



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
UNIDAD CULHUACAN

“MANEJO DE RECETAS PARA UN ALIMENTADOR
AUTOMÁTICO DE PRENSA HIDRAÚLICA”

TESIS INDIVIDUAL

Para Obtener el Título de:

**INGENIERO EN COMUNICACIONES
Y ELECTRÓNICA**

Presenta:

CUAUHTÉMOC SODI COCA

Asesores:

M. en C. Lazaro Eduardo Castillo Barrera
Ing. Edgar Maya Pérez



México, DF., a 14 de Noviembre de 2011

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
UNIDAD CULHUACAN

TESIS INDIVIDUAL

Que como prueba escrita de su Examen Profesional para obtener el Título de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica que deberá desarrollar el C.

CUAUHTÉMOC SODI COCA

"MANEJO DE RECETAS PARA UN ALIMENTADOR AUTOMÁTICO DE PRENSA HIDRAÚLICA"

Se tiene una Prensa Hidráulica para prensar tubos de acero, la cual era alimentada manualmente por el operador. Se decide modernizar el sistema de alimentación con un sistema automático. Al ser implementado y puesto en producción surge la necesidad de producir diferentes tipos de producto. Entonces se modifica el programa del PLC y las pantallas de control para ingresar nuevos productos en forma de receta.

CAPITULADO

- I.- INTRODUCCIÓN
FUNDAMENTO TEÓRICO.
- II.- IMPLEMENTACIÓN DE REINGENIERÍA.
- III.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

México D. F., a 14 de noviembre de 2011.

PRIMER ASESOR:

SEGUNDO ASESOR:

M. en C. LAZARO EDUARDO CASTILLO BARRREA

ING. EDGAR MAYA PÉREZ

Vo. Bo.

APROBADO

M. en C. ANTONIO ROMERO ROJANO
JEFE DE LA CARRERA DE I.C.E.

M. en C. HÉCTOR BECERRIL MENDOZA
SUBDIRECTOR ACADÉMICO

DEDICATORIA

A mi esposa Itzel por su apoyo y amor incondicional.

A mis padres Elia y Gilberto por su ejemplo y dedicación.

A mis asesores,
M. en C. Lázaro Eduardo Castillo Barrera
Ing. Edgar Maya Pérez
Por su confianza y por hacer posible lo imposible.

ÍNDICE

<i>RESUMEN</i>	<i>i</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>ii</i>
<i>GLOSARIO</i>	<i>iii</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	<i>iv</i>
<i>ESTRUCTURA DE LA TESIS</i>	<i>vi</i>
<i>CAPITULO 1</i>	
<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3 ESTADO DEL ARTE.....	3
1.4 ALCANCE DEL PROYECTO.....	4
1.5 OBJETIVO DE LA TESIS.....	5
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	5
<i>CAPITULO 2</i>	
<i>FUNDAMENTO TEÓRICO</i>	<i>6</i>
2.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....	6
2.2 INTERFAZ HOMBRE MAQUINA (HMI).....	8
2.3 PRENSA HIDRÁULICA.....	9
2.3.1 CILINDRO DE DOBLE EFECTO.....	9
2.3.2 VÁLVULA DE CUATRO VÍAS DOS POSICIONES.....	10
2.3.3 ESQUEMA DE MANDO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO.....	11

