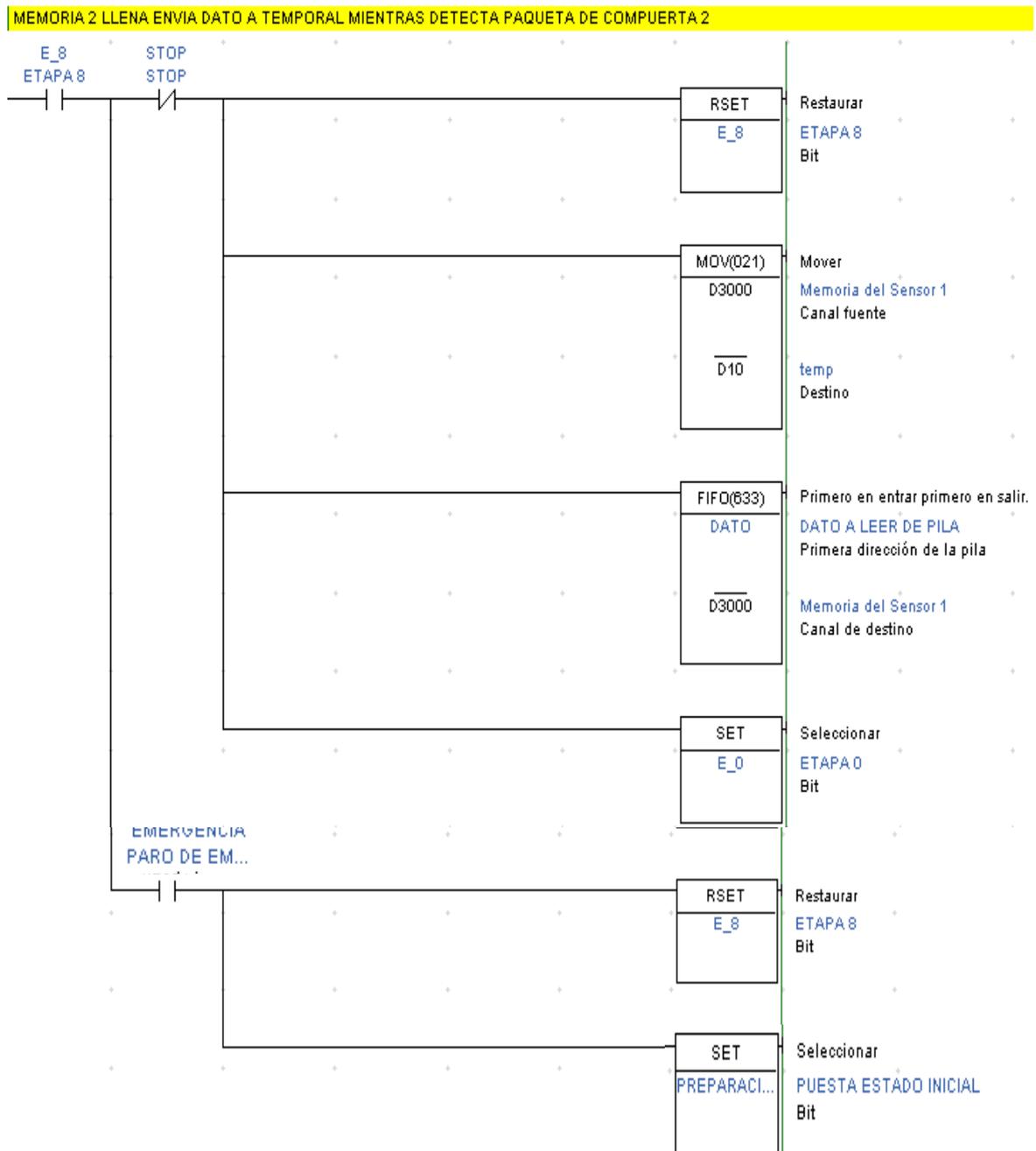


Sistema de Clasificación de Paquetes

Etapa 7: Si la memoria del sensor 2 está vacía, se guarda en esta el dato de la memoria del sensor 1.

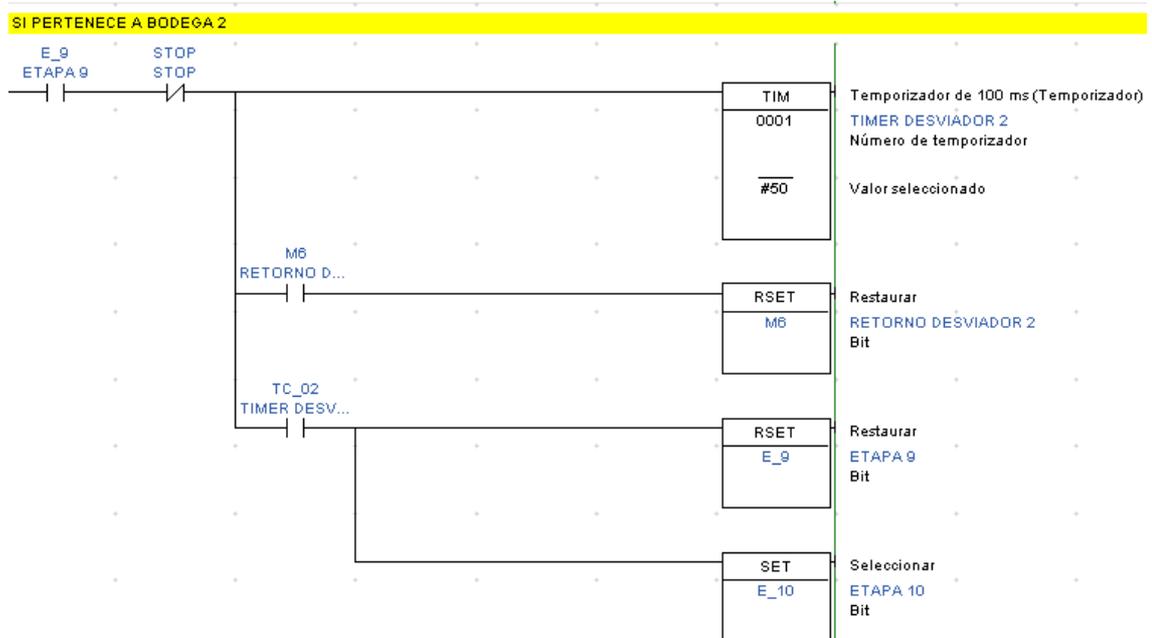


Etapa 8: Si la memoria del sensor 2 no está vacía, se guarda el dato un una memoria temporal.

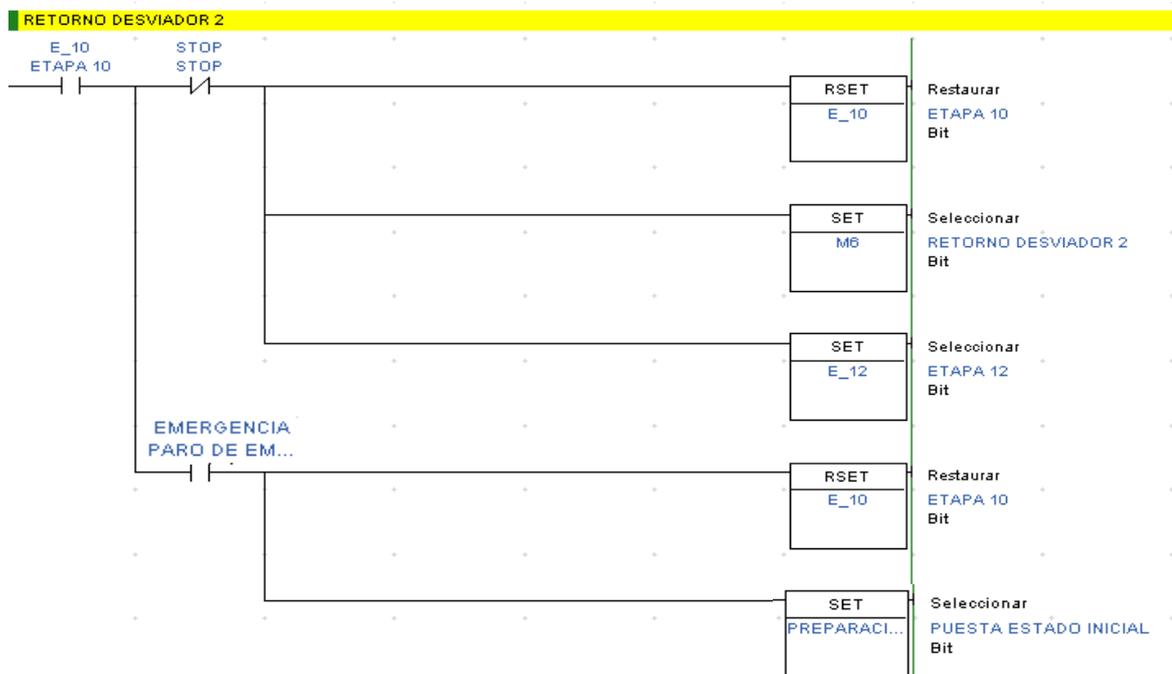


Sistema de Clasificación de Paquetes

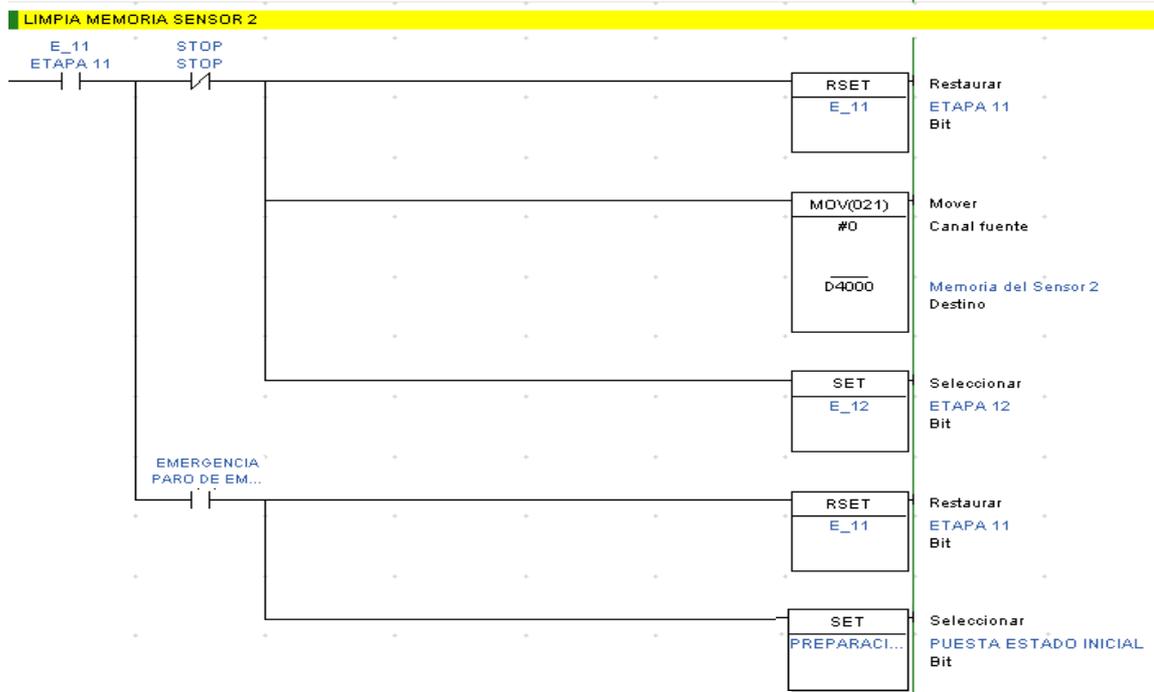
Etapa 9: Si corresponde el paquete a la compuerta 2 el desviador se activará y se mantendrá activo en lo que dure el temporizador 1.



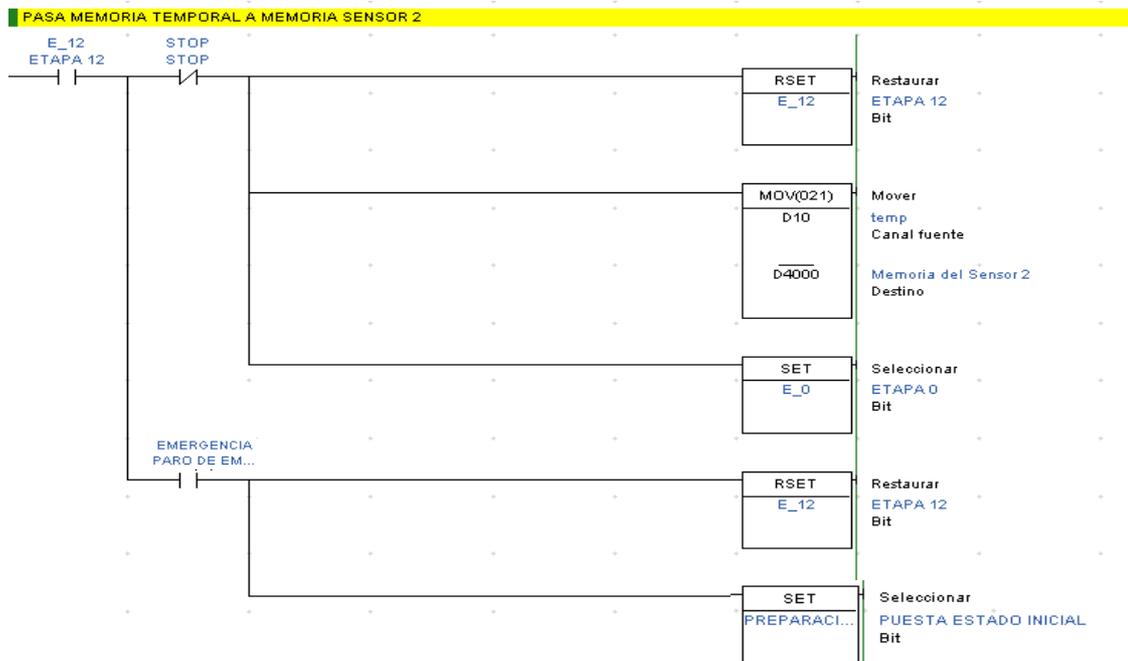
Etapa 10: El desviador regresa a su posición original.



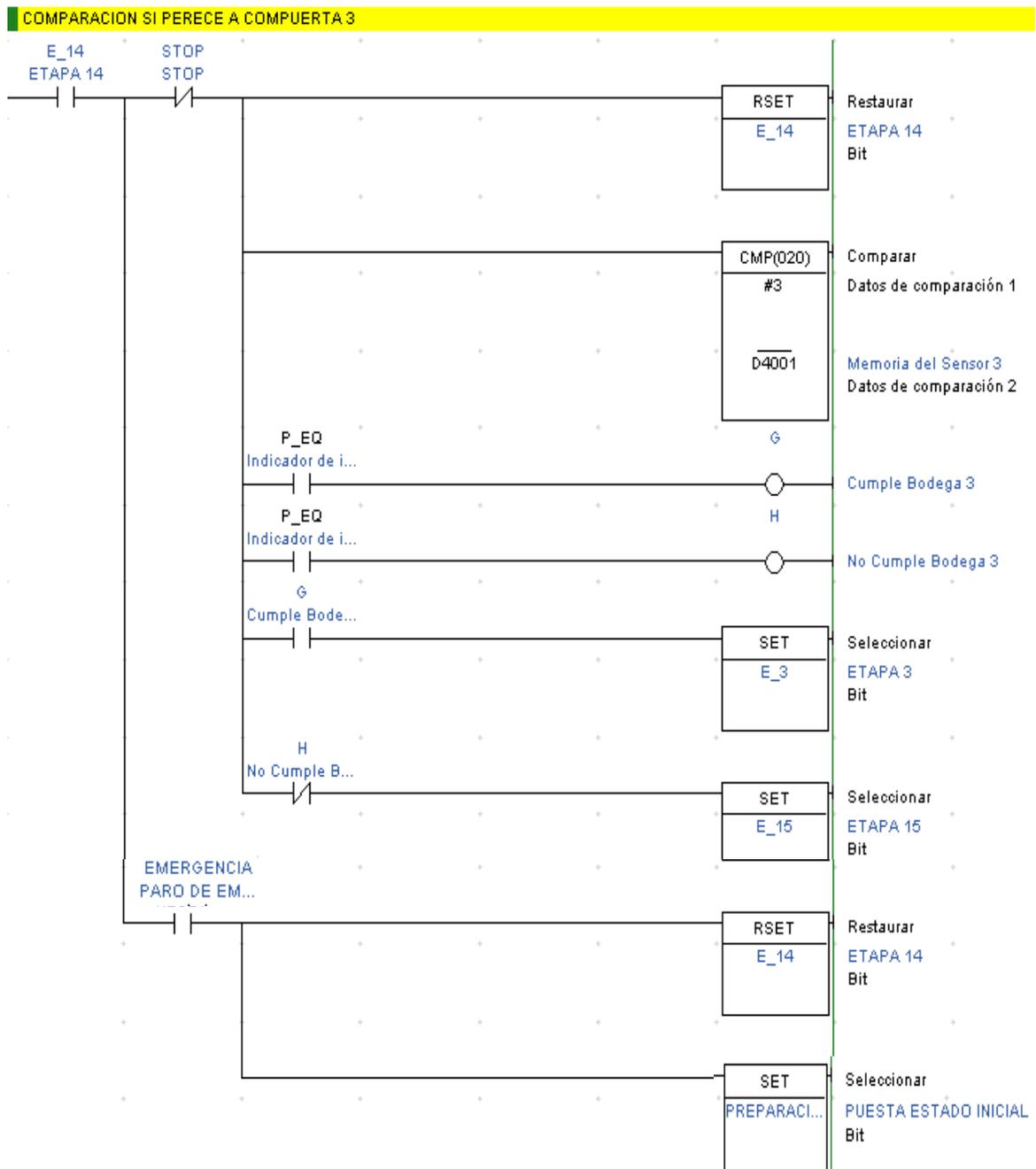
Etapa 11: Se limpia la memoria de datos en la pila para permitir leer el próximo dato.



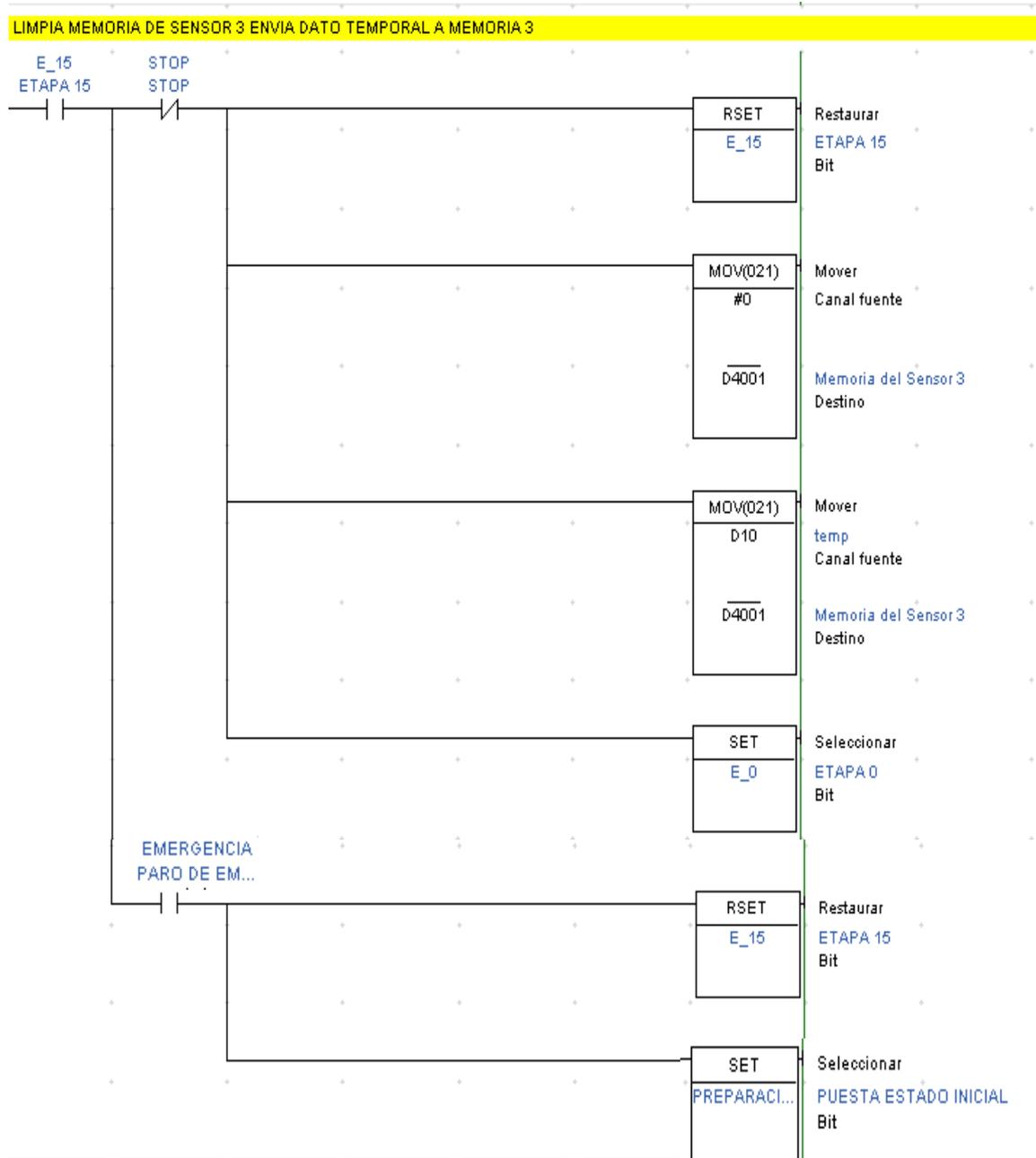
Etapa 12: Se trae de la memoria temporal hacia la memoria del sensor.