CAPITULO 3

IMPLEMENTACIÓN DE REINGENIERÍA 12

3.1 ARQUITECTURA DE CONTROL	12
3.2 HARDWARE	13
3.3 SOFTWARE.....	15
3.4 PANTALLAS DE OPERACIÓN.....	15
3.5 CARRO MAGAZINE	16
3.6 PRENSA	18
3.6.1 PROGRAMA DE TRABAJO	18
3.6.2 LIMITE SUPERIOR PRENSA MAS ALIMENTADOR (L.SUP.P+A)	20
3.6.3 LIMITE ALIMENTADOR (L.ALIMENTA)	20
3.7 ETAPAS DEL ALIMENTADOR (MANIPULADOR).....	21
3.7.1 CARGA TUBO	23
3.7.2 SIN FUNCIÓN	23
3.7.3 ARRANQUE ALIMENTADOR.....	23
3.7.4 EXTRAE PIEZA	24
3.7.5 GIRA CABEZAL	24
3.7.6 DESCARGA TUBO.....	24
3.7.7 CDM ->> MANIPULADOR.....	25
3.7.8 DESCARGA PIEZA	25
3.7.9 ARRANCA PRENSA	25
3.7.10 FIN.....	26
3.8 PLAN DE TRABAJO INICIAL.....	26
3.9 VELOCIDAD	26
3.10 ESTABLECER COMUNICACIÓN ENTRE LA HMI Y EL PLC.....	27
3.10.1 COMMUNICATION SETUP	28
3.10.2 DEVICE SHORTCUT.....	28
3.11 MODIFICAR RECETA.....	29

3.11.1	MENÚ PRINCIPAL.....	29
3.11.2	EDICIÓN.....	30
3.11.3	PLAN DE TRABAJO.....	31
3.12	REFERENCIA DE UN TAG DEL PLC EN LA PANTALLA DEL HMI	32
3.12.1	ABRIR PANTALLA	33
3.12.2	SELECCIÓN DE DISPLAY	34
3.12.3	PROPIEDADES	35
3.12.4	TAG EN EL PLC.....	36
3.13	FUNCIONAMIENTO DE LAS ETAPAS DEL PLAN DE TRABAJO	42
3.13.1	CARRO POSICIÓN INICIAL	43
3.13.2	CARRO NUMERO DE AVANCES	43
3.13.3	CARRO AVANCE.....	44
3.13.4	BLOQUE ALIMENTADOR.....	44
3.13.5	ALIMENTADOR FUNCIÓN PLAN DE TRABAJO	44
3.13.6	ALIMENTADOR POSICIÓN EN X	46
3.13.7	ALIMENTADOR POSICIÓN EN Y	46
3.13.8	ALIMENTADOR VELOCIDAD.....	46
3.14	ACEPTACIÓN DEL NUEVO PLAN DE TRABAJO.....	47
3.15	SELECCIÓN DEL PLAN DE TRABAJO A PRODUCIR.....	48
3.16	PROGRAMACIÓN DE LAS ETAPAS EN EL PLC.....	51

CAPITULO 4

<i>RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....</i>	<i>57</i>
---------------------------------------	-----------

4.1 RESULTADOS	57
----------------------	----

4.2 CONCLUSIONES.....	59
-----------------------	----

<i>BIBLIOGRAFÍA.....</i>	<i>60</i>
--------------------------	-----------

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre el desarrollo del sistema de recetas para elegir el producto a producir en el sistema de Prensa Hidráulica para deformación de tubos de acero por presión requerido por la planta. Se describe la forma como se elaboró la modificación y cómo interactúan los datos entre el controlador lógico programable (PLC) y las pantallas en la interfaz gráfica (HMI - por sus siglas en inglés Human Machine Interface).

El sistema utiliza un Controlador Automático Programable (Programmable Automation Controller – PAC) ControlLogix 1756-L61 el cual se programó con el software RSLogix 5000 versión 16 de Rockwell Automation.

Las pantallas de la interfaz gráfica de control HMI se desarrollaron para un Panel View Plus 1200 – Touch Screen con el software Factory Talk – Machine Edition de Rockwell Automation.

El programa se desarrolló utilizando rutinas de estados lógicos puntuales que se ejecutan de acuerdo al paso de la receta en que se encuentra.

ABSTRACT

This thesis is about the development of recipe system to choose the product to be produced in the Hydraulic Press for steel tube deformation by pressure, required for the Factory. It describes how the modification was elaborated and how the data is interacting with the programmable logic controller (PLC) and the screens in the graphic interface (HMI)

This system uses a Programmable Automation Controller PAC ControlLogix 1756-L61 which was programmed with RSLogix 5000 version 16 from Rockwell Automation software

The graphic screen interface HMI (Human Machine Interface) had been developed for a PanelView Plus 1200 - Touch Screen, with the Factory Talk Machine Edition software from Rockwell Automation.

The program was developed using single logic states, which are executed in accordance with the step of the recipe.

GLOSARIO

Gripper	Pinza para sujetar el tubo.
HMI	Human Machine Interface (Interface Hombre Máquina).
LS	Limit Switch (Interruptor de Limite)
PAC	Programmable Automatic Controller (Controlador Automático Programable).
PB	Push Button (Botón Pulsador)
PLC	Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable).
TAG	Etiqueta que se le da a los elementos del programa.
Tracking	Seguimiento del material con fines de calidad.
UDT	User Defined Type (Tipo Definido por el Usuario).

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Cilindro hidráulico controlado por un PLC.....	7
Figura 2-2 Diagrama de Escalera para controlar un cilindro hidráulico	7
Figura 2-3 Cilindro hidraulico de doble efecto	9
Figura 2-4 Válvula de cuatro vías dos posiciones.....	10
Figura 2-5 Mando de un cilindro de doble efecto mediante una válvula de 4/2.....	11
Figura 3-1 Arquitectura de control.....	12
Figura 3-2 Planta - PLC	14
Figura 3-3 Planta – Servodrives Kinetix	14
Figura 3-4 Planta – Gabinete de Control.....	15
Figura 3-5 Planta – Carro Magazine	16
Figura 3-6 Planta – Prensa Hidraulica	18
Figura 3-7 Pantalla – Menú Principal	19
Figura 3-8 Pantalla - Programa de Trabajo: Edición	19
Figura 3-9 Pantalla – Prensa: Edición de Plan de Trabajo.....	20
Figura 3-10 Pantalla – Alimentador: Edición de P.T. Pág. 1	21
Figura 3-11 Planta – Manipulador	21
Figura 3-12 Botón – Etapa	22
Figura 3-13 Pantalla – Plan de trabajo Inicial: Edición	26
Figura 3-14 Pantalla – Límite de Velocidad de los Ejes.....	27
Figura 3-15 HMI - Explorador.....	28
Figura 3-16 HMI – Communication Setup	29
Figura 3-17 Pantalla – Menú Principal	30
Figura 3-18 Pantalla – Programa de Trabajo: Edición.....	30
Figura 3-19 Boton – Numero de Plan de Trabajo	31
Figura 3-20 Teclado numérico (Keypad).....	32

Figura 3-21 HMI – Abrir Pantalla (Graphic Display).....	33
Figura 3-22 Pantalla – Prensa: Edición de Plan de Trabajo.....	34
Figura 3-23 Pantalla – Numero de Plan de Trabajo.....	34
Figura 3-24 Asignación de tag.....	35
Figura 3-25 HMI – Explorador de Tags (Tag Browser)	36
Figura 3-26 PLC - NUM_PT_EDITAR en el PLC.....	37
Figura 3-27 PLC - Copia de receta a editar.....	37
Figura 3-28 PLC – UDT: Elementos del Plan de Trabajo (ITEMS_DEL_PT)	38
Figura 3-29 PLC – Propiedades del Tag: PT_A_EDITAR.....	39
Figura 3-30 PLC - Tags del Programa Prensa: PT_A_EDITAR.....	39
Figura 3-31 Pantalla – Tags utilizados en la edición de P.T. de la Prensa.....	40
Figura 3-32 PLC – Tags de las Recetas 1 y 2.	41
Figura 3-33 Pantalla – Alimentador: Edición del Plan de Trabajo	42
Figura 3-34 PLC – UDT: Elementos del Plan de Trabajo del Alimentador	43
Figura 3-35 HMI – Control List Selector.....	45
Figura 3-36 HMI – Control List Selector, asignación de tag	45
Figura 3-37 Pantalla – Almacenar nuevo Plan de Trabajo	47
Figura 3-38 PLC – Almacenar nuevo Plan de Trabajo	47
Figura 3-39 Pantalla – MANIPULADOR: Plan de Trabajo Activo	48
Figura 3-40 Pantalla – Plan de Trabajo a Transferir	49
Figura 3-41 PLC – Plan de Trabajo del Manipulador a Transferir	49
Figura 3-42 PLC – Plan de Trabajo de la Prensa a Transferir	50
Figura 3-43 PLC – Ejecución de Etapas.	53
Figura 3-44 PLC – Ejes “X” y “Y” en posición.....	54
Figura 3-45 PLC –Etapas Ejecutadas Cumplidas	56
Figura 4-1 RECETA – Ejemplo de datos de receta para la prensa	57
Figura 4-2 RECETA – Ejemplo de datos de receta para el Alimentador	58