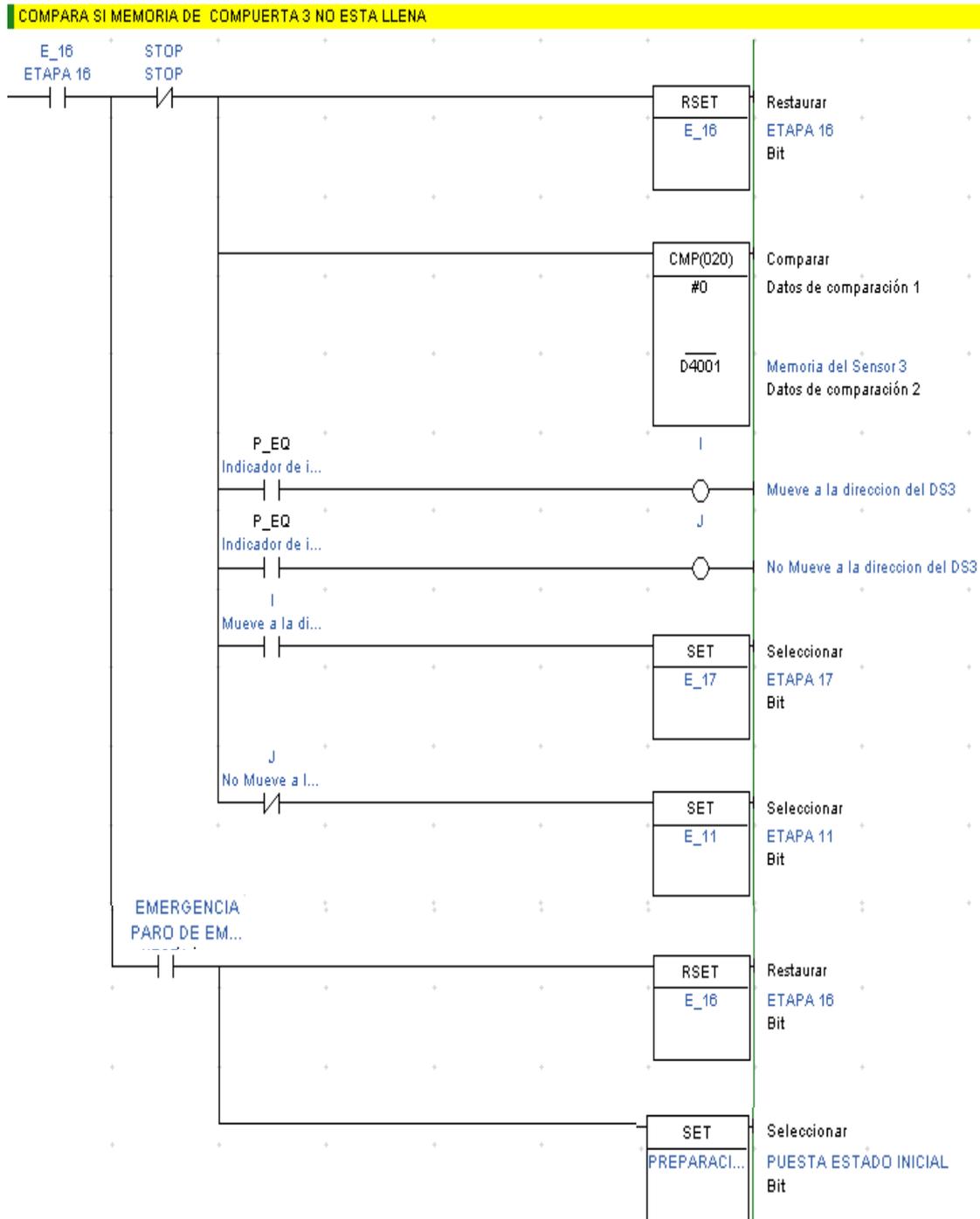
Etapa 14: Pasando el tercer sensor se compara si pertenece a ésta.



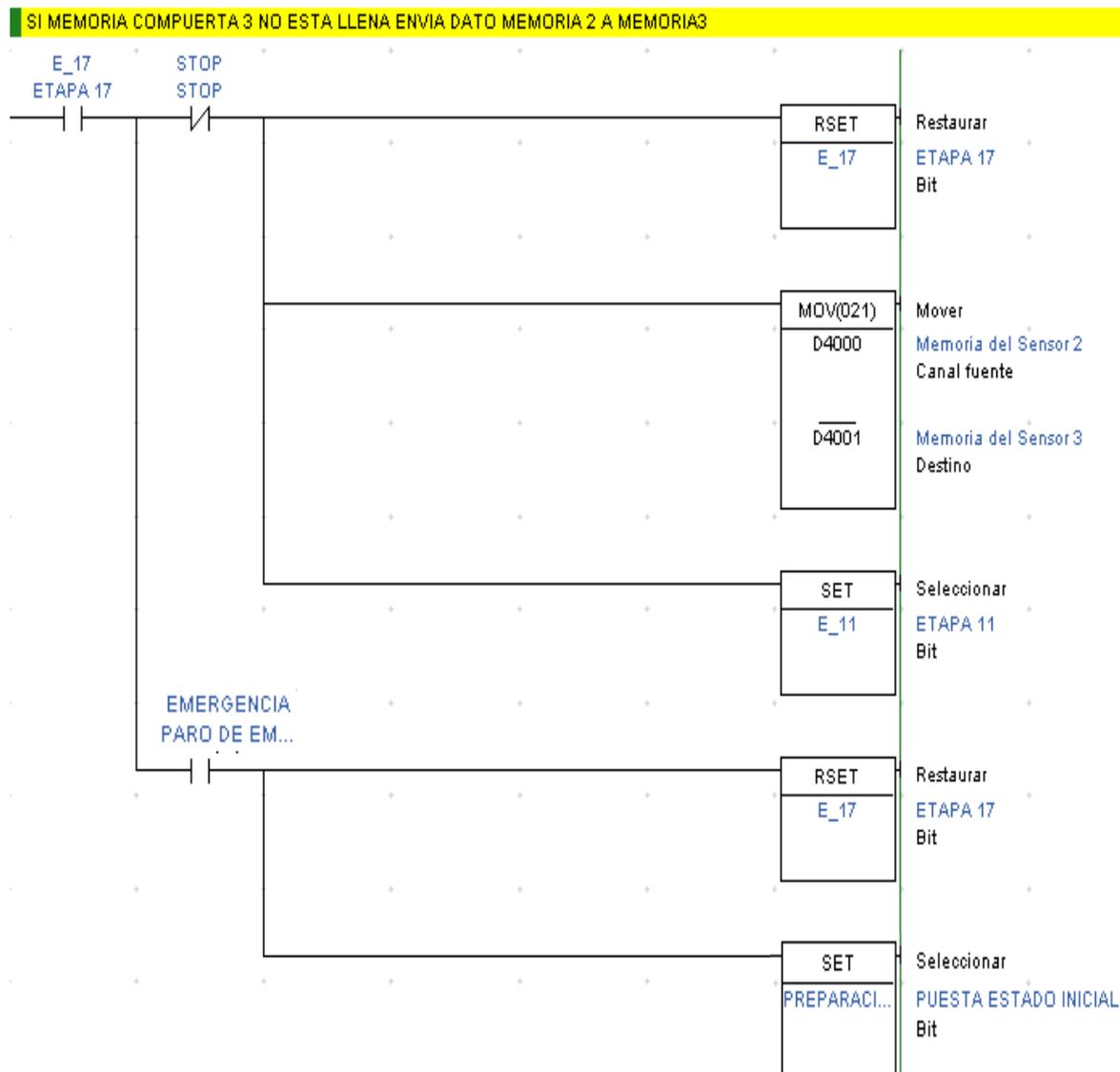
Etapa 15: Se limpia la memoria de datos en la pila.



Etapa 16: Si el paquete no pertenece a la compuerta 2, se compara si la memoria del sensor 3 está vacía para que el dato sea guardado.

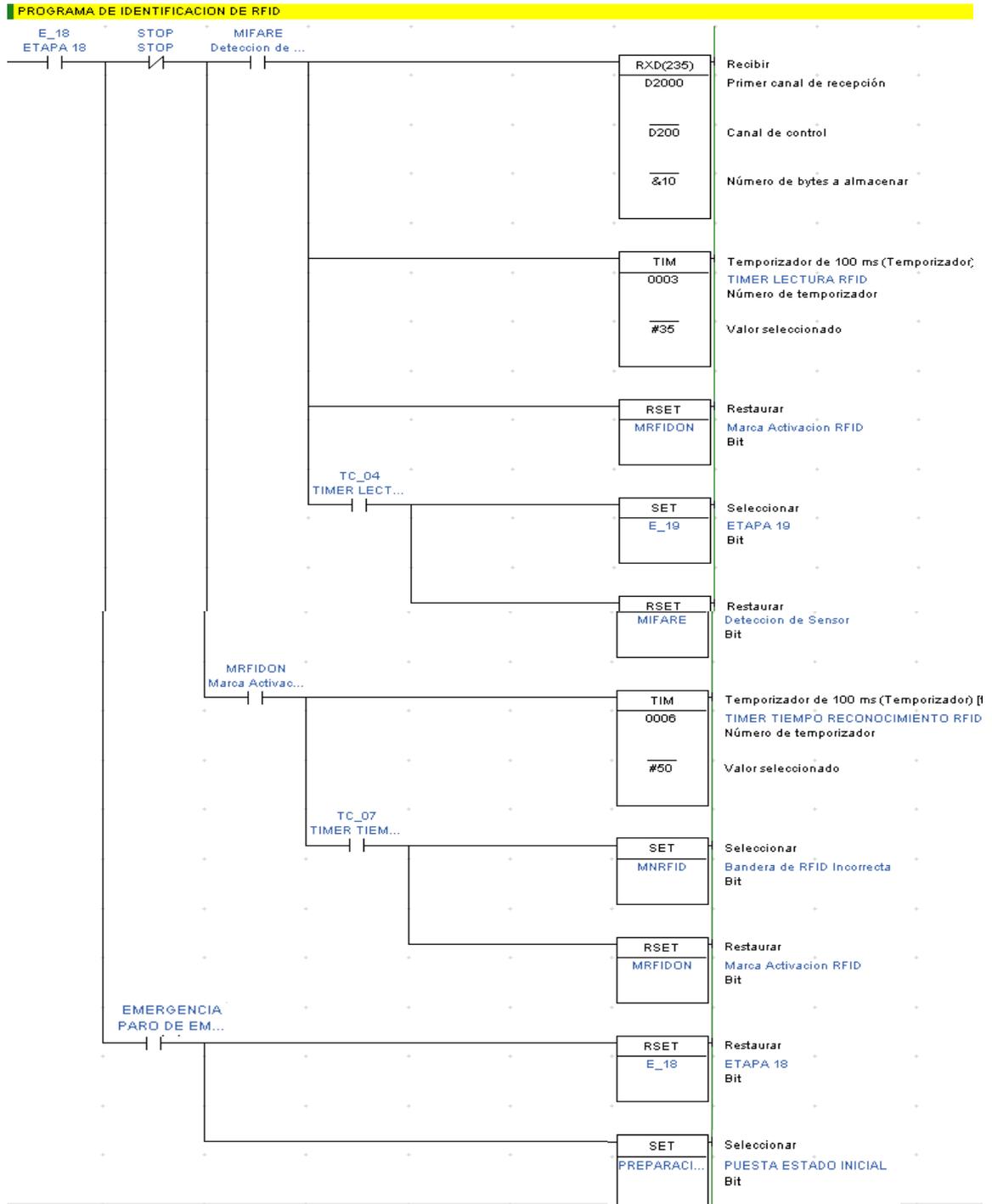


Etapa 17: Si la memoria del sensor 3 está vacía, se guarda en esta el dato de la memoria del sensor 2.

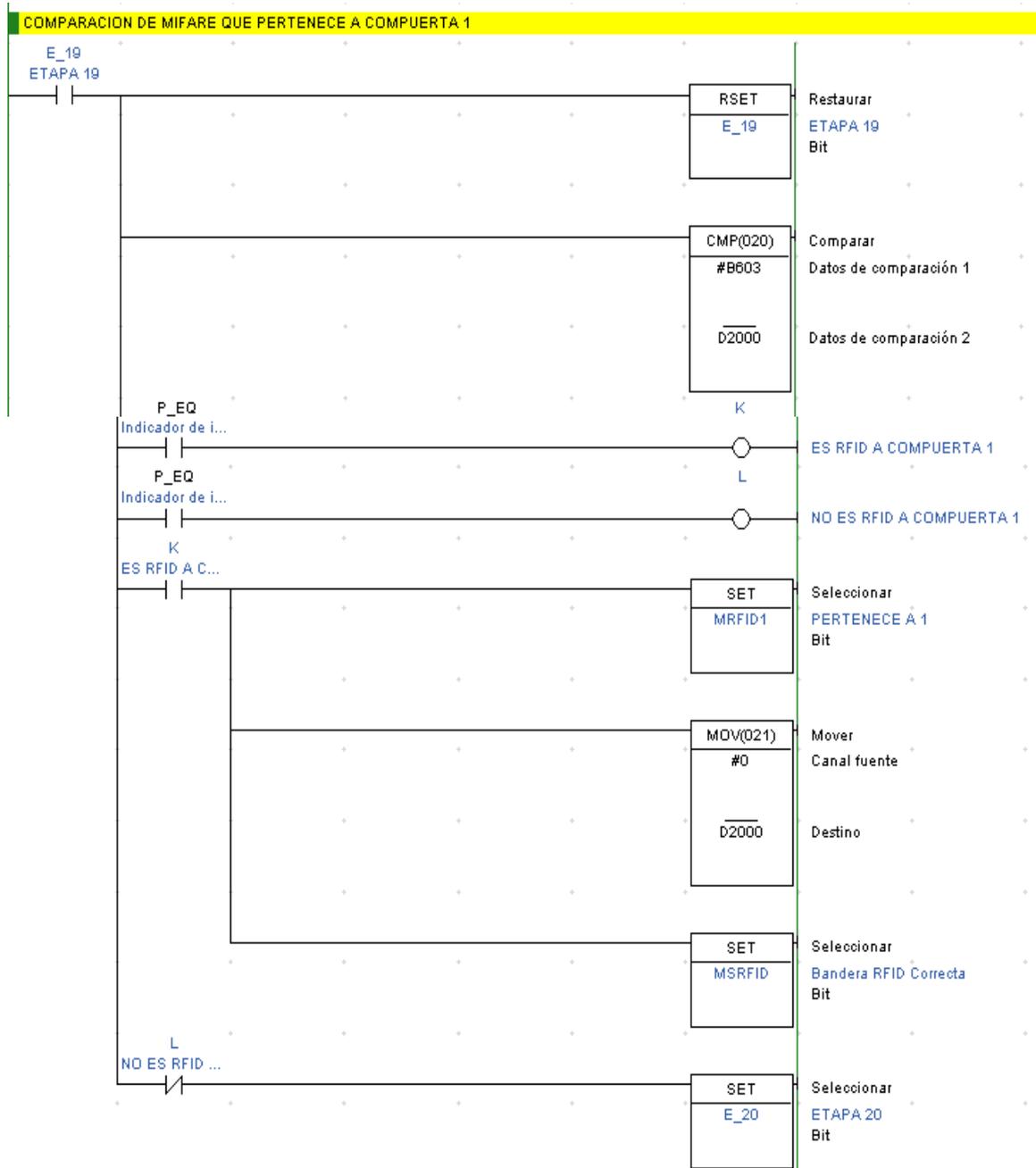


Sistema de Clasificación de Paquetes

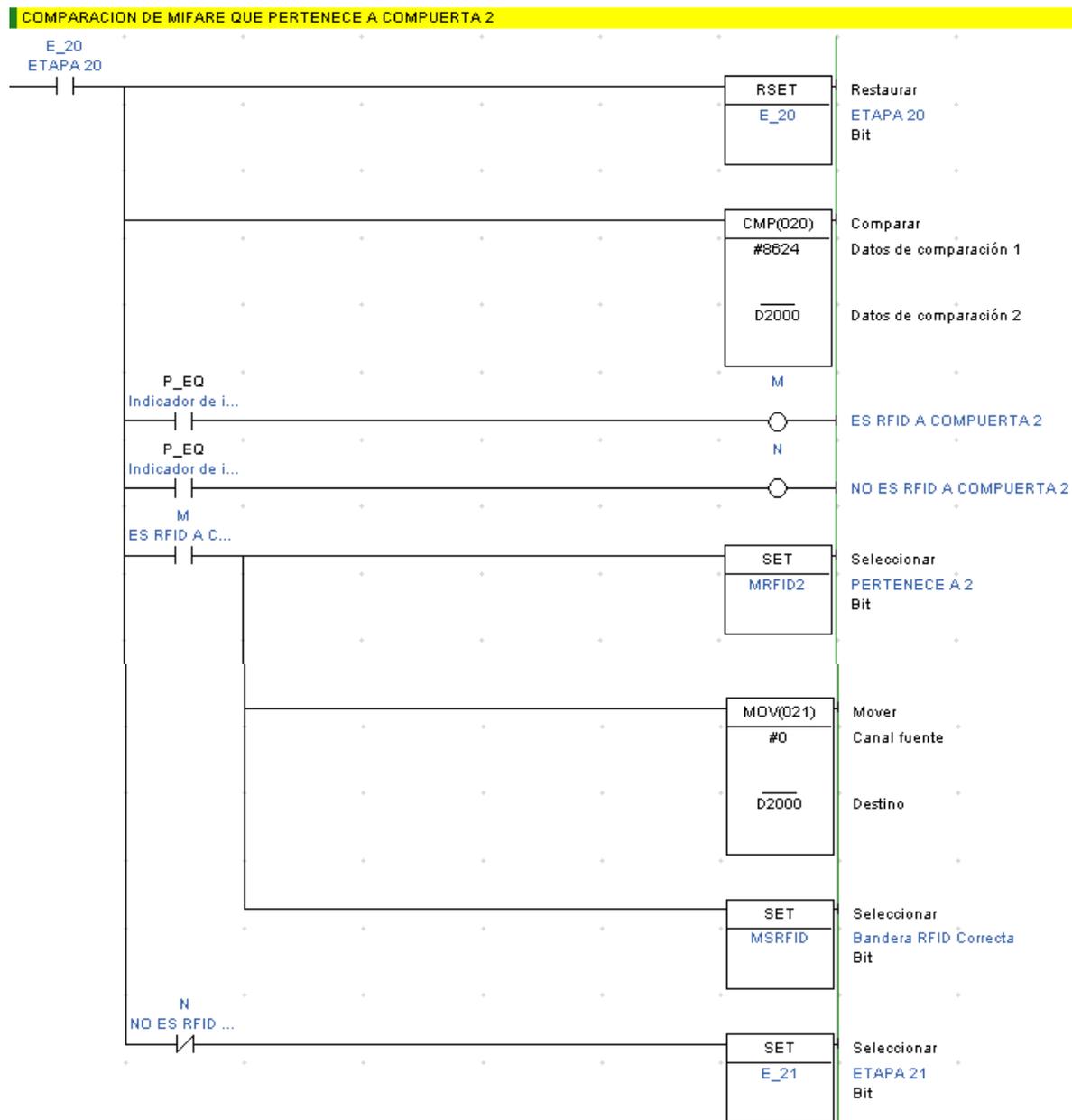
Etapa 18: Etapa que trabaja simultáneamente al proceso normal, éste captura el dato leído por el lector de RFID.



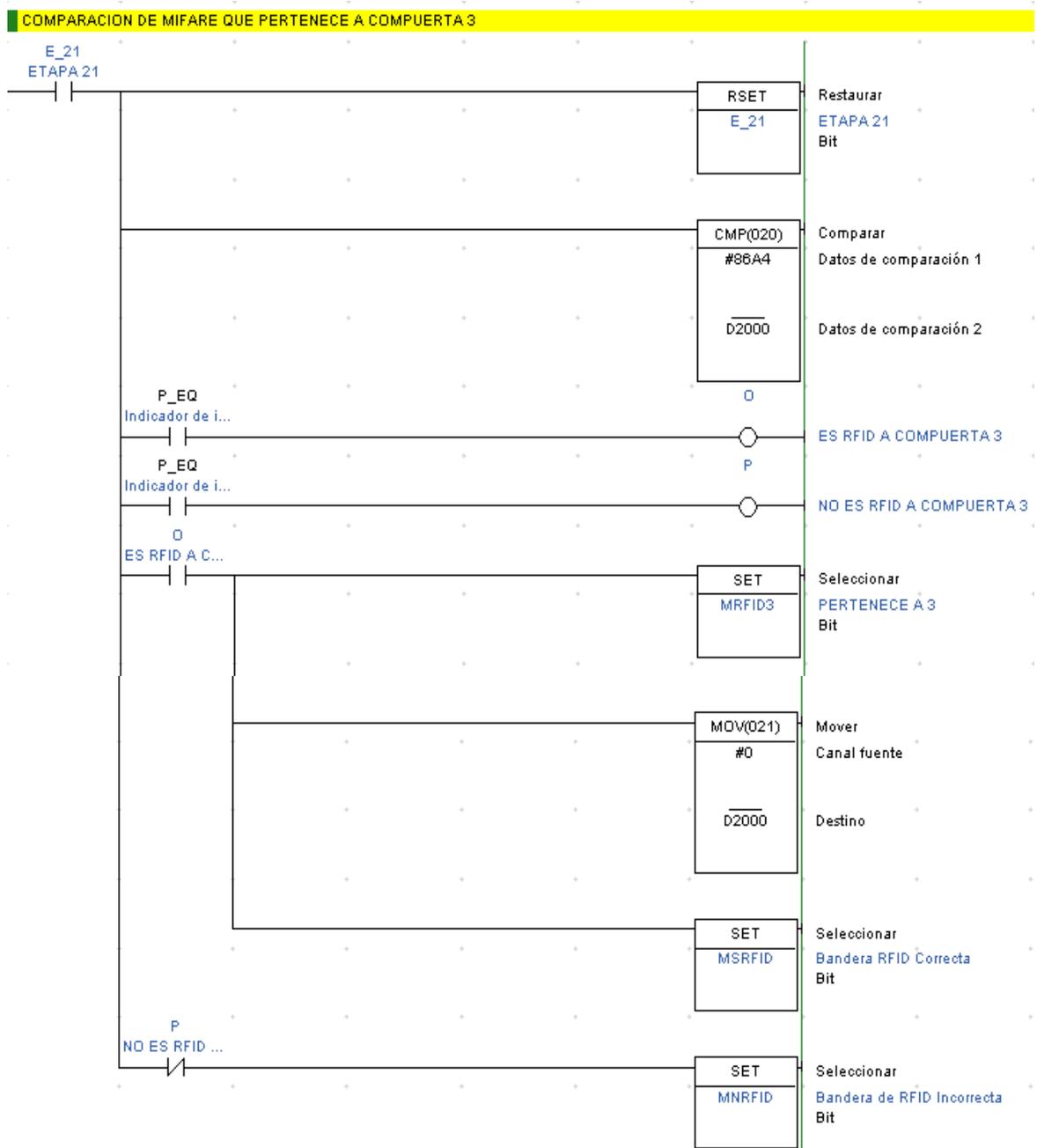
Etapa 19: Comparación de dato leído con dato de Compuerta 1.