ESTRUCTURA DE LA TESIS

- ÍNDICE
- CAPITULO 1: Introducción
- CAPITULO 2: Fundamento Teórico
- CAPITULO 3: Implementación de Reingeniería
- CAPITULO 4: Resultados y conclusiones
- BIBLIOGRAFÍA

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

En la industria moderna cada día se utilizan más los sistemas automáticos en todas las áreas de producción, ya sea en la industria alimenticia, en la industria metal-mecánica así como en la industria de la transformación.

Todo proceso industrial se compone de secuencias de acciones que pueden ser controladas automáticamente. En la industria moderna se utilizan computadoras especializadas para controlar las secuencias del proceso, a estas computadoras se les conoce como Controlador Lógico Programable (Programable Logic Controller - PLC) y más recientemente como Controlador Automático Programable (Programable Automation Controller – PAC). Para acceder a los datos y a los controles que se manejan en los PLC se hace a través de una Interfaz Hombre Maquina (Human Machine Interfaz – HMI) en la cual se tienen las diferentes pantallas gráficas y de operación del proceso. Con la ayuda de estos PLC, PAC y HMI se automatizan los procesos de producción.

Una de las necesidades más frecuentes en la industria es el movimiento de materiales para su transformación y maquinado. Una de las soluciones más empleadas en nuestros días es el manejo de brazos mecánicos con dos o más movimientos axiales, utilizando en el extremo libre pinzas para tomar el material y moverlo de un transportador a otro o a alguna maquina específica, depositándolo en una posición predeterminada. Con esto se evita que el material choque entre sí, se maltrate o se rompa y permitiendo tener un mejor seguimiento (tracking)

de las piezas producidas, aumentado con esto el control de calidad del producto final entregado al cliente.

Normalmente se requiere que una misma maquina produzca diferentes tipos del mismo producto. Para esto se generan recetas con los diferentes tipos de producto que puede manejar la máquina. En la interfaz de operación se crean pantallas específicas para el manejo de recetas, ya sea para agregar una receta nueva o para escoger alguna de las recetas ya elaboradas. El manejo de las recetas debe de ser de forma sencilla e intuitiva para el operador de la máquina.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se tiene en planta una maquina diseñada para alimentar de material tubular a una prensa hidráulica, esta máquina se recibe con un sistema que le permite manejar un solo tipo de producto moviendo un brazo manipulador mecánico. El brazo se puede mover en cuatro direcciones: arriba y abajo (eje Y), adelante y atrás (eje X). El departamento de producción requiere que dicha maquina pueda alimentar diferentes tipos del producto y que el operador de la maquina pueda seleccionarlos de una forma sencilla de una lista.

El material que se recibe son tubos de acero, y los parámetros que cambian de un producto a otro son la altura y el ancho del material. Al variar la altura del material se tiene que disminuir o aumentar el movimiento en el eje Y, y al variar el ancho del material se modifica el movimiento en el eje X.

Para los movimientos axiales del brazo alimentador se tienen dos servomotores controlados por medio de dos servo drives Kinetix Ultra 3000 de Allen-Bradley, un servomotor para los movimientos en el eje X y, otro servomotor para el movimiento en el eje Y. En el extremo libre tiene un cabezal, a ambos lados del cabezal están instaladas seis pinzas neumáticas (grippers). Del lado “A” del cabezal toma el producto a prensar con los grippers del extractor

de tubos del carro magazine, el manipulador se mueve hasta la prensa y recoge el material que ya se ha prensado usando los grippers del lado “B”, el cabezal gira por medio de un pistón neumático quedando ahora el lado “A” en la prensa y deposita el nuevo material a prensar. El cabezal se mueve hacia atrás saliendo de la prensa y deposita el material que tiene en los grippers del lado “B” en el alimentador de la siguiente máquina.

1.3 ESTADO DEL ARTE

Al conjunto de los diferentes sistemas que trabajan en conjunto para una unidad de producción se le llama Celda de Producción.

Antes de la modernización la Prensa Hidráulica no se consideraba aun como una Celda de Producción por si misma ya que no tenía ningún sistema de conexión automática con el sistema siguiente, y solo constaba con un control de operación y de seguridad muy básico. Toda la operación se realizaba en forma manual por el operador.

Para aumentar la producción y la seguridad de operación se hace una modificación mayor en la cual la prensa se alimenta en forma automática y se conecta a la maquina siguiente en forma automática generando con esto una Celda de Producción.

La Celda completa de la Prensa Hidráulica consta de las siguientes partes:

- Carros magazín
- Alimentador – Manipulador
- Prensa
- Charola de recepción de piezas prensadas.

El sistema de control cuenta con un PLC ControlLogix L61 el cual se programa con el software RSLogix 5000, y un Panel View Plus 1500, el cual se programa con el software RSView ME. El Brazo manipulador consta de dos servomotores uno para el eje “Y” y otro para el eje “X” los cuales se controlan por medio de dos servo drives Kinetix Ultra 3000 de Allen-Bradley y una tarjeta SERCOS instalada en el rack del PLC.

El sistema funcionó bien y comienza a producir de forma eficiente. Pero al departamento de Producción le surge la necesidad de producir diferentes tipos de producto en la misma prensa lo cual es posible pero complicado para el operador y se requería que el cambio de producto lo realizara personal especializado, generando un costo elevado en tiempo y recursos. Con esto se plantea realizar una reingeniería de la celda para ingresar los diferentes productos de forma más sencilla y directamente por el operador.

Modificando el programa del PLC y agregando pantallas graficas en la HMI se incorporó el cambio de productos en forma de recetas, y dejando la flexibilidad de agregar recetas nuevas o modificar las existentes de forma fácil e intuitiva por el operador.

Al realizar esta reingeniería se optimizaron las rutinas de control en el PLC y el movimiento del brazo del alimentador aumentando la capacidad de producción.

1.4 ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto de reingeniería fueron las modificaciones tanto en el programa del PLC como en la HMI para agregar el manejo de recetas del sistema, ya que el programa general y de manejo de la prensa y del manipulador fue proveído por el fabricante de la máquina.

1.5 OBJETIVO DE LA TESIS

El objetivo de esta tesis es presentar la forma en la cual se manejaron las recetas en la maquina descrita. Explicando paso a paso la forma en la cual se van moviendo los datos desde el Panel del operador (HMI) y sus deferentes pantallas de operación al PLC y como se manejan dentro del programa estos datos para su almacenamiento y consulta posterior.

1.6 JUSTIFICACIÓN

Al incrementar el tipo de productos que va a producir la planta, se generó la necesidad de variar los parámetros del manejo de material a ser prensado. Se requiere un sistema sencillo para que el operador de la maquina seleccione el tipo de material a producir o agregar productos nuevos y se descarguen los parámetros requeridos en el programa del PLC, disminuyendo con esto el tiempo muerto generado por el cambio de producto.

CAPITULO 2

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Un PLC es un computador que ha sido altamente especializado para trabajar con la máxima confianza y rendimiento en un ambiente industrial. En esencia, un PLC controla un proceso industrial por medio de entradas y salidas digitales de corriente alterna o corriente directa, y analógicas de voltaje o corriente. Interpreta, comanda y temporiza en su lógica de control generalmente en lenguaje de escalera (ladder logic). Los procesos industriales generalmente se controlan con diferentes tipos de hardware como válvulas de control, válvulas solenoides, luces de indicación, botones, relés, motores, servomotores, etc. En un marco de tiempo de milisegundos.