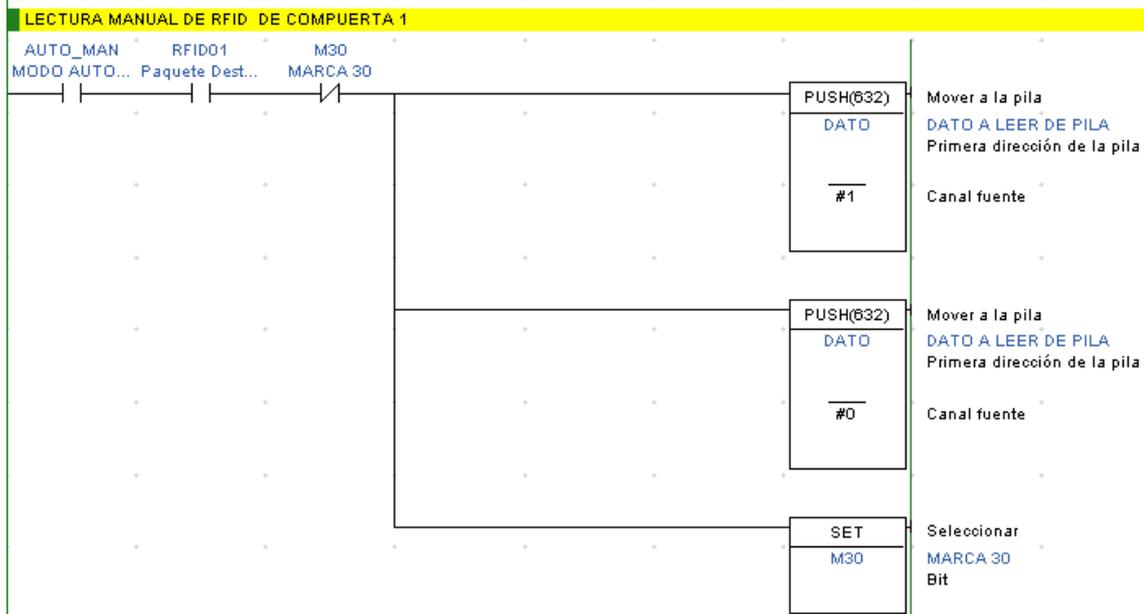
Etapa 20: Comparación de dato leído con dato de Compuerta 2.



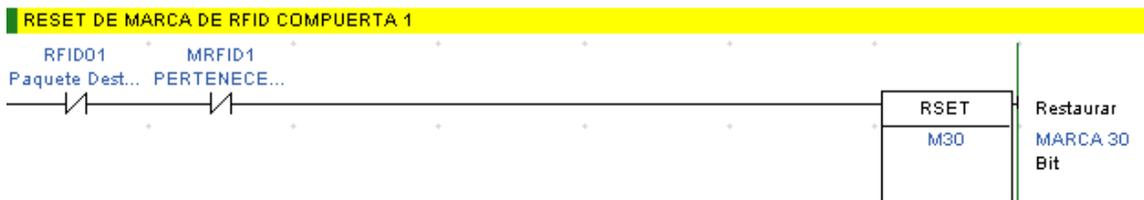
Etapa 21: Comparación de dato leído con dato de Compuerta 3.



Lectura Manual del RFID: Permite simular la entrada de un dato que pertenece a la Compuerta 1.

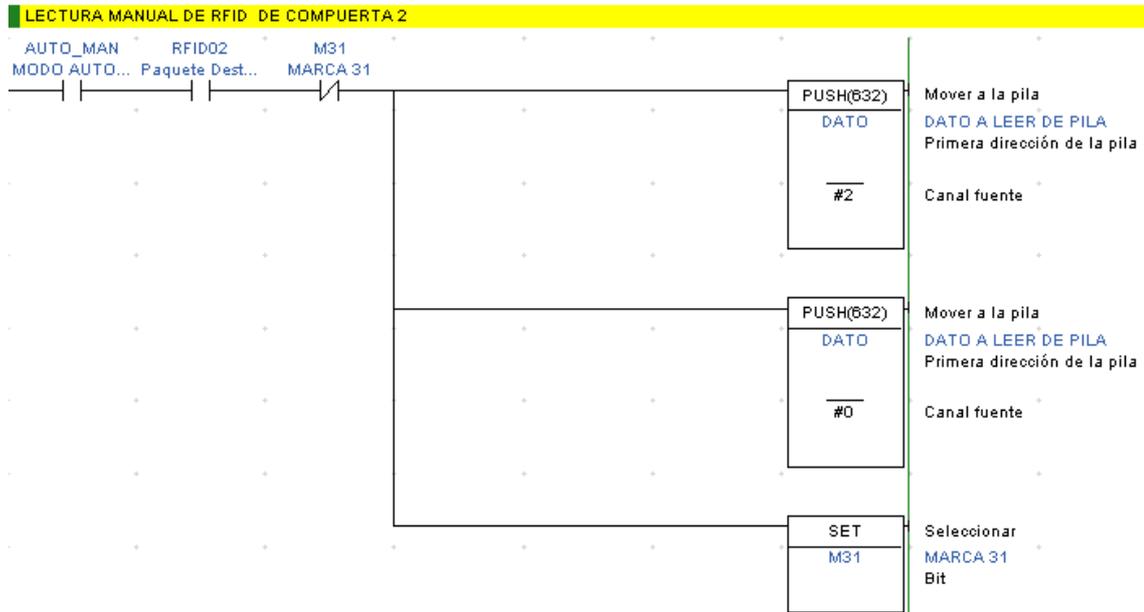


Reinicia la marca de activación del ingreso a pila de un dato de RFID.

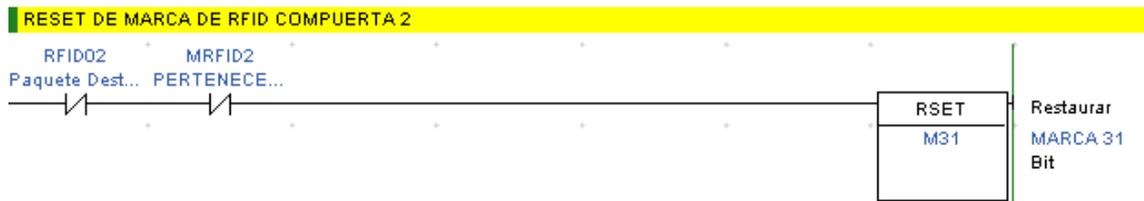


Sistema de Clasificación de Paquetes

Lectura Manual del RFID: Permite simular la entrada de un dato que pertenece a la Compuerta 2.

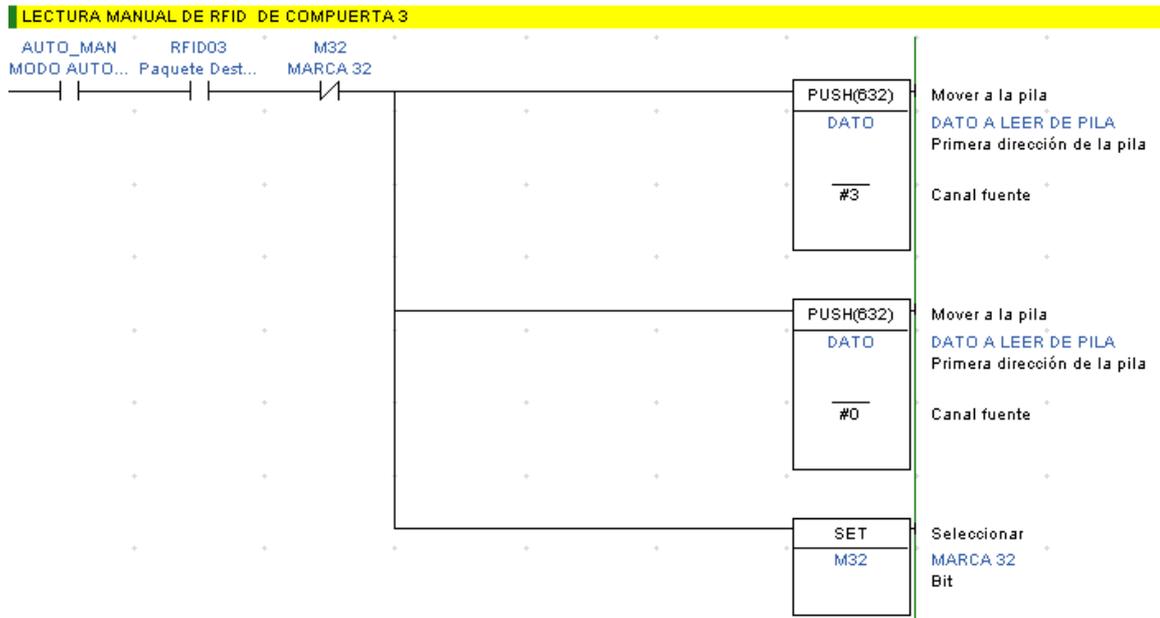


Reinicia la marca de activación del ingreso a pila de un dato de RFID.

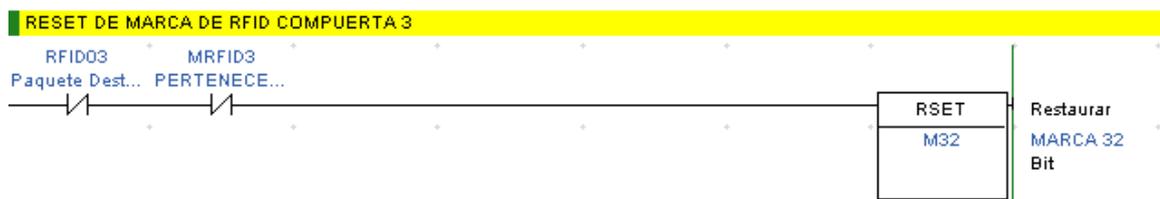


Sistema de Clasificación de Paquetes

Lectura Manual del RFID: Permite simular la entrada de un dato que pertenece a la Compuerta 3.

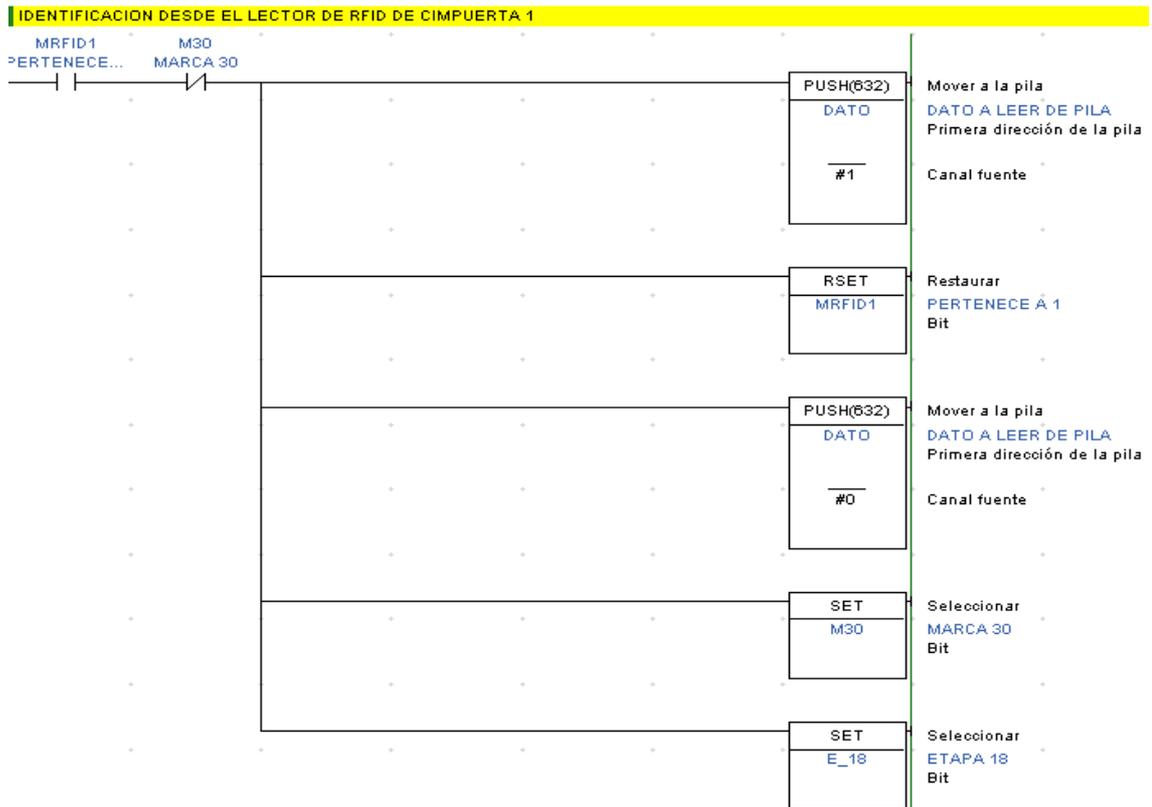


Reinicia la marca de activación del ingreso a pila de un dato de RFID.

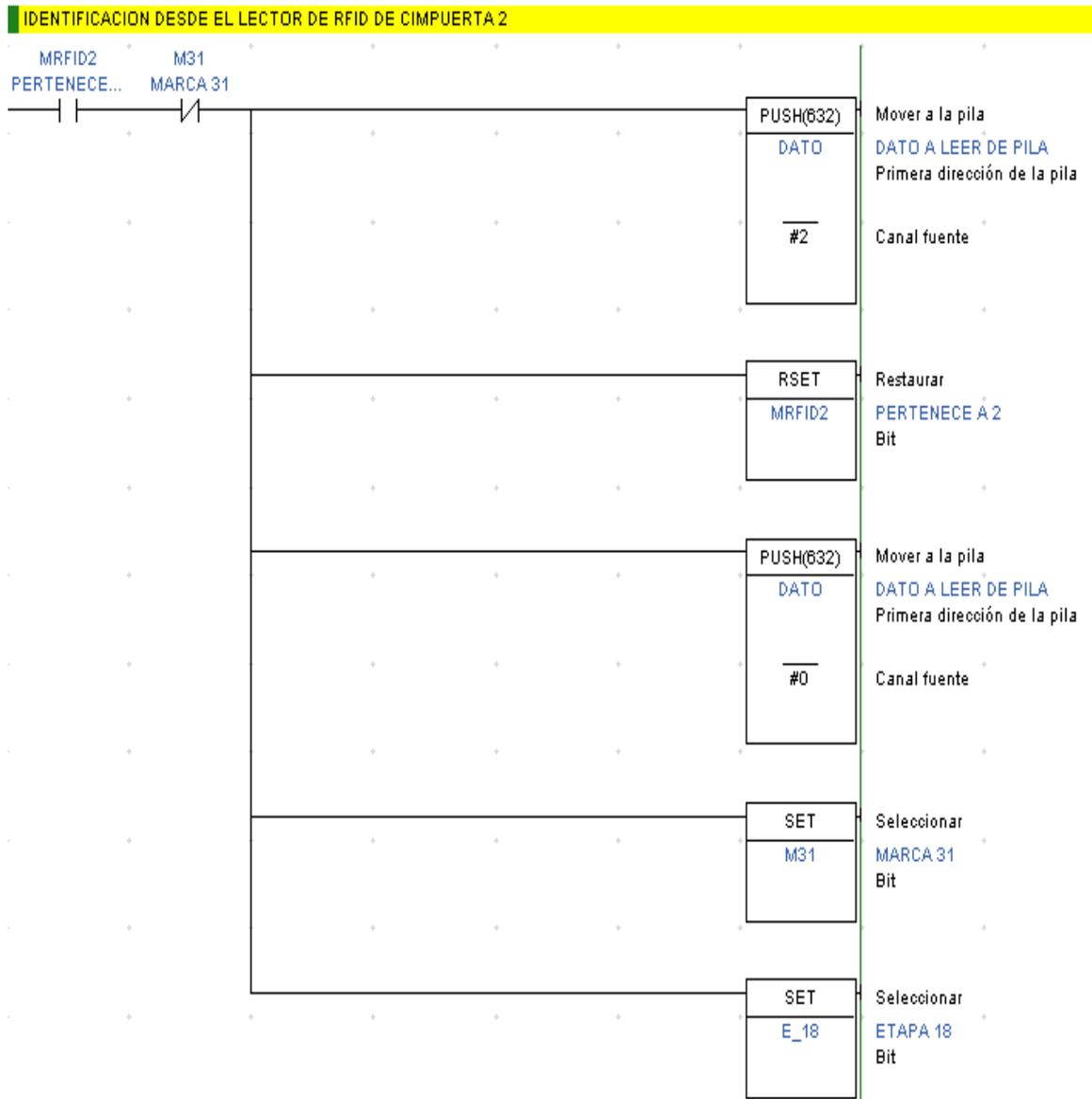


Sistema de Clasificación de Paquetes

Lectura Automática del RFID: Permite ingresar un dato que pertenece a la Compuerta 1.

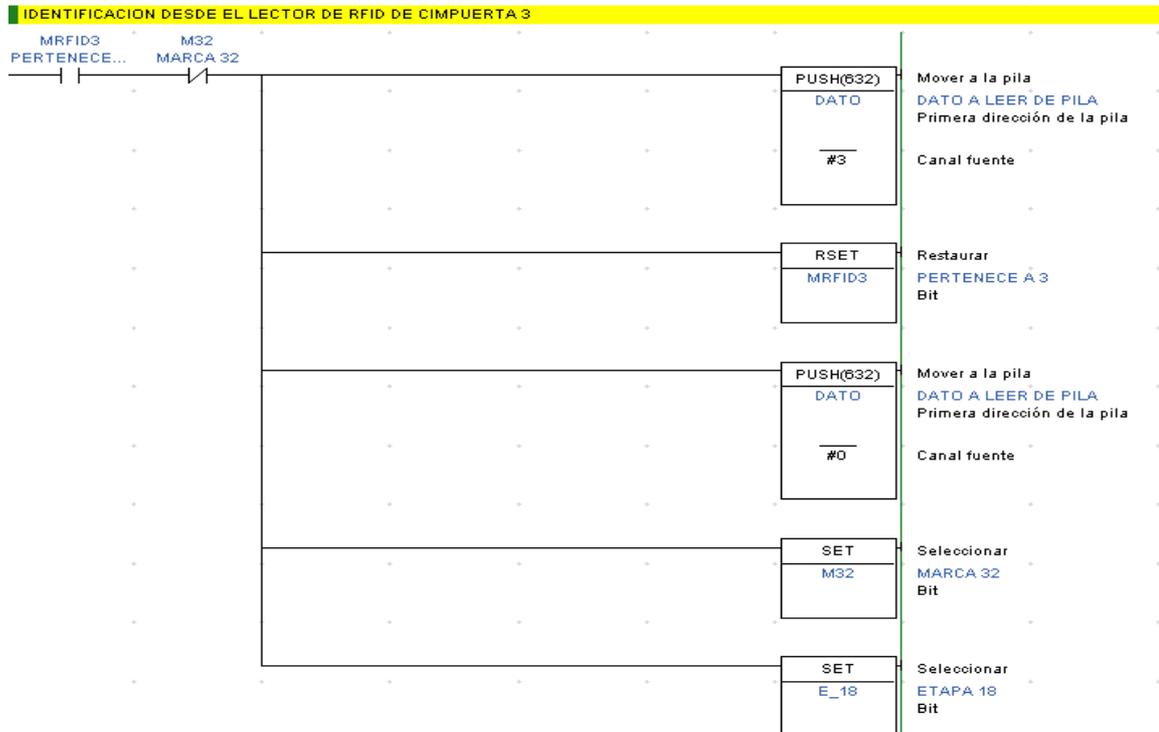


Lectura Automática del RFID: Permite ingresar un dato que pertenece a la Compuerta 2.

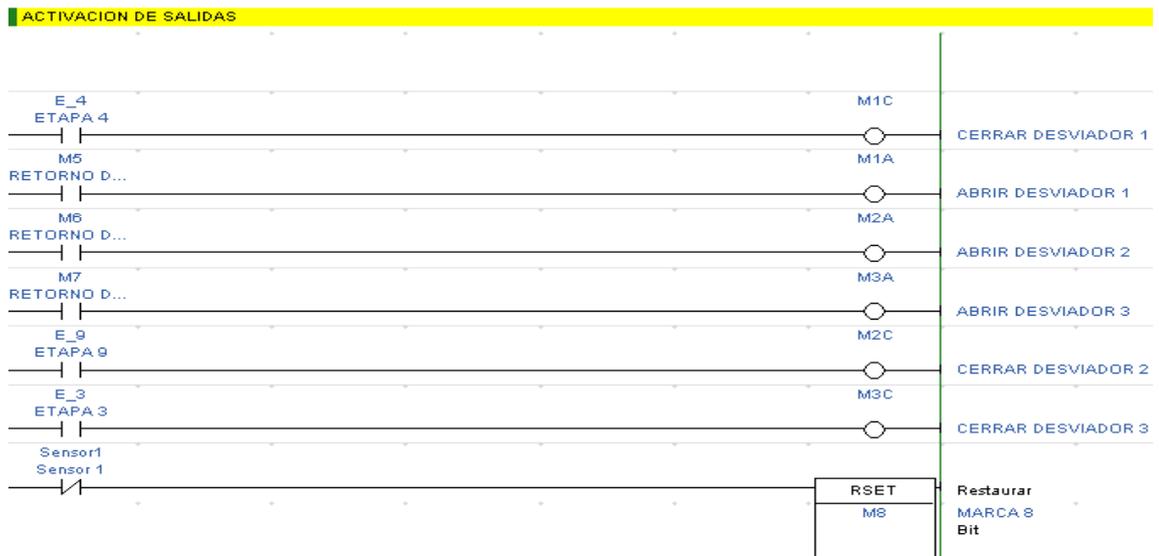


Sistema de Clasificación de Paquetes

Lectura Automática del RFID: Permite ingresar un dato que pertenece a la Compuerta 3.



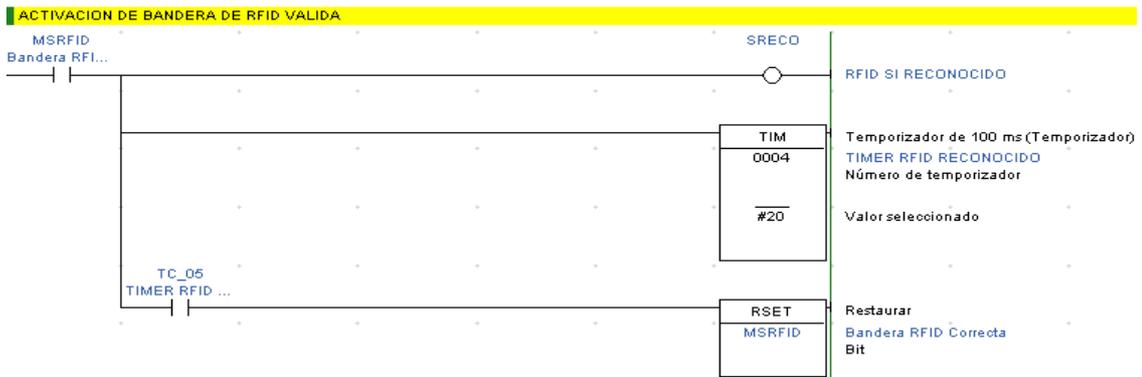
Activación de Salidas de los Motores.



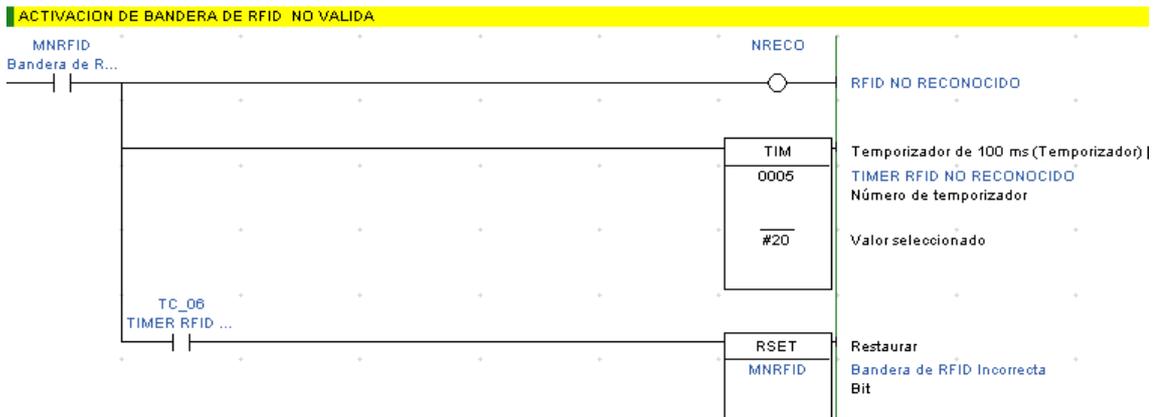
Marca de Activación de Lectura de RFID.



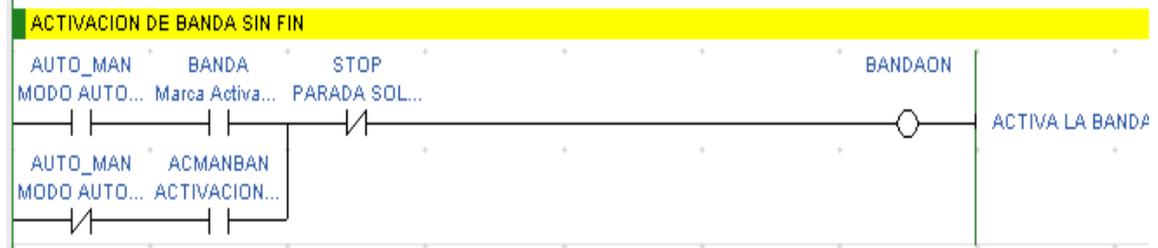
Marca de RFID reconocido.



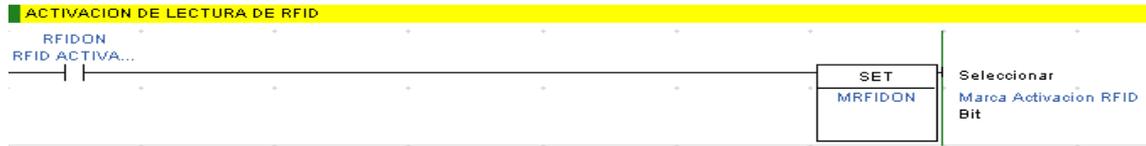
Marca de RFID No reconocido.



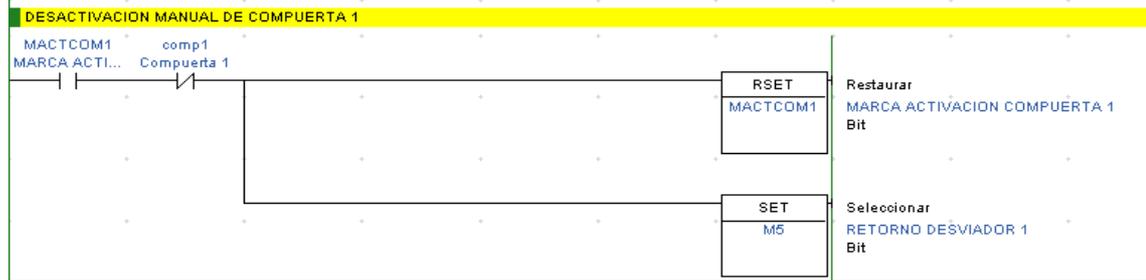
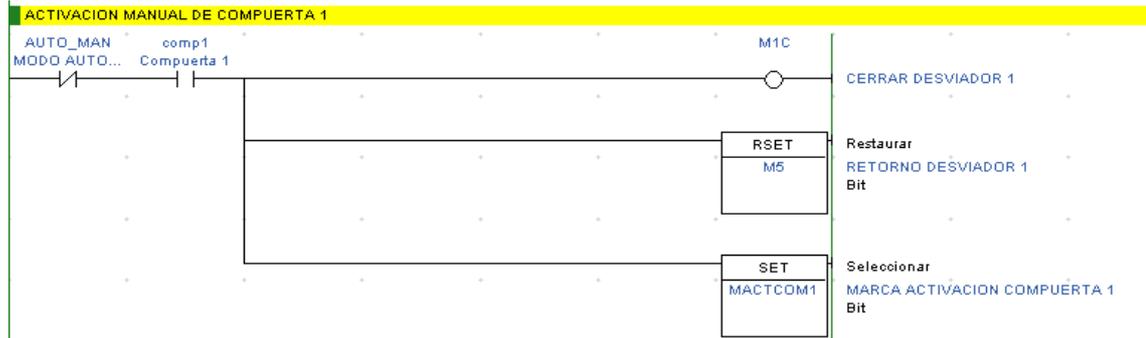
Control de activación de la banda en modo Automático y Manual.



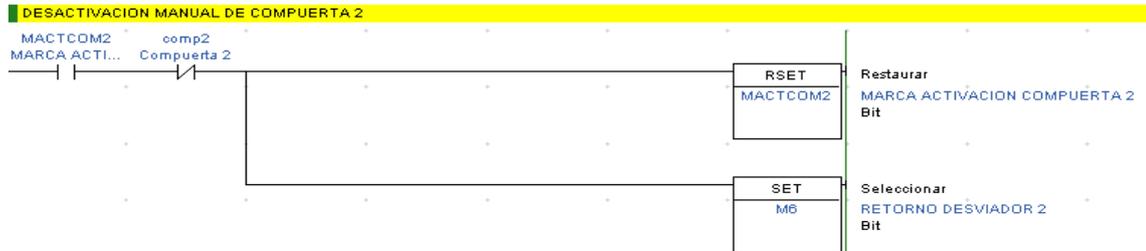
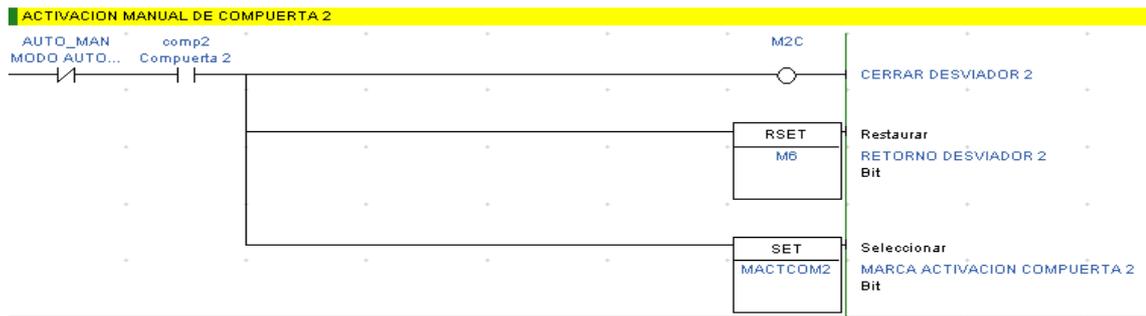
Activación de marca de Lectura de RFID



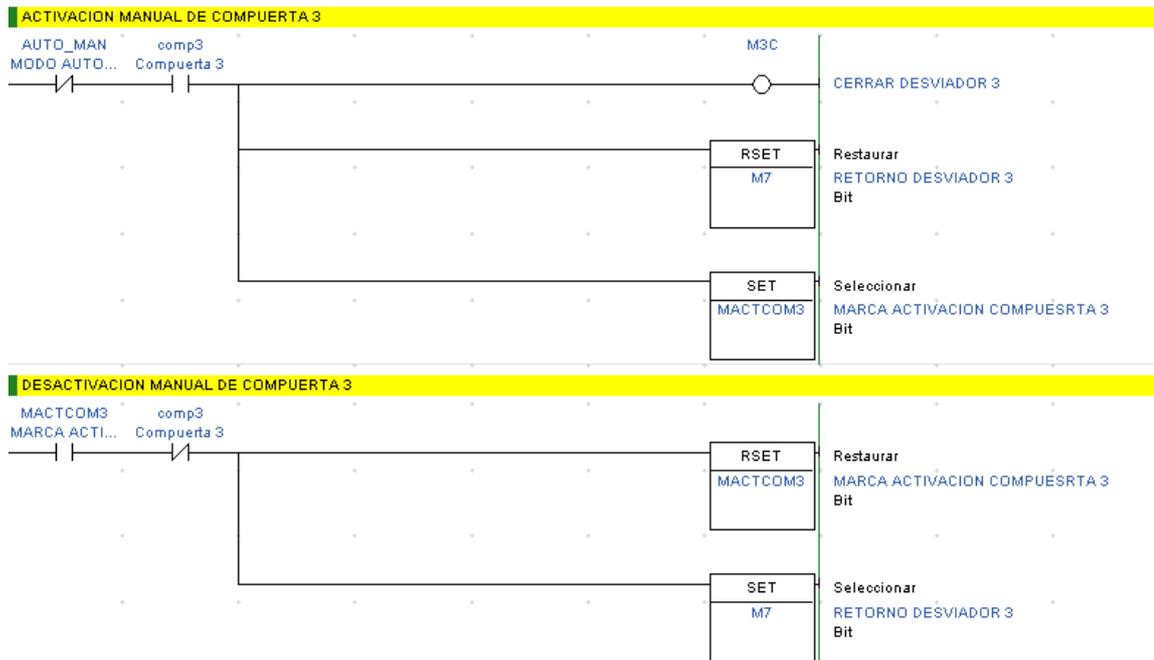
Activación Manual del Motor del Desviador 1.



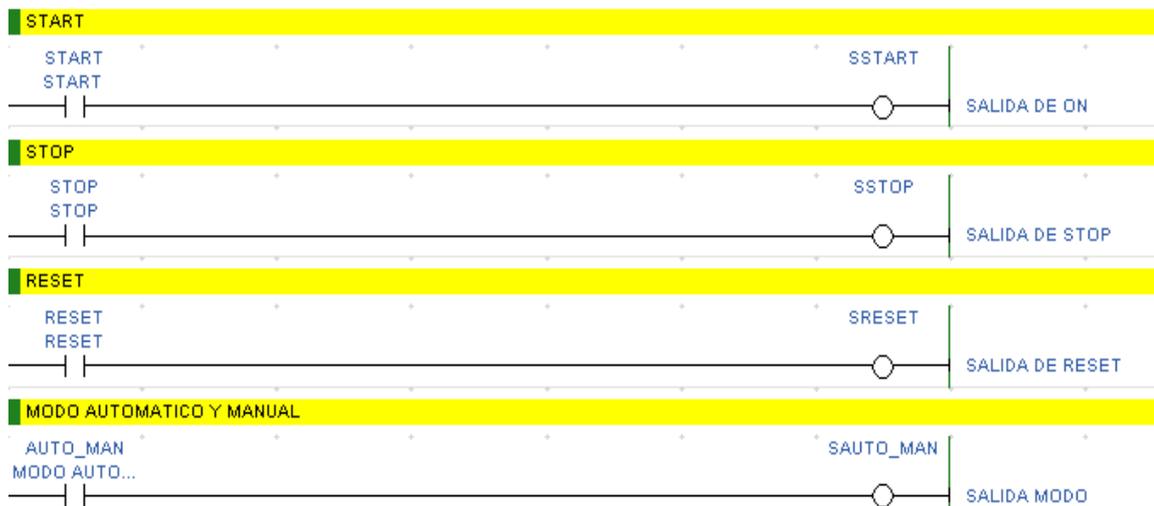
Activación Manual del Motor del Desviador 2.



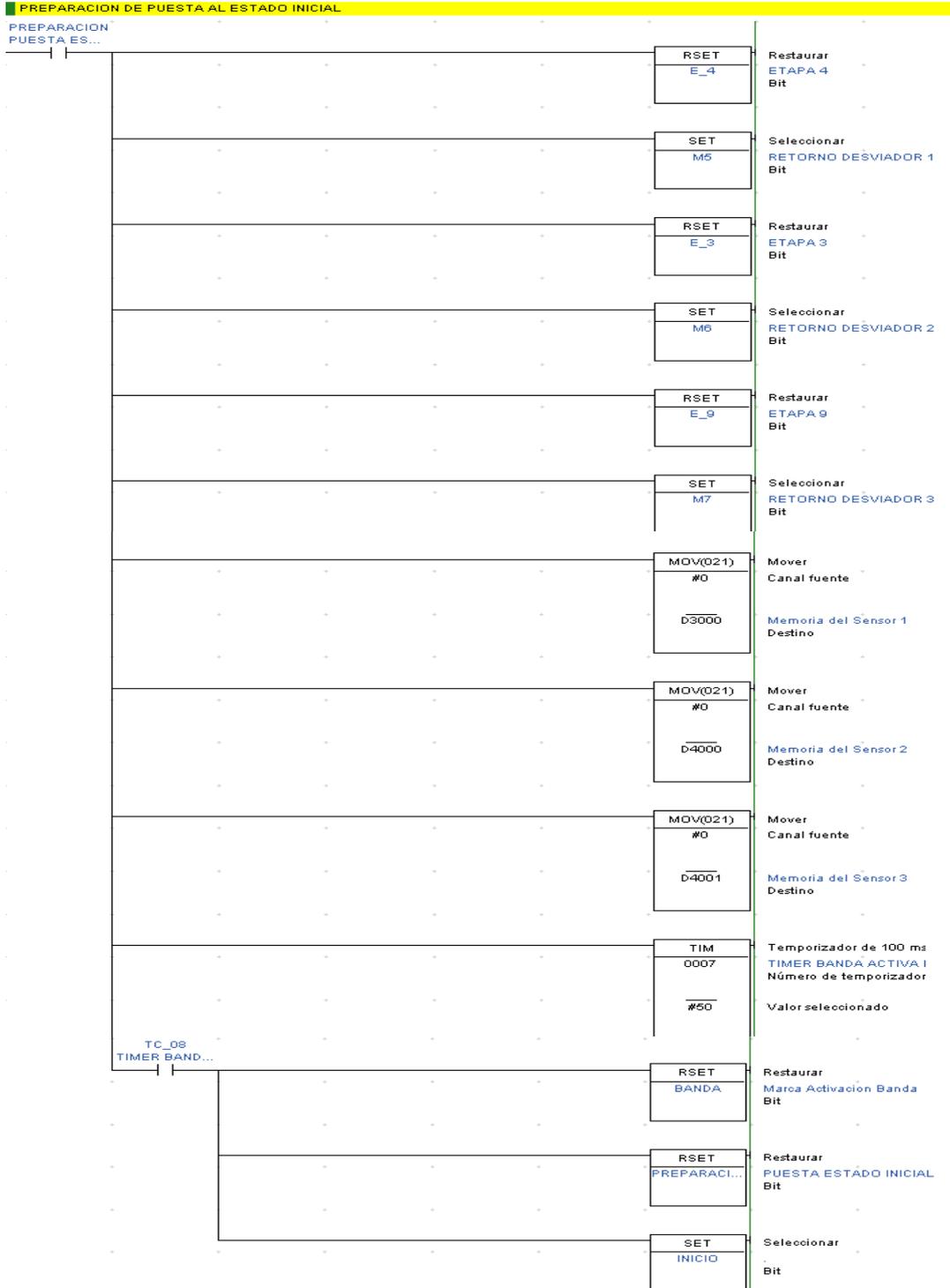
Activación Manual del Motor del desviador 3.



Activación de Indicadores de los Botones de Control.

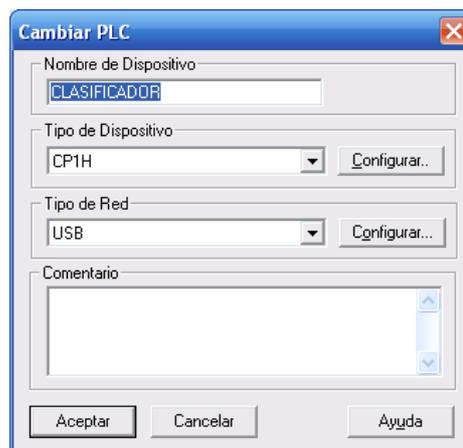


Preparación de Puesta a Cero luego de un Paro de Emergencia.



CONFIGURACIÓN.

Inicialmente se debe configurar en el CX-Programmer, el nombre del dispositivo y qué tipo de PLC se está utilizando, así como el tipo de comunicación con el que trabajará la conexión a la PC. Para el caso, el dispositivo utilizado es el CP1H comunicándose a través del puerto USB.



Posteriormente se debe de seleccionar el tipo de PLC que se utilizará, se escoge el tipo X y se procede a aceptar la configuración.

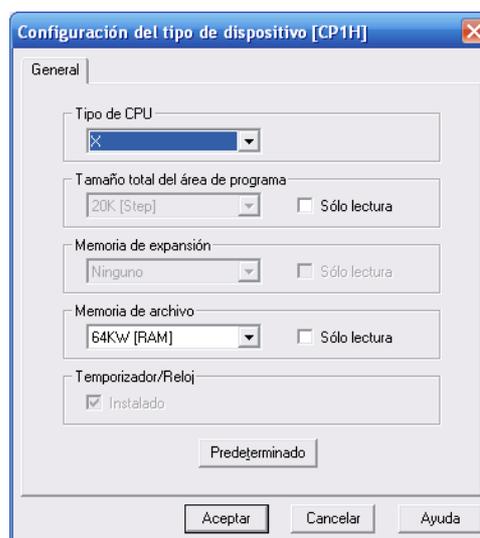


FIGURA 12. VENTANAS DE CONFIGURACIÓN OMRON

CONFIGURACIÓN DE PUERTO SERIE PARA LA CONEXIÓN AL LECTOR RFID.

Luego se configura el puerto serie 2 del PLC para obtener la interacción del equipo RFID con el CP1H.

Se selecciona la velocidad de transferencia, el formato y el modo de conexión de la comunicación con el PLC, de la siguiente forma: Velocidad de 9600, formato 8, 1, N y modo de comunicación de protocolo libre RS-232C. Finalmente se establece el código de inicio con el cual comenzará la lectura, para el cual seleccionamos 0x00C0 y el código de fin, ya que las tarjetas RFID no poseen un código de fin seleccionamos únicamente cuantos bytes deseamos recibir (16 Bytes).