Los PLC intercambian la información de operación a través de las interfaces hombre maquina (HMI)

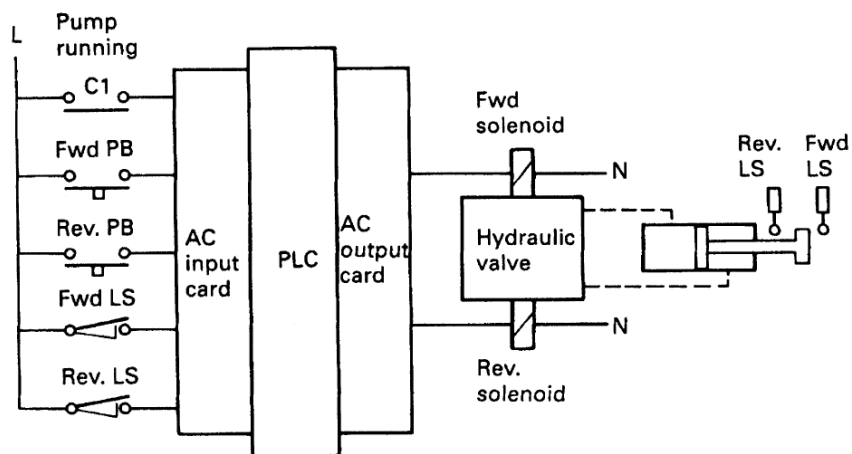


Figura 2-1 Cilindro hidráulico controlado por un PLC

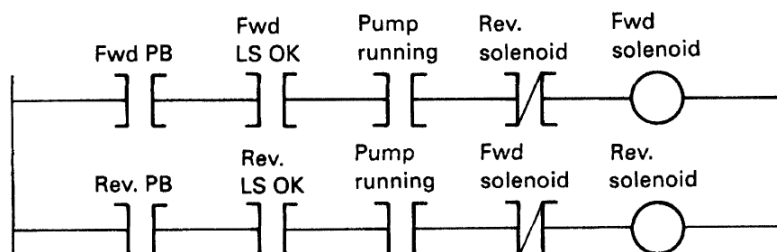


Figura 2-2 Diagrama de Escalera para controlar un cilindro hidráulico

En la figura anterior la simbología está basada en los símbolos de relevador en donde $-$ $-$ significa que la señal está presente, y $-$ / $-$ significa que no hay señal presente. Fwd es la abreviatura de forward (adelante), Rev. Es la abreviatura de reverse (reversa). PB son las siglas de Botón Pulsador (Push Button), LS son las siglas de Interruptor de Límite (Limit Switch).

Los controladores programables de última generación, poseen mayor potencia en el manejo de datos, velocidad de procesamiento y memoria, a estos se les ha dado el nombre de

Controladores Automáticos Programables (PAC), pero por el uso cotidiano en el mundo de la automatización se les continúa llamando PLC.

2.2 INTERFAZ HOMBRE MAQUINA (HMI)

La interfaz hombre máquina (HMI - Human Machine Interface), es el dispositivo o sistema que permite la interacción entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en enormes paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y analógicos, registradores gráficos, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso. En la actualidad los enormes paneles de control se han simplificado a pantallas de control mostradas en un monitor generalmente un panel view o una computadora. Dado que las máquinas y procesos modernos en general están implementadas con un PLC y otros dispositivos electrónicos conectados a redes de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI mucho más poderosos y flexibles, además de permitir una conexión más sencilla, económica y versátil con el proceso o máquinas.

Las tareas que realiza un HMI son las siguientes:

- Monitoreo
- Supervisión
- Alarmas
- Control
- Datos Históricos

2.3 PRENSA HIDRÁULICA

El funcionamiento de una prensa hidráulica se basa en el principio de Pascal:

$$\text{Presión} = \text{Fuerza por unidad de superficie}$$

La prensa hidráulica de nuestro sistema utiliza un cilindro de doble efecto controlado por una válvula de cuatro vías dos posiciones (4/2).