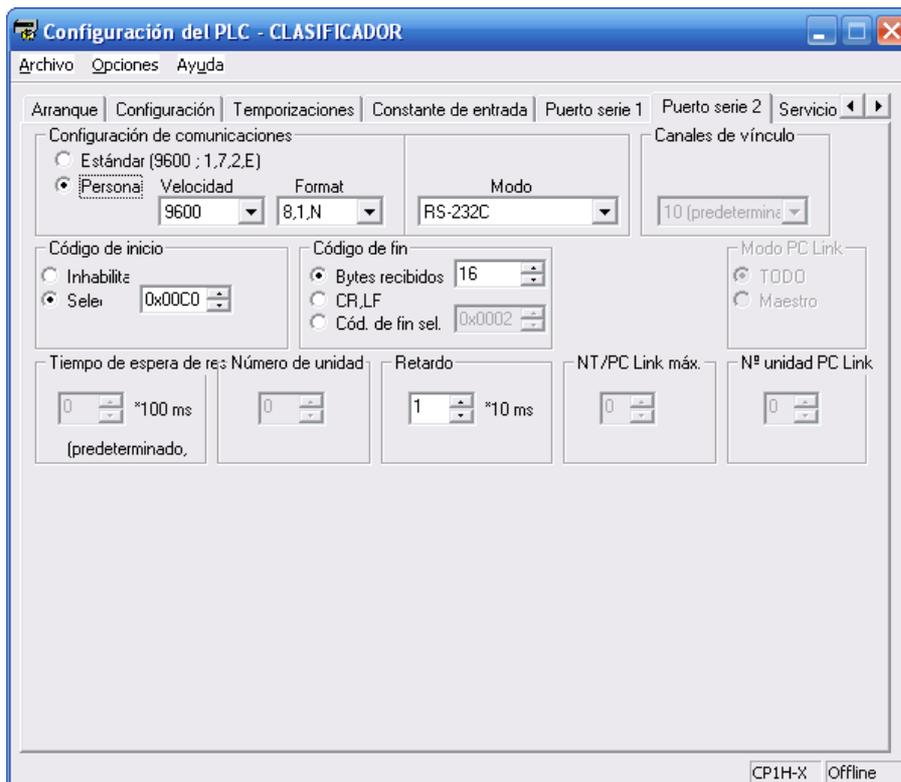


FIGURA 13. CONFIGURACIÓN DEL PUERTO SERIE PARA RFID

CONEXIONES PARA PLC OMRON CP1H-X

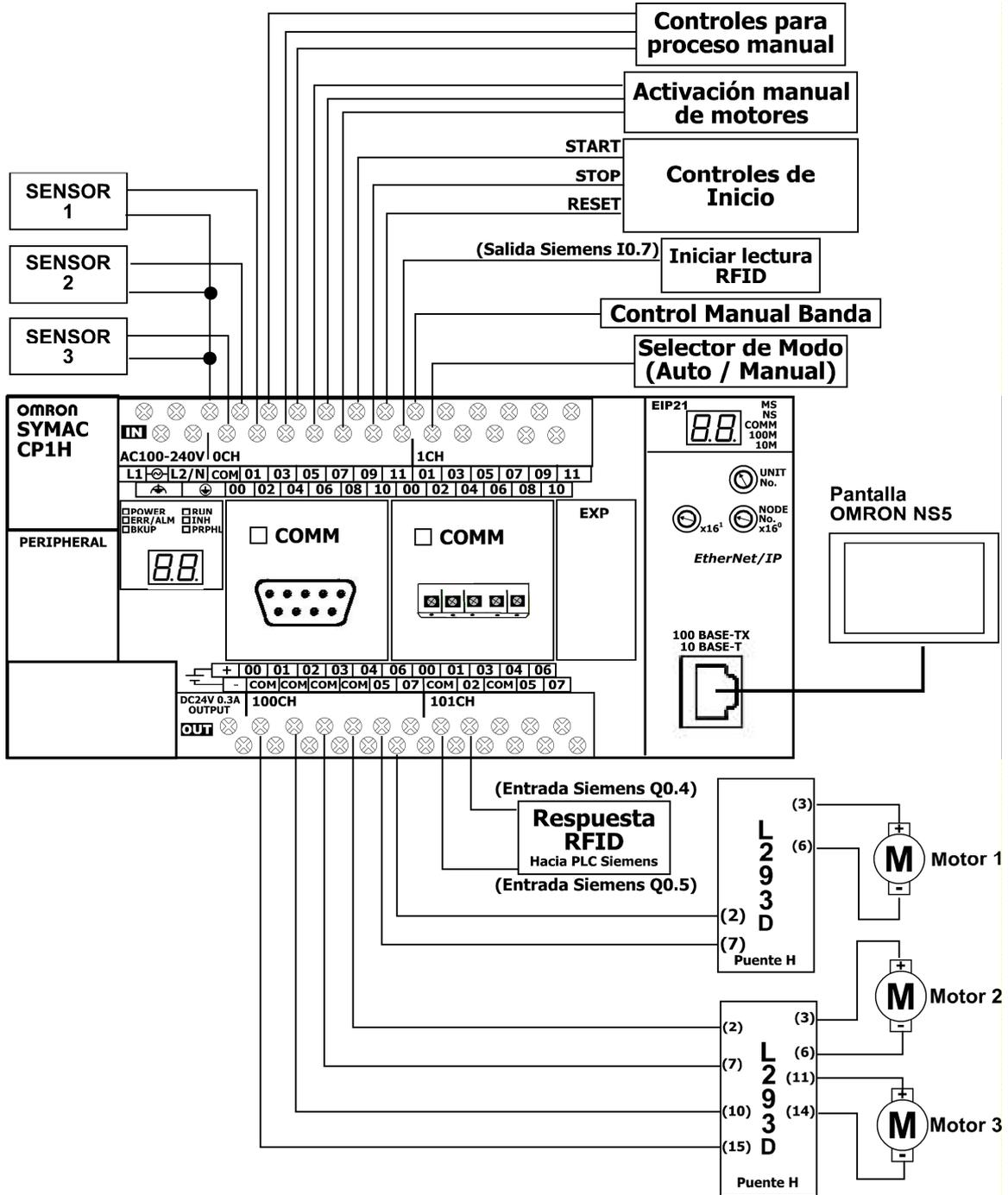
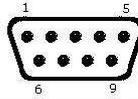


FIGURA 14. CONEXIONES DESDE EL OMRON HACIA MOTORES Y SENSORES.

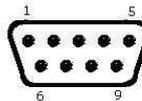
PIN OUT CONECTOR DB-9 HEMBRA PLC OMRON CP1H



Pin	Señal	Nombre	Entrada/Salida
1	FG	Protección a tierra	---
2	SD (TXD)	Envío de datos	Salida
3	RD (RXD)	Recepción de datos	Entrada
4	RS (RTS)	Solicitud para envío	Salida
5	CS (CTS)	Libre para enviar	Entrada
6	5 V	Fuente de voltaje	---
7	DR (DSR)	Datos listos	Entrada
8	ER (DTR)	Terminal de Datos listos	Salida
9	SG (0 V)	Tierra	---

TABLA 6: PIN OUT DB9 PLC OMRON

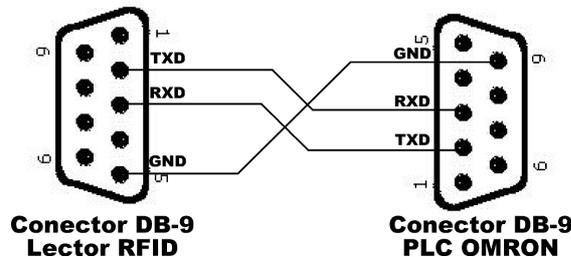
PIN OUT CONECTOR DB-9 HEMBRA LECTOR RFID



Pin	Señal	Nombre	Entrada/Salida
1	NC	No utilizado	---
2	SD (TXD)	Envío de datos	Salida
3	RD (RXD)	Recepción de datos	Entrada
4	NC	No utilizado	Salida
5	SG (0 V)	Tierra	Entrada
6	NC	No utilizado	---
7	NC	No utilizado	Entrada
8	NC	No utilizado	Salida
9	NC	No utilizado	---

TABLA 7: PIN OUT DB9 RFID

DIAGRAMA DE CONEXIONES PLC OMRON Y LECTOR RFID



HMI

Se presentan 2 modos de comunicación para el desarrollo del interfaz humano máquina entre una pantalla y el PLC CP1H. A continuación se presenta la configuración para ambos métodos de comunicación y el diseño de la interfaz que visualizará el usuario.

CONFIGURACIÓN PARA ETHERNET

En la ventana de configuración de comunicaciones se agrega el host para la comunicación Ethernet.

En la siguiente pantalla se presenta la configuración del host, cuyo nombre es CREMOTO (Control Remoto) que significa que la comunicación con la pantalla será vía Ethernet.

Se escoge el tipo de PLC con el que se va a trabajar, para el caso se trabajara con una serie CJ1 seleccionando así la opción SYSMAC-CS/CJ. Se habilita la comunicación Ethernet y se configuran los datos de la red, de la siguiente forma:

Dirección IP: 192.168.1.4

Máscara de Subred: 255.255.0.0

Puerta de enlace predeterminada: 192.168.1.1

Dirección de servidor proxy de IP: No Aplica.

Sistema de Clasificación de Paquetes

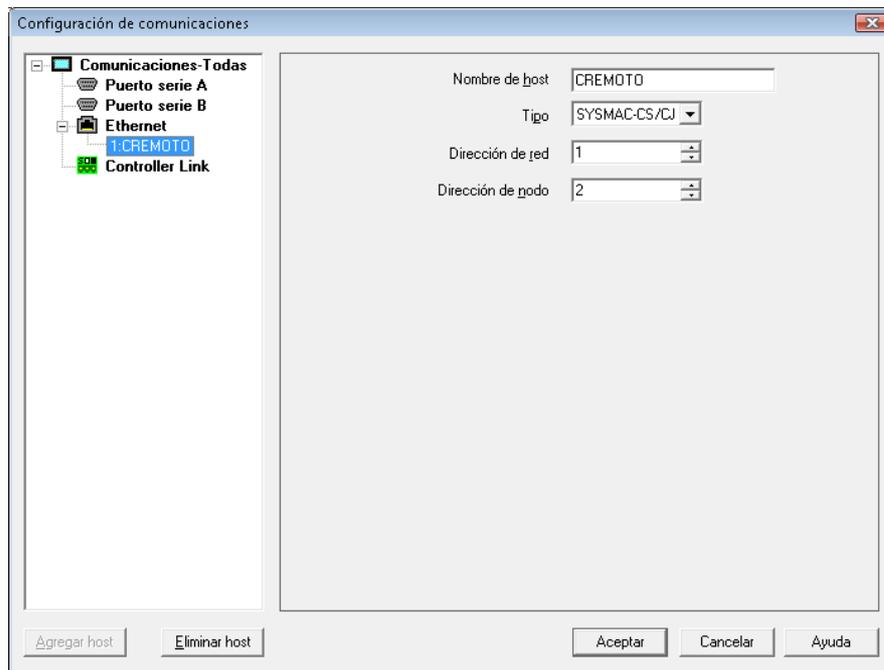


FIGURA 15. CONFIGURACIÓN DEL HOST.

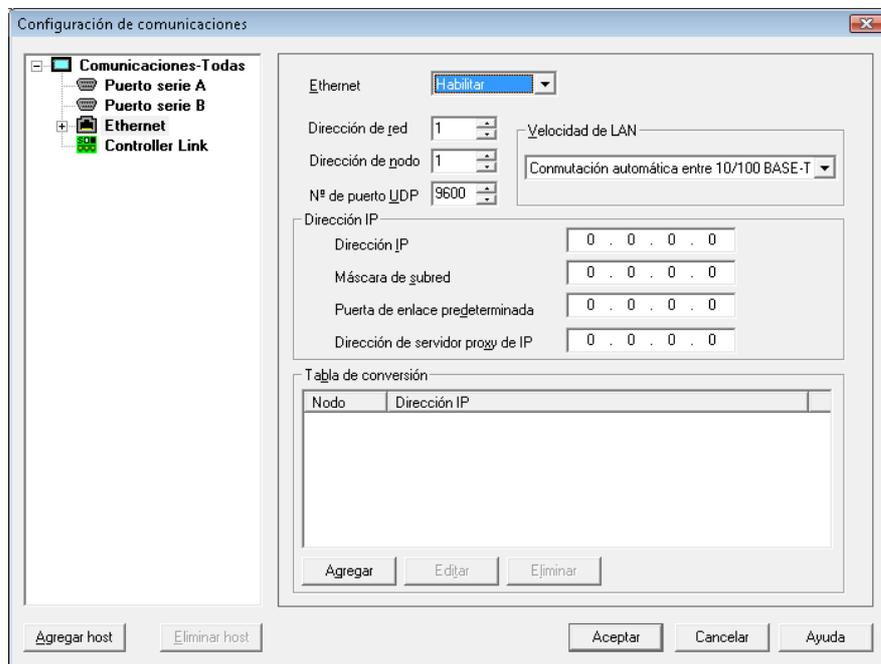


FIGURA 16. CONFIGURACIÓN DE DIRECCIÓN IP.

Dentro del proyecto se configura el sistema, donde estará su dirección y cómo se accederá al mismo.

Para el caso se asigna la memoria del sistema, para lectura por el host anteriormente creado para ETHERNET y se asigna la Memoria de Datos del PLC (DM).

The image shows a software configuration window titled "Configuración del sistema". At the top, there are tabs for "Terminal portátil NS" and "Tamaño máximo de pantalla". Below these are sub-tabs for "PT", "Inicial", "Histórico", "Vídeo", and "Impresora". The "Inicial" tab is active. The "Pantalla inicial" field contains "0000:Página de pantalla0000" with a "Configurar..." button. The "Memoria del sistema" section includes two "Dirección de asignación" fields, both set to "CREMOTO:DM00000", with "Configurar1" and "Configurar2" buttons. There is a checkbox for "Compatibilizar la memoria del sistema con NT" and radio buttons for "Serie NT30/620" and "Serie NT31/631". The "Opción" section has a "Ciclo de actualización de la memoria del sistema" set to "1", "Intervalos de señal RUN (pulso)" set to "5", and "Inicializar memoria del sistema en el arranque" set to "Habilitar". A "Lista de memoria del sistema" button is also present. The "Indicador de comprobación de espacio libre en tarjeta de memoria" section has an "Espacio libre" field set to "1024" KByte. At the bottom are "OK", "Cancelar", and "Ayuda" buttons.

FIGURA 17. CONFIGURACIÓN DE MEMORIA.

CONFIGURACIÓN PARA PUERTO SERIE.

En la ventana de configuración de comunicaciones se agrega el host para la comunicación serie.

En la siguiente pantalla se presenta la configuración del host, cuyo nombre es SERIALA (PUERTO SERIE A) que significa que la comunicación con la pantalla será vía COMM A, Se indica a que se conectara la pantalla y el protocolo de comunicación se configura como NT Link (1: N), alta velocidad y el numero de unidad NT.

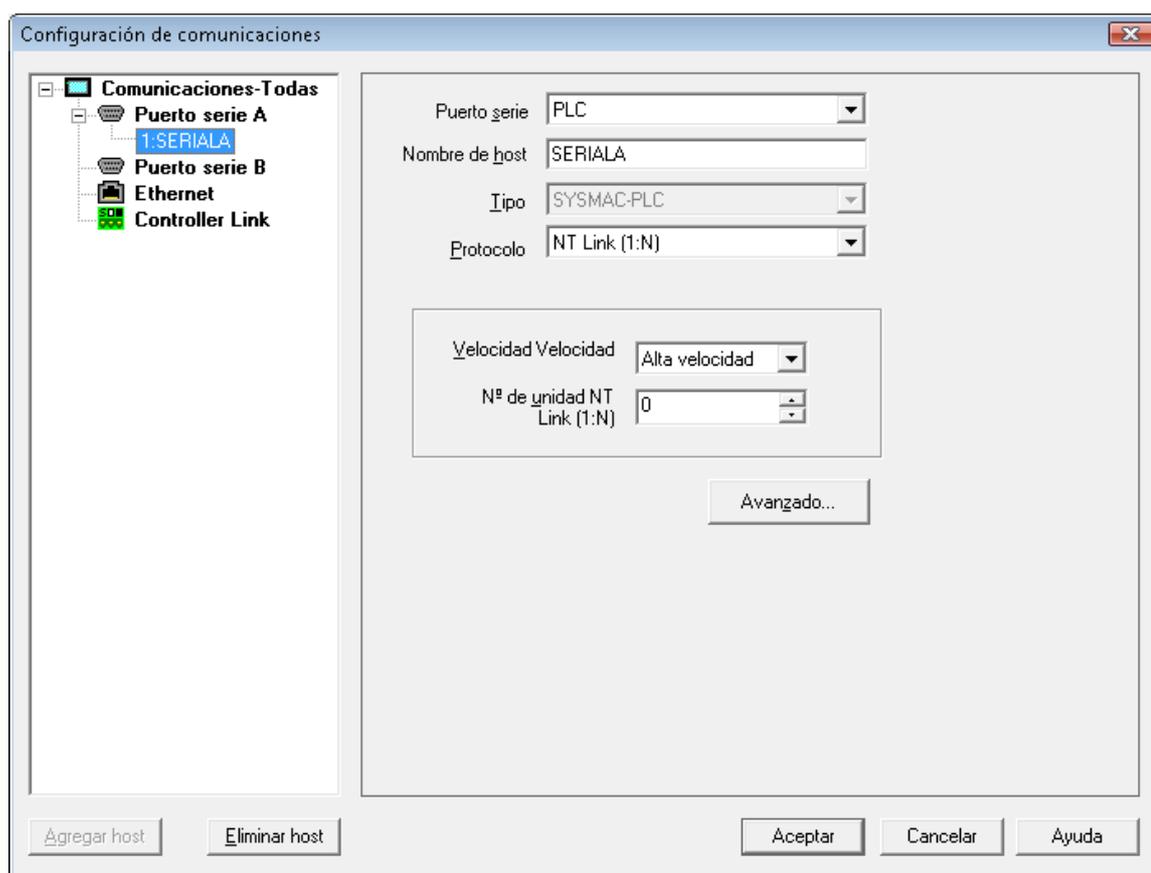


FIGURA 18. CONFIGURACIÓN HOST SERIE.

De igual forma se debe configurar el tipo de comunicación, cuando se selecciona el espacio de memoria y el lugar donde se almacenarán los datos.

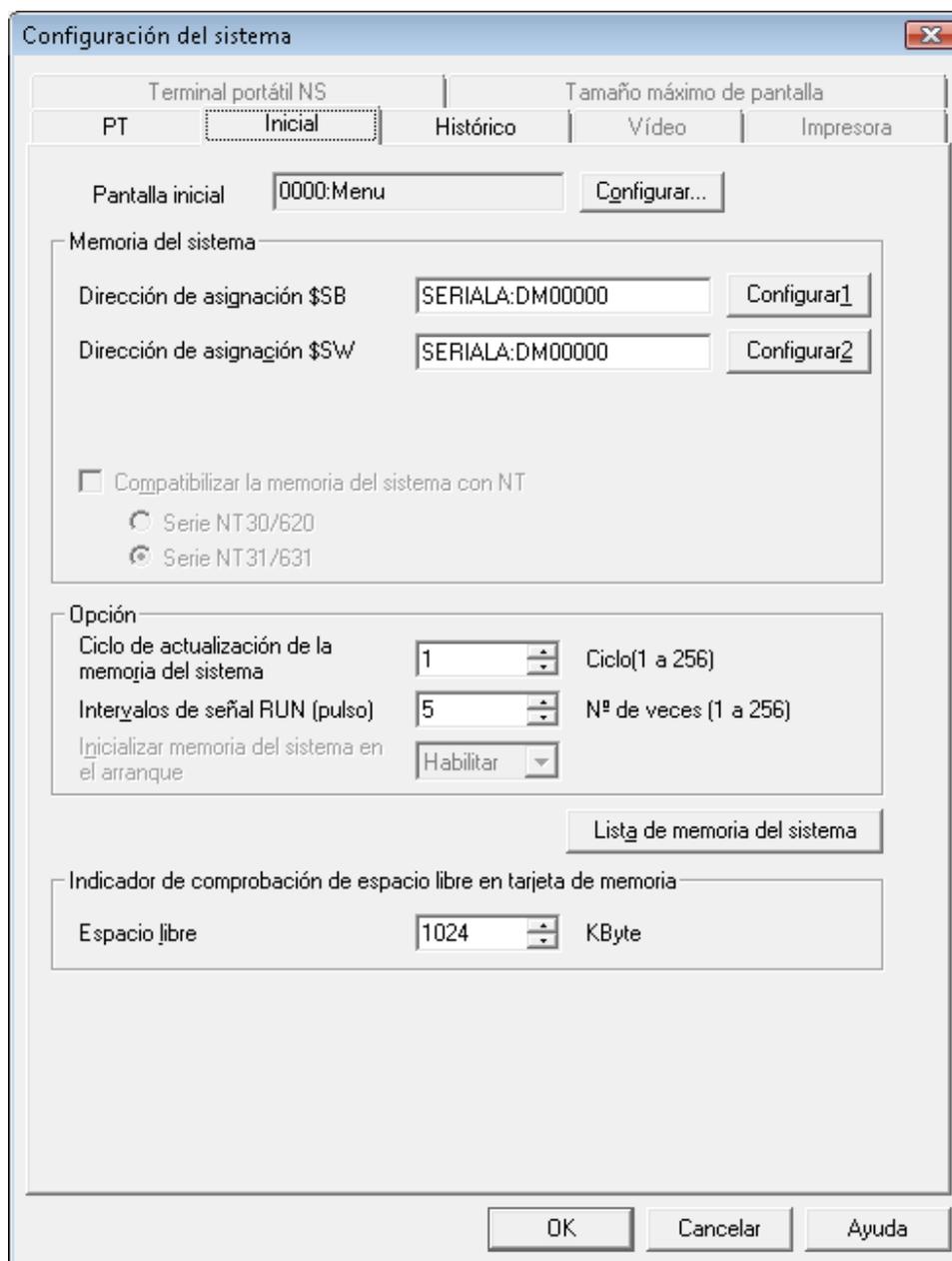


FIGURA 19. CONFIGURACIÓN MEMORIA DEL SISTEMA.

DISEÑO Y PROGRAMACIÓN HMI

MENÚ PRINCIPAL

El menú principal muestra la pantalla de selección del proceso, donde se puede seleccionar entre la monitorización del proceso normal o el control manual del mismo.

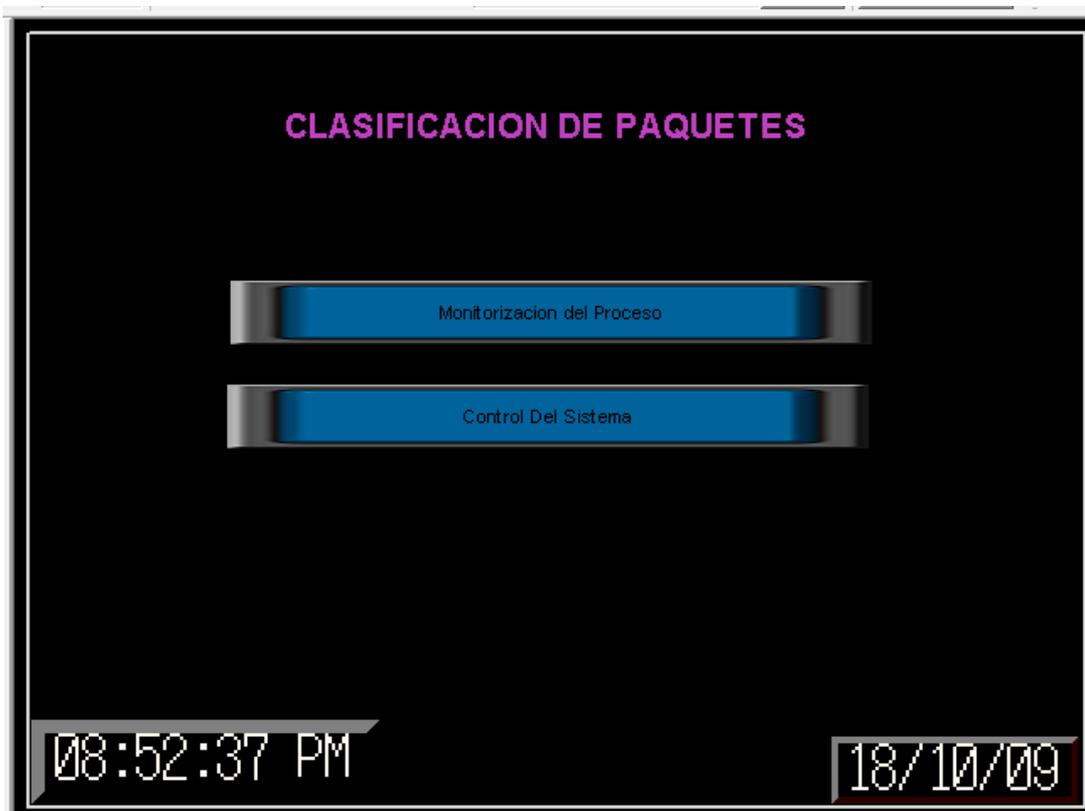


FIGURA 16. PANTALLA PRINCIPAL.

Para la programación de la pantalla principal y menú de presentación, se realizó la siguiente configuración o programación. En primer lugar el color de fondo de pantalla y el título de la misma:

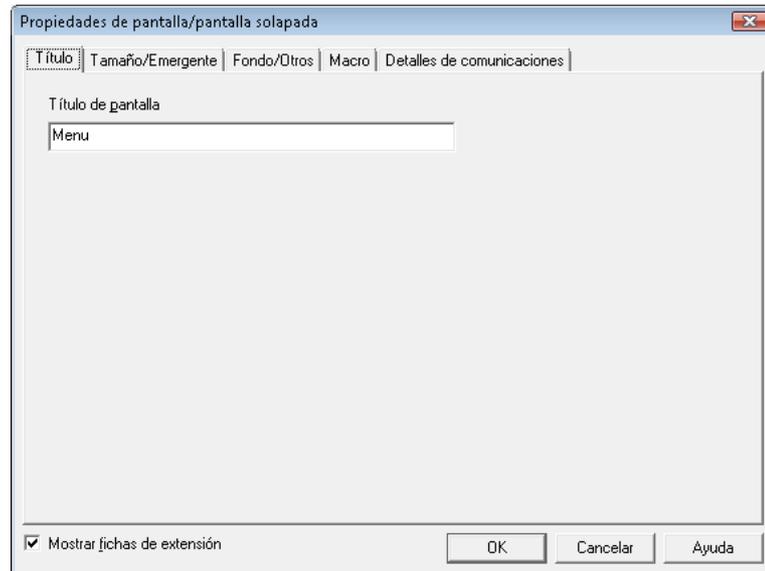


FIGURA 20. PROGRAMACIÓN NOMBRE DE PANTALLA

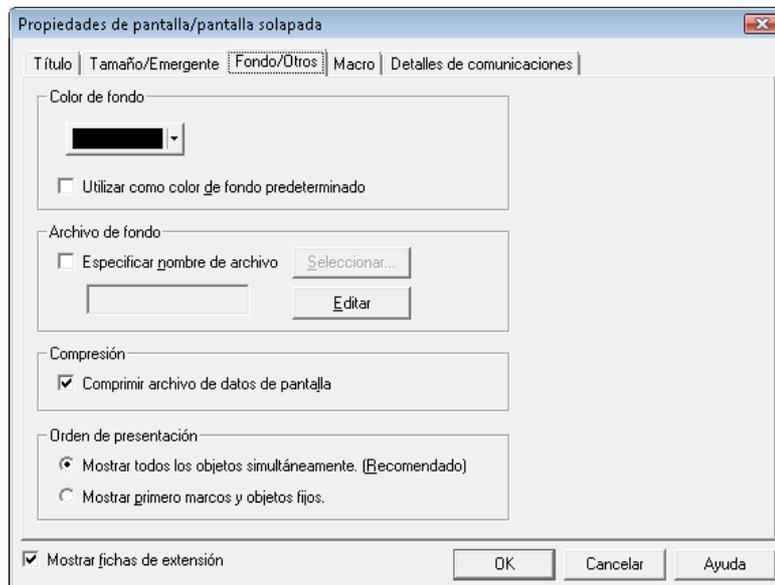


FIGURA 21. PROPIEDADES DE PANTALLA.

Botón monitorización del proceso: Se selecciona el tipo de comunicación y la memoria donde será guardado, el tipo de acción que realizará, la forma, el color de activación y desactivación, la etiqueta del comando y la acción que realizará al ser presionado.

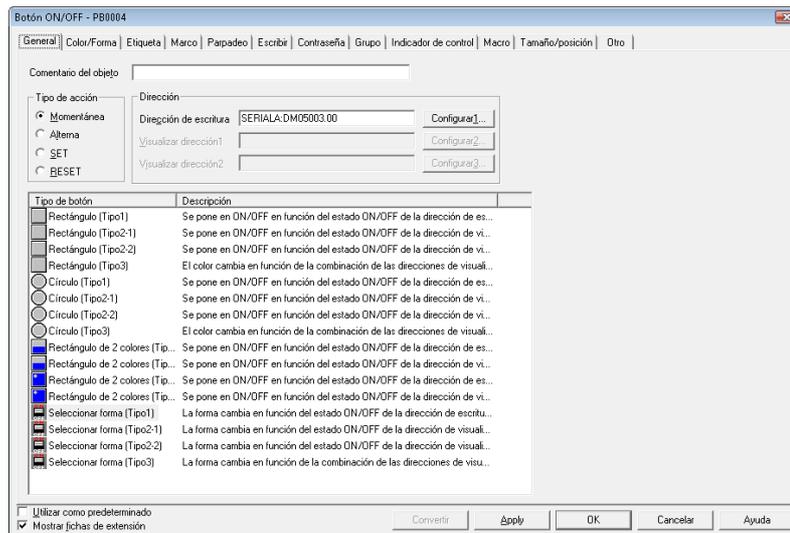


FIGURA 22. PROGRAMACIÓN DEL BOTÓN COMANDO

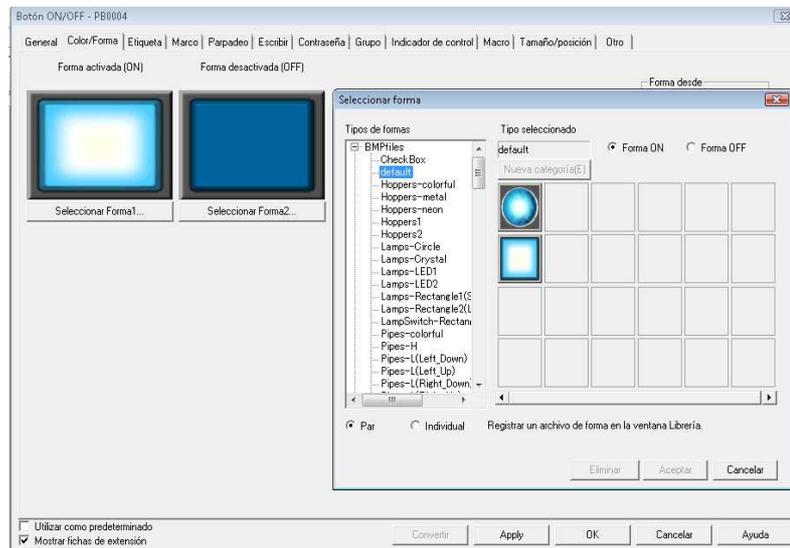


FIGURA 23. SELECCIÓN DE ESTILO.

Sistema de Clasificación de Paquetes

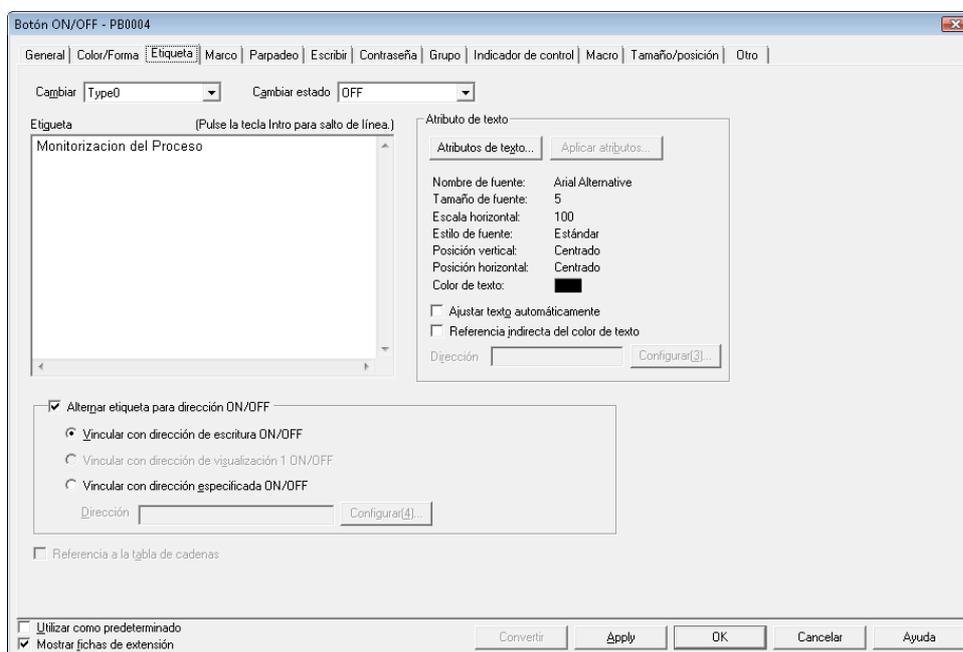


FIGURA 24. CONFIGURACIÓN DE LA ETIQUETA.

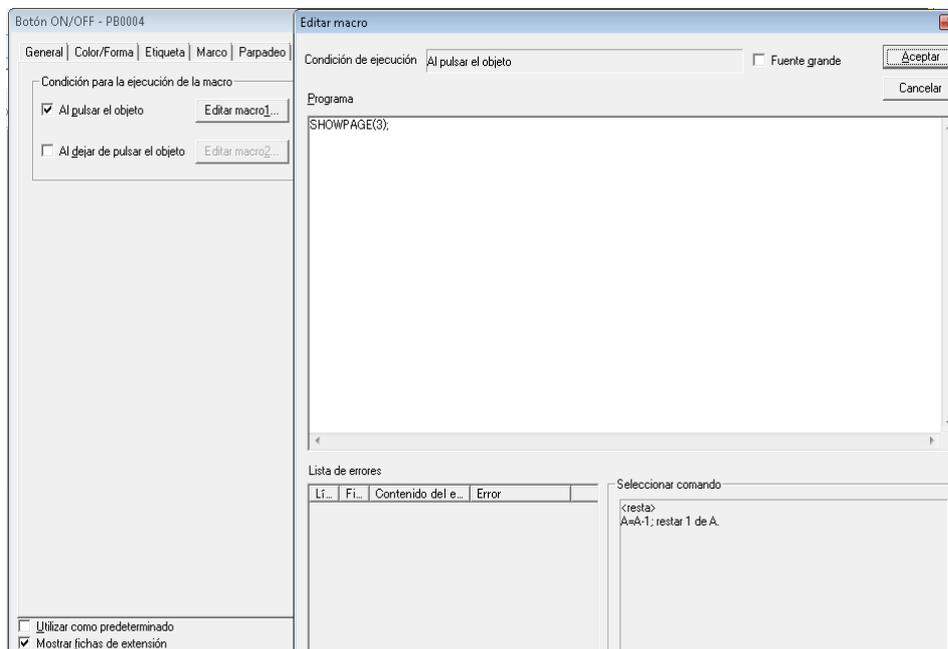


FIGURA 25. PROGRAMACIÓN DE ACCIÓN DE BOTÓN.

Y se selecciona el nivel de contraseña deseado para protección al acceso de la monitorización.

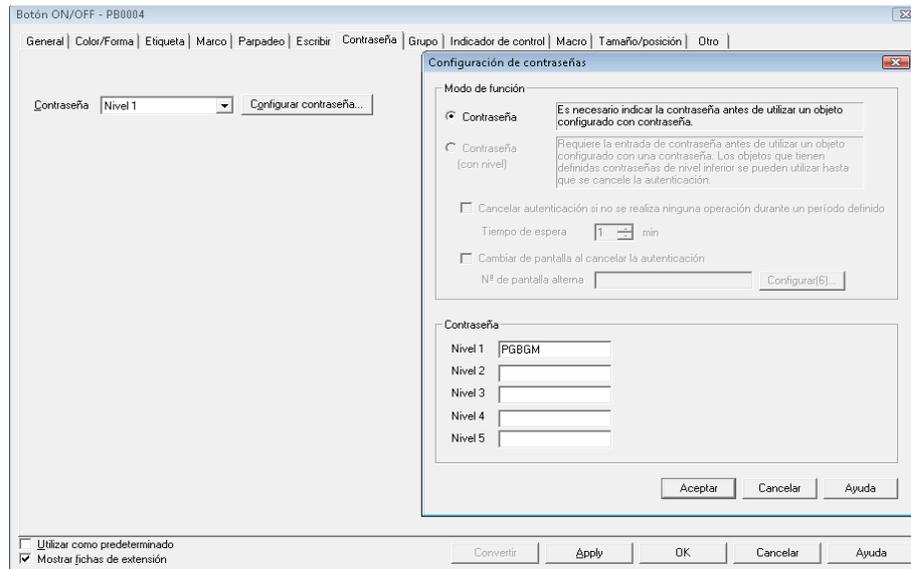


FIGURA 26. PROGRAMACIÓN DE CONTRASEÑA.

El mismo tipo de configuración se utiliza para la creación del botón comando de control.

MONITORIZACIÓN DEL PROCESO

Del menú principal se selecciona la opción de monitorización donde podemos ingresar para ver por medio de indicadores los momentos en que un paquete pasa por cada sensor que identifica al paquete en su recorrido y el momento de activación de los desviadores.



FIGURA 27. PANTALLA DE MONITORIZACIÓN.

Sistema de Clasificación de Paquetes

Para ésta pantalla se utilizaron las siguientes configuraciones de los led's y el botón comando de retorno.

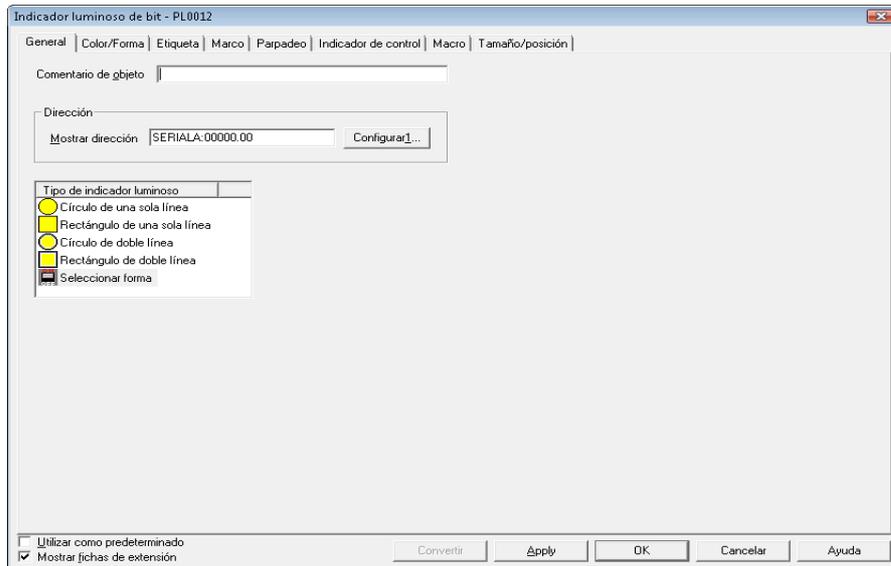


FIGURA 28. DIRECCIONAMIENTO DE INDICADORES.

Se selecciona el estilo y el color de las luminarias indicadoras.

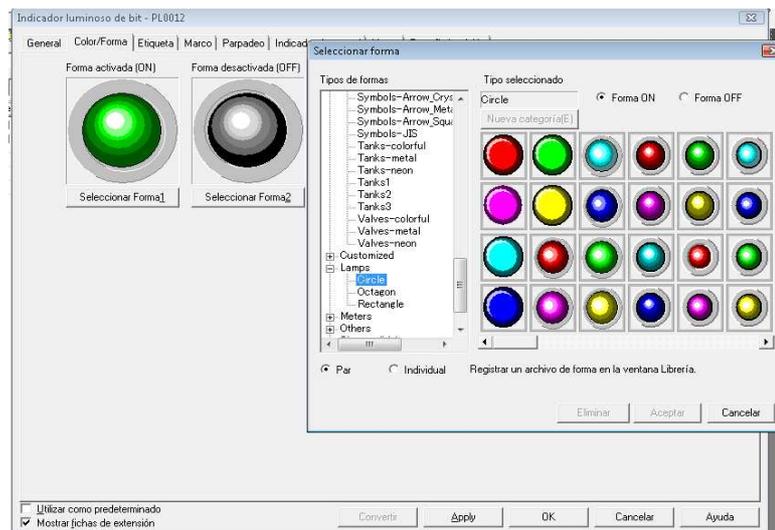


FIGURA 29. ESTILO DE INDICADORES.

Sistema de Clasificación de Paquetes

Se selecciona la forma que se desea para el botón comando, en este caso flechas hacia la izquierda que indican retorno.

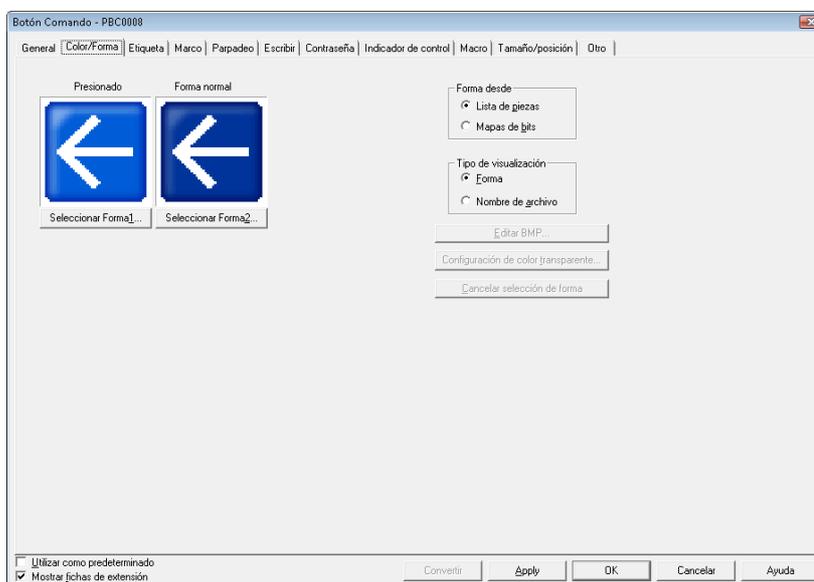


FIGURA 30. SELECCIÓN BOTÓN DE RETORNO.

Se selecciona la acción que se desea realice el botón comando, en este caso de retorno a la pantalla principal.

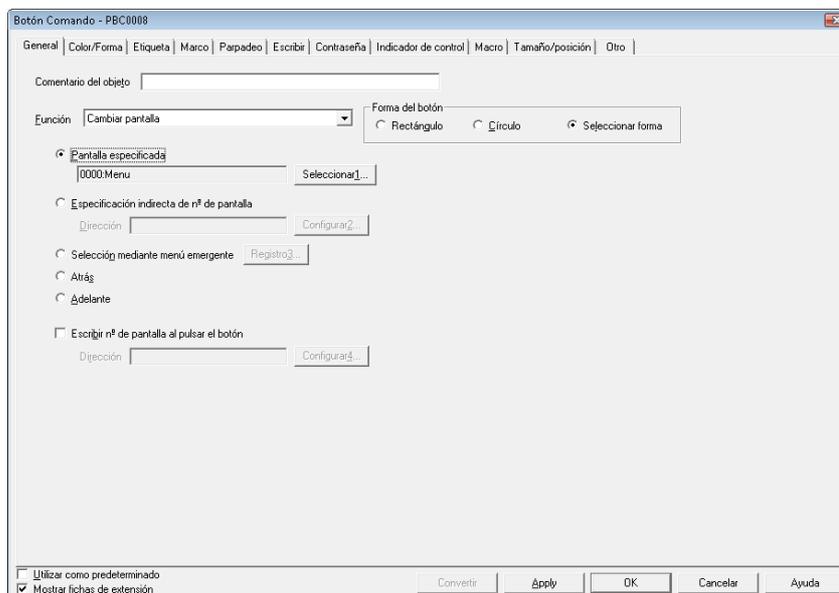


FIGURA 31. ESPECIFICACIÓN DE ACCIÓN A REALIZAR POR EL BOTÓN.

CONTROL MANUAL DEL PROCESO

Con el control manual se podrá manipular el inicio, el paro y el reinicio del sistema además de controlar la activación de los sensores y de las compuertas.



FIGURA 32. PANTALLA DE CONTROL.

La programación y configuración de esta pantalla es similar a la descrita para las anteriores, con la diferencia de los interruptores de activación, de los sensores y de los desviadores, para los cuales mostramos su configuración a continuación:

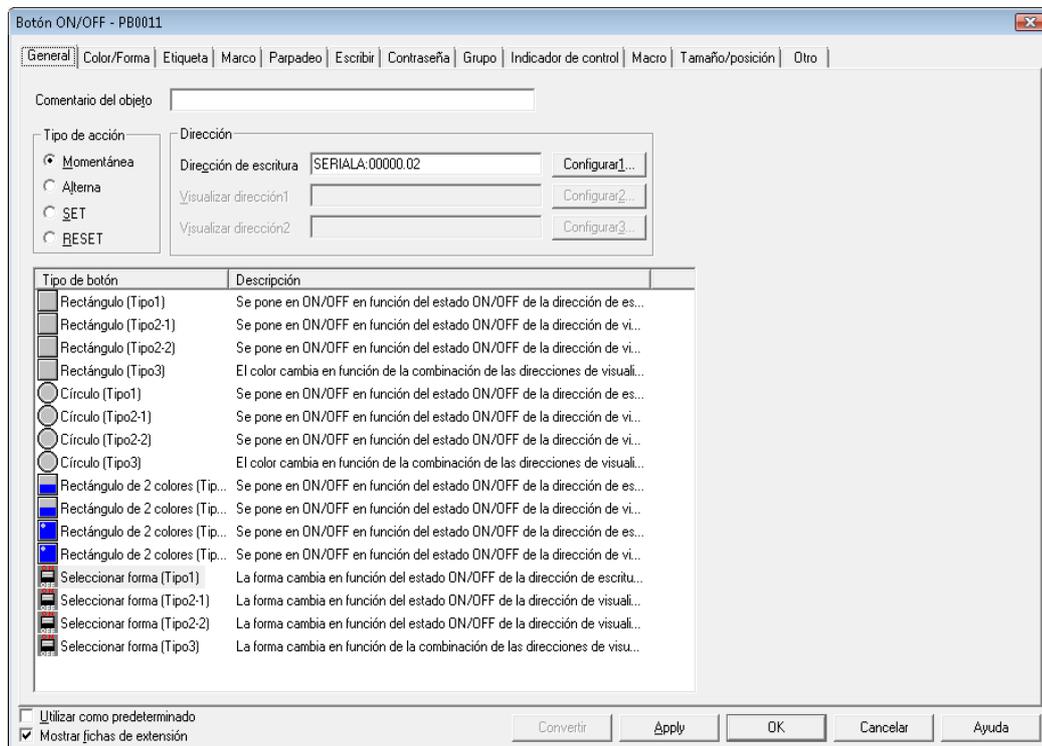


FIGURA 33. CONFIGURACIÓN DE ACTIVADORES.

Como se observa en la figura, ahora se debe de escoger específicamente la dirección que se verá reflejada, es decir la entrada o salida que será manipulada, para cada uno de los interruptores que se muestran en pantalla.

Finalmente desde la pantalla de control manual podemos acceder a una prueba virtual, para la cual únicamente se necesita introducir los números de paquetes con los botones de la esquina inferior izquierda, los cuales quedarán guardados en memoria para su prueba virtual, sin necesidad que se realice el proceso de verdad.

La configuración de toda la pantalla se realizó utilizando los mismos pasos de las pantallas anteriores, cambiando únicamente la forma de los botones o interruptores.

GUÍA DE USUARIO

El prototipo cuenta con 6 botones donde se puede controlar manualmente el estado del sistema completo, es decir, si se realizará el control de forma automática o manual y si se realiza un paro en el proceso.



El significado de cada serigrafía se detalla a continuación:

START= Inicio del sistema.

AUTO/MANUAL= Selección del modo de operación del sistema.

BANDA= Activación del movimiento de la banda.

STOP= Paro en una etapa determinada.

PARO= Paro a final del ciclo.

EMERGENCIA= Paro de emergencia.

Acciones y funcionamientos de los interruptores:

START: cuando se presiona el START comienza a ejecutarse los programas asignados a cada PLC, siempre y cuando ningún interruptor de paro se encuentre activado.

AUTO/MANUAL: selecciona el modo de operación del sistema, si se encuentra activo significa que se encuentra en modo automático y si esta desactivado se encuentra en modo manual.

BANDA: al activar este interruptor comienza el movimiento de la banda, cuando se encuentra en modo manual.

STOP: al presionar STOP se realiza un paro al proceso en ambos PLC's y cuando éste se desactiva reanuda su ejecución en el mismo punto donde se detuvo.

PARO: al activar este interruptor se provoca un paro al final de la etapa en la que se encuentre al momento de ser activado y luego retorna al punto de inicio.

EMERGENCIA: al momento de su activación se produce un paro de emergencia el cual detiene toda actividad que esté realizando y luego pasa a poner el proceso al punto de inicio.

MODO AUTOMATICO

El procedimiento a seguir para ejecutar el sistema en modo automático, y para la visualización en pantalla HMI es el siguiente:

Principalmente se debe de acondicionar el equipo para que funcione correctamente. Conectar ambos autómatas a voltaje y las fuentes externas para la alimentación de todos los dispositivos.



Se debe seleccionar el interruptor de AUTO_MAN, para activar el modo automático debe de estar en ON.



Pulsar el botón de START para activar los sistemas de ambos PLC's.

Al dar el pulso de inicio el sistema queda esperando un paquete en la zona de la bodega, hasta que el sensor no detecte un paquete no se realiza otro movimiento que no sea el de la banda transportadora, la cual se encenderá al mismo tiempo que inicia el sistema y no parará hasta que se activa alguno de los 3 tipos de paro (STOP, PARO o EMERGENCIA).

Al detectarse un paquete el resto del proceso se realiza automáticamente, hasta que se active uno de los interruptores de paro, los cuales actúan según se describe al inicio de la guía.

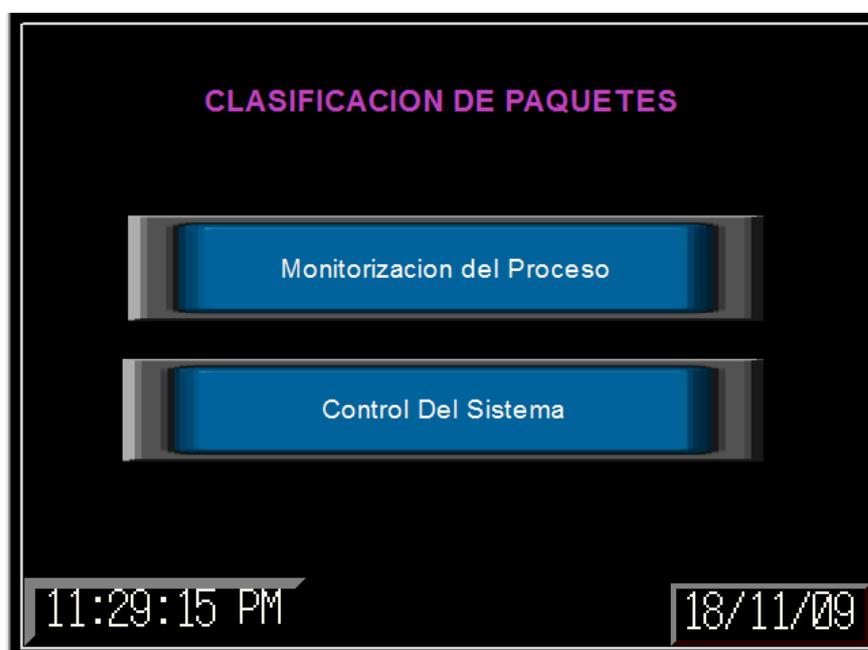
NOTA: el botón BANDA, permanece desactivado durante todo el proceso en modo automático.

PANTALLA HMI.

En la parte de la visualización desde la pantalla HMI, se debe realizar lo siguiente:

Principalmente asegurarse de la conexión de la misma a su alimentación de 24VDC y la conexión de comunicación con el PLC CP1H-X de OMRON.

La imagen a continuación muestra la pantalla principal del sistema, de la cual debemos seleccionar el botón "Monitorización del Proceso".



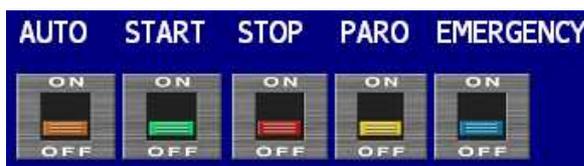
Al seleccionar “monitorización del Proceso” llegamos a la siguiente pantalla:



NOTA: En esta pantalla se puede visualizar únicamente el proceso realizado en la banda transportadora.

Cuando un paquete pasa frente al primer sensor se ilumina el indicador de Sensor1 y si el paquete pertenece el destino 1, el desviador 1 comenzará a moverse y se verá reflejado en el indicador de compuerta1, de lo contrario permanecerá apagado. Si el paquete no pertenece al primer destino al pasar por el segundo sensor se reflejará en el indicador Sensor2, si pertenece a ese destino se activará Compuerta2 de lo contrario seguirá moviéndose hasta llegar al tercer sensor, se reflejará en Sensor3 y se activará Compuerta3, que indica que el paquete será desviado hacia el destino 3.

Como se observa en la imagen anterior, se encuentra una serie de interruptores en la pantalla de monitorización que realizan las mismas funciones que los interruptores detallados al inicio de esta guía, para poder controlar los momentos de paro o de activación del sistema, por cualquier anomalía detectada en el proceso.



Nótese que se ha omitido el interruptor de activación de banda ya que este es únicamente utilizado al momento de ejecutar el modo manual.

MODO MANUAL

Para realizar todo el proceso de forma manual deben de utilizarse dos tipos de control, por una parte un control físico para la etapa del paso del paquete de la bodega hacia la banda y el otro por medio de la pantalla HMI que controlará la parte de introducir un paquete al sistema y de su distribución a los destinos deseados.

Para comenzar el proceso de debe realizar lo siguiente:



En primer lugar desactivar el modo automático. Apagar el interruptor hace cambiar de modo automático hacia modo manual.



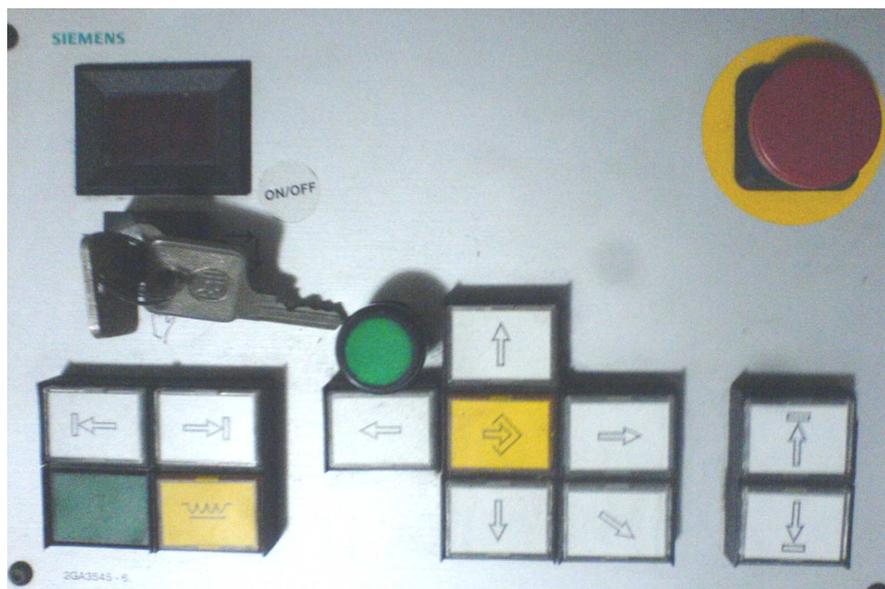
Luego pulsar el botón de START para activar los sistemas de ambos PLC's.



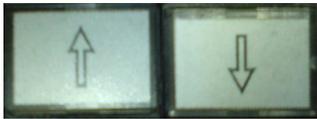
Activar el movimiento de la banda transportadora.

Estas 3 acciones preparan el equipo para comenzar a realizar las acciones manuales en cada uno de los controles.

CONTROL PARA MANIPULADOR



En esta imagen se presenta el controlador manual para el manipulador, la función de cada uno de los botones se detalla a continuación.



Estos dos botones se utilizan para manejar el brazo en dirección vertical, para movilizar el paquete o la posición del brazo hacia arriba o hacia abajo.



Las flechas de estos dos botones indican que ejecutan un movimiento en dirección vertical, hacia la derecha o izquierda.



La flecha en diagonal hacia abajo indica un movimiento en el eje z, es decir que realiza un movimiento hacia adentro del eje principal del brazo, mientras que el botón verde realiza el movimiento contrario.



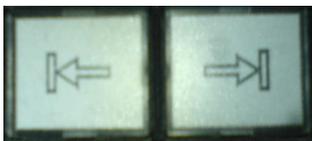
Este botón activa el electroimán para que tome el paquete y lo libera al ser desactivado.



Este botón realiza la acción de STOP manual únicamente para el sistema del manipulador.



Estos son indicadores de final de carrera, cuando el eje vertical alcanza su límite hacia arriba o hacia abajo se iluminan la flecha correspondiente.



Indicadores de final de carrera, cuando el eje horizontal alcanza su límite ya sea hacia la izquierda o la derecha se ilumina la flecha correspondiente a la dirección.

Manipulando las diferentes direcciones y el electroimán el sistema es capaz de mover un paquete desde su origen hacia la banda o a la zona de revisión de paquetes.

CONTROL EN PANTALLA HMI

En la pantalla principal al seleccionar “Control del Sistema” accedemos a la pantalla que se muestra en la siguiente imagen.



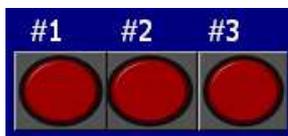
En esta pantalla podemos ver una serie de botones e interruptores que suponen todo el control de la parte de la banda transportadora, lo que incluye la activación de los 3 sensores y la activación de los 3 desviadores, así como también la introducción manual del número de paquete que se desee.



Los botones e interruptores que aparecen en la imagen corresponden a cada uno de los sensores y desviadores que se encuentran físicos en la banda.

El S1, S2 y S3, son cada uno de los sensores, siendo Sensor1, Sensor2 y Sensor3 respectivamente, al seleccionar cada uno de ellos indicamos al sistema que el paquete va pasando por ese sensor en la banda.

Los interruptores P1, P2 y P3, corresponden a los desviadores que envían los paquetes a sus destinos correspondientes, indicando al sistema que el desviador debe comenzar a moverse.



Los 3 botones rojos que aparecen en la pantalla son los utilizados para introducir paquetes con la identificación que se desee.

Si se presiona el botón #1, el paquete que ingresa en ese momento será clasificado como perteneciente al destino1, y así sucesivamente para cada uno de los botones (#2 y #3), logrando con ello poder ingresar al sistema hasta aquellos paquetes que no han sido reconocidos por el equipo RFID si se desea.

Finalmente podemos observar que en la pantalla se encuentran nuevamente los 6 interruptores para las funciones básicas de encendido, selección de modo y los diferentes paros.



Nótese que en esta ocasión se incorpora un interruptor para la activación y desactivación de la banda transportadora, ya que este es necesario en el modo manual.

CONCLUSIONES

El proceso es eficaz y adecuado para el desvío de paquetes a destinos establecidos, para la clasificación de productos y es flexible para el uso a conveniencia de las empresas.

La interacción entre ambos PLC's se realiza sin errores o dificultades al tratarse únicamente de pulsos de activación de entradas y salidas.

El manipulador cumple su función de transportar el paquete desde un punto inicial, hacia el lector de RFID donde el paquete es reconocido o no, y luego mueve el paquete hacia la zona determinada según el caso.

Las configuraciones para las lecturas desde los puertos de comunicación son de vital importancia para el buen funcionamiento del proceso, ya que sin el protocolo de comunicación, la velocidad de transferencia, el tamaño de la trama y el código de inicio adecuados, no es posible obtener una lectura correcta para el sistema de RFID.

La plataforma HMI lleva a cabo la monitorización del proceso realizado en la banda transportadora y el control del mismo, trabajando correctamente con la comunicación serie entre el PLC CP1H y la pantalla.

Para lograr la identificación de paquetes por medio de un sistema RFID, no es necesario acceder a todos los datos escritos en las tarjetas, sino que se puede segmentar la información de las mismas, para tomar únicamente aquel código variable entre ellas.

RECOMENDACIONES

El dispositivo de lectura de RFID debe poseer un protocolo de comunicación que sea manejable por el PLC, si el protocolo es el incorrecto la comunicación con el dispositivo no se realizará, se debe de asignar la velocidad adecuada para una lectura correcta en la transmisión, menor velocidad puede omitir información que se esté recibiendo y hacer una mala interpretación del resultado, por el contrario mayor velocidad puede generar repeticiones en la información, esto si no están definidas las tramas de lectura o puede suceder la finalización de la lectura cuando aun no se ha recibido toda la información.

La detección de los paquetes dentro del ciclo de la banda podría ser más confiable en la clasificación de productos si existiera por cada compuerta un lector de RFID, detectando éste instantáneamente si el paquete pertenece o no a dicha compuerta.

Teniendo una pantalla HMI con modulo ethernet, se puede ejecutar la configuración de comunicación ETHERNET para obtener un control remoto del sistema y monitorizar todo el proceso estando a una distancia mayor a la que permite la conexión directa por puerto serie

GLOSARIO

Backscatter:	Es el reflejo de ondas, partículas o señales de regreso a la dirección de donde provienen.
Criptografía:	Es la ciencia que, mediante el tratamiento de la información, protege a la misma de modificaciones y utilización no autorizada.
CX-Designer:	Software desarrollado por OMRON para el diseño y programación de pantallas de su misma marca.
CX-Programmer:	Software desarrollado por OMRON para la programación de autómatas programables de su marca.
Dirección IP:	Es un número que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz de un dispositivo.
Encoder:	Es un dispositivo, circuito o transductor que convierte información de un formato a otro.
FBD:	Diagrama de Bloques de Función (Function Block Diagram), es un lenguaje gráfico que permite programar elementos que aparecen como bloques para ser cableados entre si de forma análoga al esquema de un circuito.
FIFO:	El primero que entra es el primero que sale (First In - First Out), se refiere al modo de recopilación de la información dentro de una pila.
GRAF CET:	(Gráfica de Control de Etapas de Transición), es un diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones.
HMI:	Interfaz Humano - Máquina (Human Machine Interface).

IEC-1131:	Estándar internacional para programación de controladores programables.
ISO 14443:	Estándar para tarjetas de identificación.
Lector:	Equipo electrónico que se comunica con el tag, para capturar su información.
Manipulador:	Cualquier dispositivo mecánico capaz de reproducir los movimientos humanos para la manipulación de objetos.
NT Link (1: N)	Protocolo diseñado para comunicaciones entre los dispositivos OMRON.
PCMCIA:	Asociación internacional de memoria para computadoras personales (Personal Computer Memory Card International Association).
Pila	Es una estructura de datos que se van ordenando uno sobre otro.
PLC :	Controlador lógico programable (Programmable Logic Controller).
Protocolo	Conjunto de reglas que especifican el intercambio de datos u órdenes durante la comunicación entre sistemas.
Prototipo	Producto terminado al que se llega en la fase de investigación y desarrollo, pero que no es, todavía, el definitivo que se comercializa.
Puerta de Enlace:	Es un dispositivo, con frecuencia un ordenador, que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación.
RFID:	Identificación por radio frecuencia (Radio Frequency Identification).
Servidor Proxy:	Hace referencia a un programa o dispositivo que realiza una acción en representación de otro.
Tags:	Etiqueta RFID, sistema para ser identificado con tecnología RFID.

- Tarjetas Mifare:** Son tarjetas plásticas que incorporan una tecnología de comunicación radiofrecuencia, sin contacto.
- Ticketing:** Etiquetado de productos.
- Trama:** Conjunto de bits que forman un bloque de datos básico.
- Transponder:** Transmisor/receptor electrónico que se adjunta al objeto a ser identificado y, cuando se reciben las señales apropiadas, transmite información.
- UHF:** Frecuencia ultra alta (Ultra High Frequency), es una banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de 300 MHz a 3 GHz.

REFERENCIAS

Páginas web

- *Hytrol Conveyor Company (2007), Casos de Estudio de Hytrol.*
Disponible en:
<http://www.hytrol.com/espanol/casestudy.cfm?id=35>
 - *Antenas RFID (2008), Dispositivos: Lectores RFID, Antenas RFID, Portales RFID.*
Disponible en:
http://www.antenasrfid.com/Dispositivos_RFID/Dispositivos_RFID.html#PortalesRFID
 - *Roger Hostalot, Guía práctica sobre el lector RFID, RFID Magazine, 1 (2), 56-59.*
Disponible en:
http://www.rfid-magazine.com/_images/2281/El_lector.pdf
 - *Moxa Inc. (2008), Better Fault Tolerance for your Device Network, Moxa Connection.*
Disponible en:
http://tya.moxa.com.tw/News_Events/connection/2008/06/Better_Fault_Tolerance_For_Your_PLC_Network.htm
 - *Domino (2008), Maestría en Manufactura – Rastreabilidad desde su Punto de Origen.*
Disponible en:
<http://www.domino-mexico.com/me/solutions/byproduct/rfidintegr/manufactur.cfm>
 - *Sistema RFID (2009), Historia, tipos, clasificación y estandarización de los RFID.*
Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>
 - *Tecnología MIFARE, Características y aplicaciones.*
Disponible en:
http://www.kimaldi.com/area_de_conocimiento/rfid/tecnologia_mifare_r_y_mifare_r_ult_ralight
 - *ISO 14443, Introducción del estándar para tarjetas inteligentes sin contacto y su relevancia para los clientes.*
Disponible en:
<http://www.otiglobal.com/objects/ISO%2014443%20WP%204.11.pdf>
-

Artículo de Revista Científica

- *Foster K. y Jagger J.(2007), RFID inside “The murky ethics of implanted chips”. IEEE SPECTRUM, 44 (3), 20-25.*

Manuales y/o Hojas Técnicas.

- *Cambronero Berlanga A. Guía Rápida. Instrucciones de comunicación, OMRON ELECTRONICS, S.A. 17-34.*
 - *OMRON (2005), OPERATION MANUAL. CP1H CPU Unit, OMRON Corporation. 494.*
 - *OMRON (2005), PROGRAMMING MANUAL, CP1H/CP1L CPU Unit, SYSMAC CP Series. 1175.*
 - *OMRON (2005), OPERATION MANUAL Function Blocks/ Structured Text. CX – Programmer, Ver. 7.2. 281.*
 - *OMRON (2004), MANUAL DE PROGRAMACIÓN, Terminales programables Series NS. 472.*
 - *OMRON (2004), HOST CONECTION MANUAL, Programmable Terminals, 63.*
 - *OMRON (2004), OPERATION MANUAL, Programmable Terminals, NS- Series. 39.*
 - *OMRON (2003), SET UP MANUAL, Programmable Terminals, NS- Series. 333.*
 - *TEXAS INSTRUMENTS, DATASHEET: Quadruple Half-H Drivers L293.
Disponible en: <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/texasinstruments/l293.pdf>*
-

ANEXOS

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN VANDERLANDE INDUSTRIES



Actualmente existen empresas que trabajan y desarrollan sistemas de distribución complejas para las industrias de paquetes siendo la compañía: Vanderlande Industries que ofrece la gama más amplia del mercado en tecnologías para la clasificación de paquetes y documentos. Proporcionan innovadoras soluciones logísticas para centros de clasificación de todas las dimensiones: desde el centro de operaciones

más grande del mundo, donde se manipulan más de 100.000 paquetes por hora, hasta los pequeños centros locales, capaces de clasificar y reexpedir algunos miles de paquetes por día.

Hytrol Conveyor Company, Inc: Caso en Nintendo of América, Inc



El centro de distribución utiliza una serie de uniones para optimizar el flujo de las órdenes. Las órdenes pequeñas llegan en cajas a las estaciones principales de empaque. Los operadores empacan las órdenes, añaden las etiquetas de código de barras, y colocan las cajas en las líneas paralelas de transportadores que se mueven a las estaciones de encintado

Hytrol Conveyor Company, Inc: Caso Integrador del Sistema: FloStor Engineering, Inc.



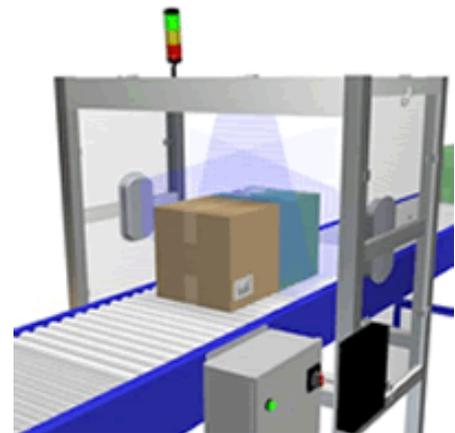
El transportador deslizable, modelo 190-ABA marca Hytrol, traslada los productos al área de embarques donde el código de barras, etiquetado y las preparaciones finales se llevan a cabo. De ahí, los trabajadores colocan los productos nuevamente sobre el transportador deslizable de acumulación, que los mueve al final de la línea. En

este punto, las unidades son descargadas y transportadas con un montacargas al área donde las órdenes esperan ser embarcadas.

Portales RFID

Portal Básico

Realizado en perfilera de aluminio, con capacidad máxima para 2 lectores y 8 antenas. Para puertas, cintas de transporte, zonas de paso



Portal Hdock

Realizado en estructura metálica con dispositivo de seguridad y señalización de estado. Larga duración. Apto para todas las marcas de lectores y antenas

Lectores RFID Fijos

Básicos

Con la simple funcionalidad de envío de señal y recepción de la respuesta del tag. Para 1 o 2 antenas



Funcionales

Con funciones adicionales como regulación de la potencia antena, código EPC, filtrado, etc. 30 dB de salida en el conector



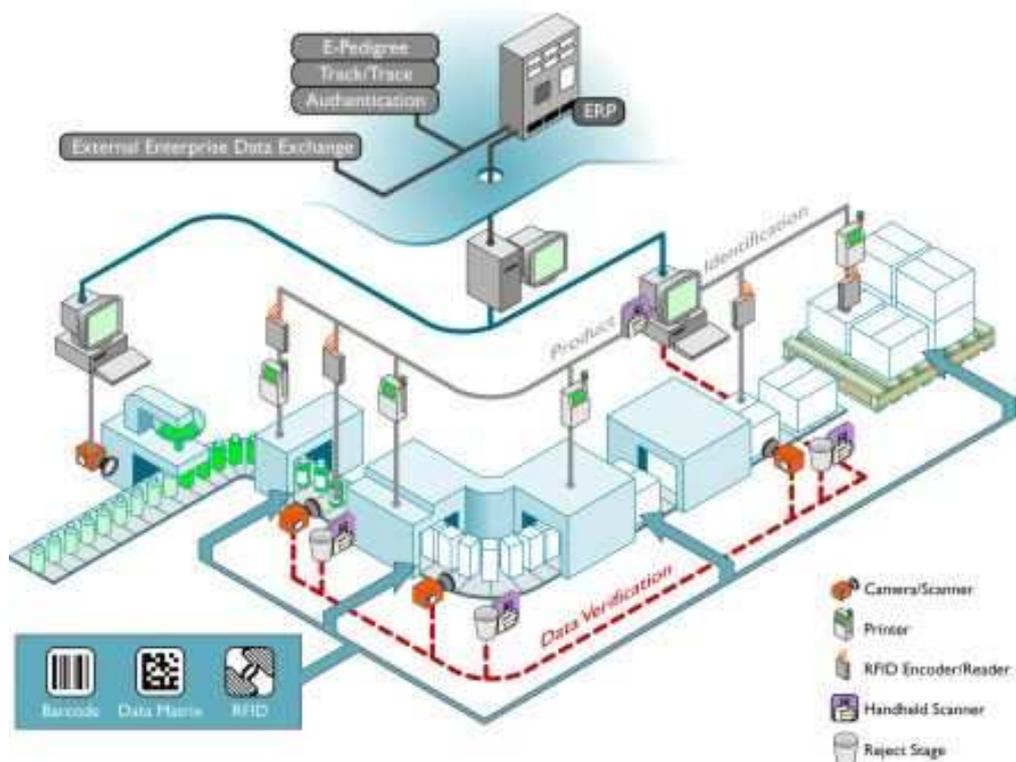
RFID: Piezas claves para obtener un alto rendimiento en las tasas de lectura

Los lectores, juntamente con los tags, son los componentes que disponen de mayor variedad en el mercado. Además hay diferentes tipologías: fijos y móviles, incluso fijos adaptados para dispositivos móviles.

La fabricación y diseño de estos difiere bastante entre los distintos modelos aunque soporten los mismos protocolos. Una de las grandes diferencias se encuentra en los rendimientos de lectura, pero también por el tipo y número de conexiones.

SISTEMA AUTOMATICO EN MANUFACTURA

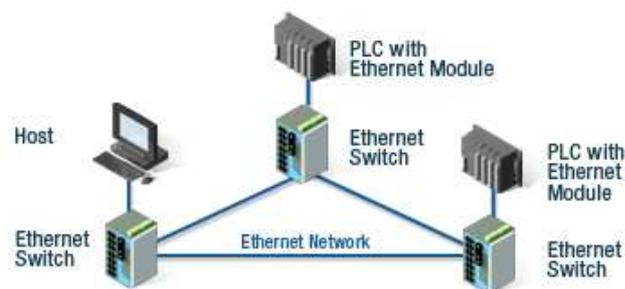
En la manufactura, las soluciones de Domino aplican códigos únicos seriadados a los objetos producidos en tasas de 60,000 por hora. Información individual de cada objeto puede ser capturada y agregada a todas las formas de empaque, brindando una rastreabilidad total y segura. Las soluciones de Domino se extienden a la automatización de las operaciones comunes como la recepción, administración alfanumérica, e inventarios con código de barras de materias primas, ingredientes, empaque y bienes terminados, tomar pedidos y automatización del proceso de envío.



PLC CON ETHERNET

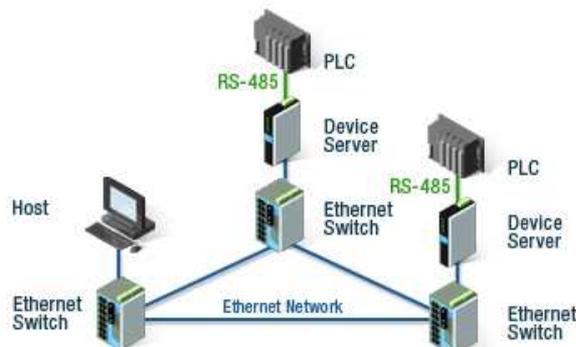
Las redes Ethernet ofrecen una fuerte redundancia con gastos indirectos más bajos, aunque las redes de Ethernet duales ofrecen confiabilidad extremadamente alta y se pueden poner en ejecución con un single-host o arquitecturas de dual-host, requiere alta la cantidad de doble cableado de Ethernet, y una inversión considerable en el desarrollo del software y de uso. Otro acercamiento a la redundancia de Ethernet es conectar los dispositivos en una arquitectura de anillo. Este acercamiento de Red-Unica ofrece tolerancia de avería asombrosamente robusta. Cualquier conexión sola puede fallar sin la comunicación de interrupción entre todos los dispositivos. Es mucho más fácil conectar PLCs con un anillo de Ethernet porque solo una conexión es necesaria. PLCs con un puerto o un módulo de Ethernet puede conectarse con un interruptor de Ethernet en anillo

Ethernet Switch and PLC



Si el PLC es base RS-485, usted puede utilizar un servidor del puerto serial estándar para conectar con un interruptor de Ethernet.

Ethernet Switch and Device Server



L293, L293D QUADRUPLE HALF-H DRIVERS

SLRS008B – SEPTEMBER 1988 – REVISED JUNE 2002

- Featuring Uniprode L293 and L293D Products Now From Texas Instruments
- Wide Supply-Voltage Range: 4.5 V to 36 V
- Separate Input-Logic Supply
- Internal ESD Protection
- Thermal Shutdown
- High-Noise-Immunity Inputs
- Functional Replacements for SGS L293 and SGS L293D
- Output Current 1 A Per Channel (600 mA for L293D)
- Peak Output Current 2 A Per Channel (1.2 A for L293D)
- Output Clamp Diodes for Inductive Transient Suppression (L293D)

description

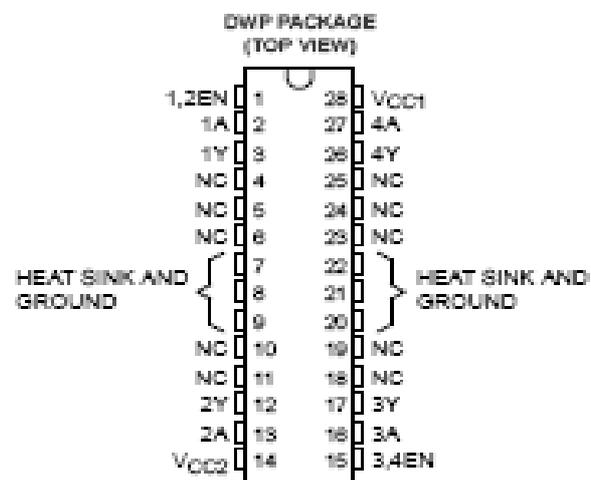
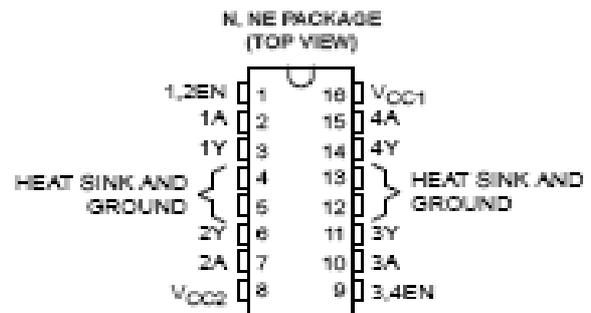
The L293 and L293D are quadruple high-current half-H drivers. The L293 is designed to provide bidirectional drive currents of up to 1 A at voltages from 4.5 V to 36 V. The L293D is designed to provide bidirectional drive currents of up to 600-mA at voltages from 4.5 V to 36 V. Both devices are designed to drive inductive loads such as relays, solenoids, dc and bipolar stepping motors, as well as other high-current/high-voltage loads in positive-supply applications.

All inputs are TTL compatible. Each output is a complete totem-pole drive circuit, with a Darlington transistor sink and a pseudo-Darlington source. Drivers are enabled in pairs, with drivers 1 and 2 enabled by 1,2EN and drivers 3 and 4 enabled by 3,4EN. When an enable input is high, the associated drivers are enabled and their outputs are active and in phase with their inputs. When the enable input is low, those drivers are disabled and their outputs are off and in the high-impedance state. With the proper data inputs, each pair of drivers forms a full-H (or bridge) reversible drive suitable for solenoid or motor applications.

On the L293, external high-speed output clamp diodes should be used for inductive transient suppression.

A V_{CC1} terminal, separate from V_{CC2} , is provided for the logic inputs to minimize device power dissipation.

The L293 and L293D are characterized for operation from 0°C to 70°C.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

L293, L293D QUADRUPLE HALF-H DRIVERS

SUSCOED - SEPTEMBER 1986 - REVISED JUNE 2002

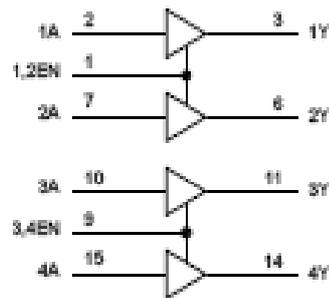
FUNCTION TABLE
(each driver)

INPUTS [†]		OUTPUT
A	EN	Y
H	H	H
L	H	L
X	L	Z

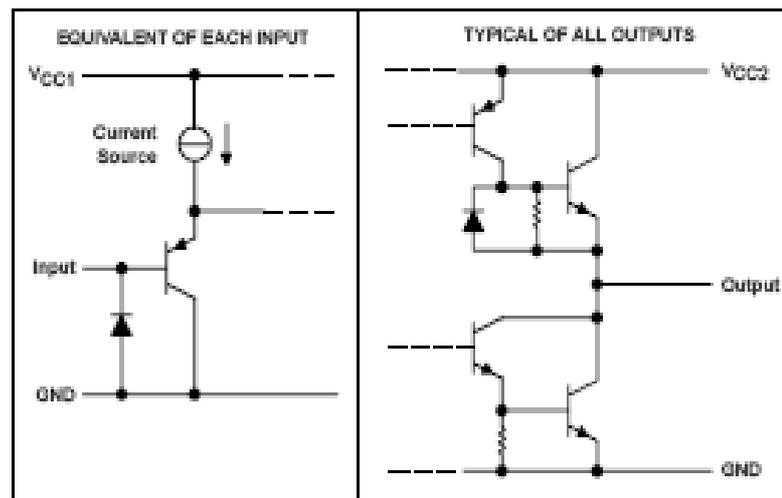
H = high level, L = low level, X = irrelevant,
Z = high impedance (off)

[†] In the thermal shutdown mode, the output is in the high-impedance state, regardless of the input levels.

logic diagram



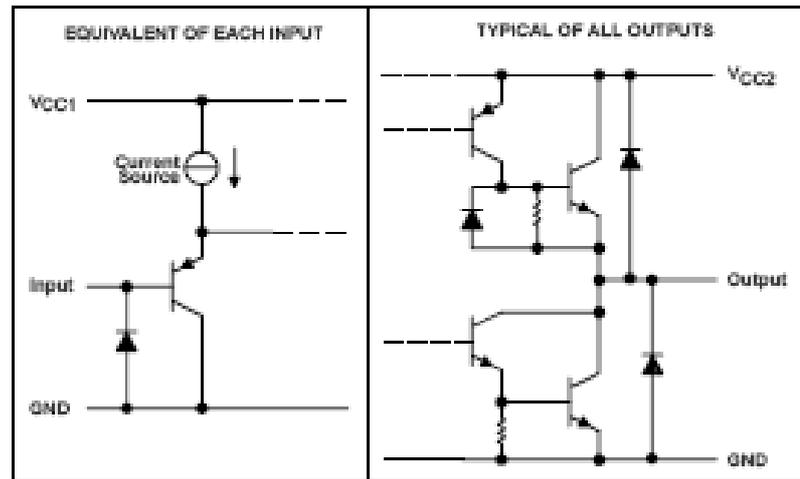
schematics of inputs and outputs (L293)



L293, L293D QUADRUPLE HALF-H DRIVERS

SURS006B – SEPTEMBER 1986 – REVISED JUNE 2002

schematics of inputs and outputs (L293D)



absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)[†]

Supply voltage, V_{CC1} (see Note 1)	36 V
Output supply voltage, V_{CC2}	36 V
Input voltage, V_I	7 V
Output voltage range, V_O	-3 V to $V_{CC2} + 3$ V
Peak output current, I_O (nonrepetitive, $t \leq 5$ ms): L293	± 2 A
Peak output current, I_O (nonrepetitive, $t \leq 100 \mu\text{s}$): L293D	± 1.2 A
Continuous output current, I_O : L293	± 1 A
Continuous output current, I_O : L293D	± 600 mA
Continuous total dissipation at (or below) 25°C free-air temperature (see Notes 2 and 3)	2075 mW
Continuous total dissipation at 80°C case temperature (see Note 3)	5000 mW
Maximum junction temperature, T_J	150°C
Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C
Storage temperature range, T_{stg}	-65°C to 150°C

[†] Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES:
1. All voltage values are with respect to the network ground terminal.
 2. For operation above 25°C free-air temperature, derate linearly at the rate of 16.6 mW/°C.
 3. For operation above 25°C case temperature, derate linearly at the rate of 71.4 mW/°C. Due to variations in individual device electrical characteristics and thermal resistance, the built-in thermal overload protection may be activated at power levels slightly above or below the rated dissipation.

L293, L293D
QUADRUPLE HALF-H DRIVERS

SLRS006B – SEPTEMBER 1986 – REVISED JUNE 2002

APPLICATION INFORMATION

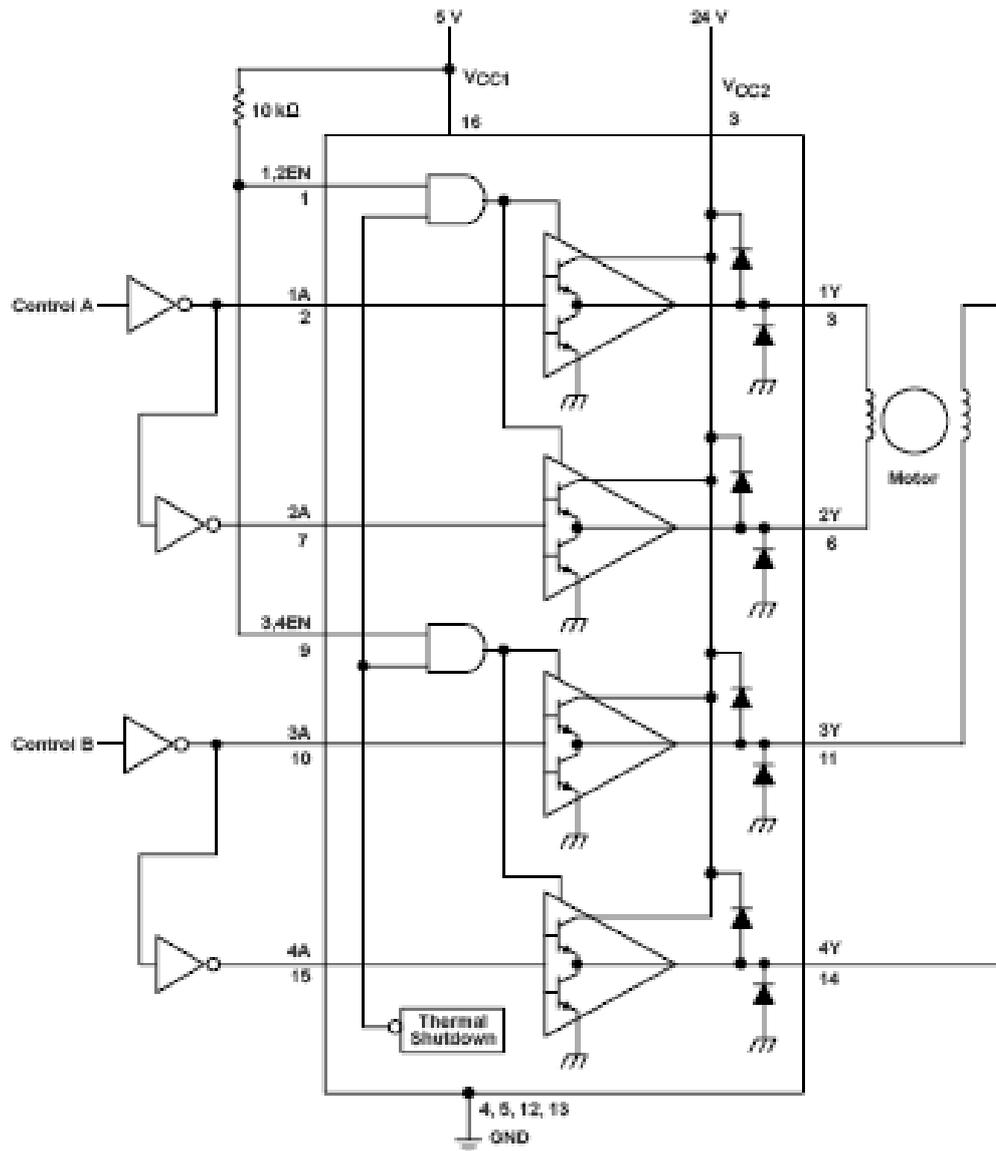
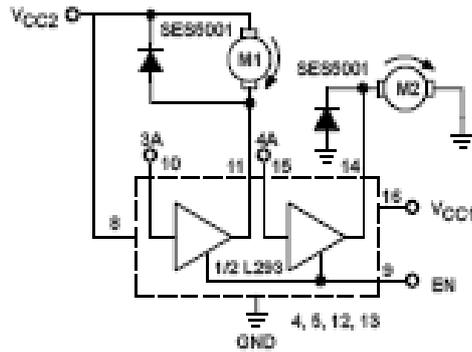


Figure 3. Two-Phase Motor Driver (L293D)

L293, L293D QUADRUPLE HALF-H DRIVERS

SUS5006B - SEPTEMBER 1986 - REVISED JUNE 2002

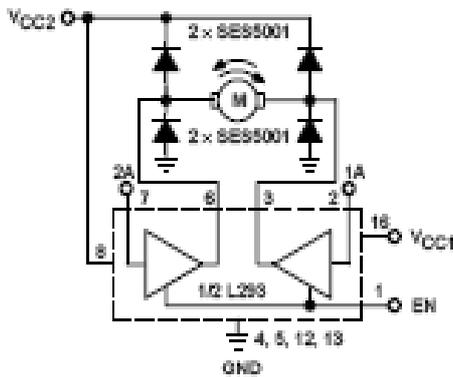
APPLICATION INFORMATION



EN	3A	M1	4A	M2
H	H	Fast motor stop	H	Run
H	L	Run	L	Fast motor stop
L	X	Free-running motor stop	X	Free-running motor stop

L = low, H = high, X = don't care

Figure 4. DC Motor Controls
(connections to ground and to supply voltage)



EN	1A	2A	FUNCTION
H	L	H	Turn right
H	H	L	Turn left
H	L	L	Fast motor stop
H	H	H	Fast motor stop
L	X	X	Fast motor stop

L = low, H = high, X = don't care

Figure 5. Bidirectional DC Motor Control