2.3.1 CILINDRO DE DOBLE EFECTO

En un cilindro de doble efecto ambos movimientos del embolo se producen por el líquido hidráulico presurizado. Hay dos puertos de fluido, uno cerca o en cada extremo del cilindro. El líquido bajo presión se dirige al extremo cerrado del cilindro para extender el embolo y para aplicar la fuerza. Para contraer el embolo y reducir la fuerza, el líquido se dirige al extremo opuesto del cilindro.

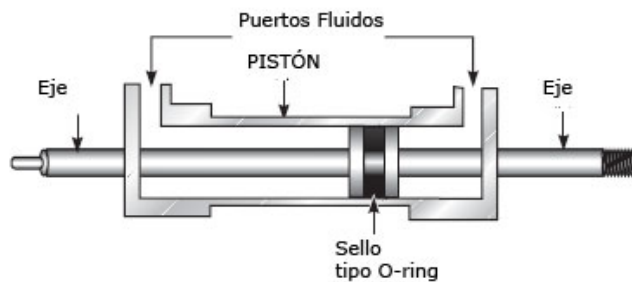


Figura 2-3 Cilindro hidráulico de doble efecto

2.3.2 VÁLVULA DE CUATRO VÍAS DOS POSICIONES

Para gobernar cilindros hidráulicos de doble efecto que requieren control direccional de flujo en ambos sentidos de circulación, se aplica una válvula de cuatro vías. En esta válvula existen cuatro bocas de conexión, la primera conectada a la entrada de presión, la segunda conectada al tanque y las dos restantes conectadas respectivamente a ambas caras del cilindro de doble efecto que deben gobernar.

En la válvula de cuatro vías, dos posiciones, como su nombre lo indica, la corredera o husillo estará únicamente situado en cualquiera de ambas posiciones extremas.

Cuando la válvula no este actuada, la presión se comunica con la cara 1 del cilindro mientras que la cara 2 se encuentran conectada a la descarga del tanque. Al invertir la posición del husillo, tal como observamos en la siguiente figura, también se invierten las conexiones y ahora la presión está conectada a la cara 2 del cilindro mientras que la cara 1 se conecta a la descarga.

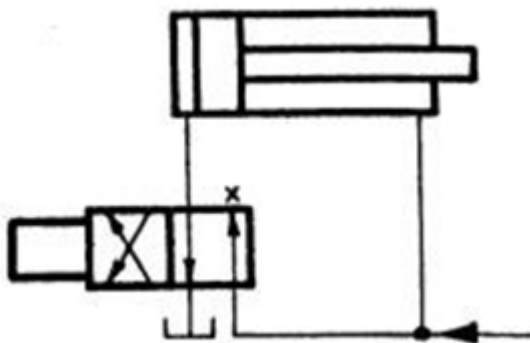


Figura 2-4 Válvula de cuatro vías dos posiciones

Para el dibujo de los circuitos hidráulico, y permitir su fácil lectura, se ha adoptado un sistema de símbolos de acuerdo a lo indicado por el USA Standard Institute (USASI).

En la Figura anterior se ve la simbología para representar a una válvula de cuatro vías, dos posiciones.

2.3.3 ESQUEMA DE MANDO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO

El siguiente esquema corresponde a un montaje en el que el grupo de accionamiento suministra el caudal de líquido a presión. Para que la presión en el sistema, que se puede leer en el manómetro, no sobrepase un cierto límite determinado, se monta una válvula limitadora de presión.

El mando del cilindro de doble efecto se realiza por medio de una válvula distribuidora 4/2. Al accionar esta válvula, se abre paso de “P” a “B”, y el embolo se desplaza hasta su posición final, saliendo el vástago hacia el exterior.

Cuando la válvula distribuidora se conmuta a la posición de reposo, se abre el paso de “P” a “A”; el embolo de trabajo se desplaza en sentido contrario al anterior, penetrando el vástago en el interior del cilindro. De esta manera, el líquido a presión que existe en el lado del embolo se descarga al depósito a través de “B” a “T”.

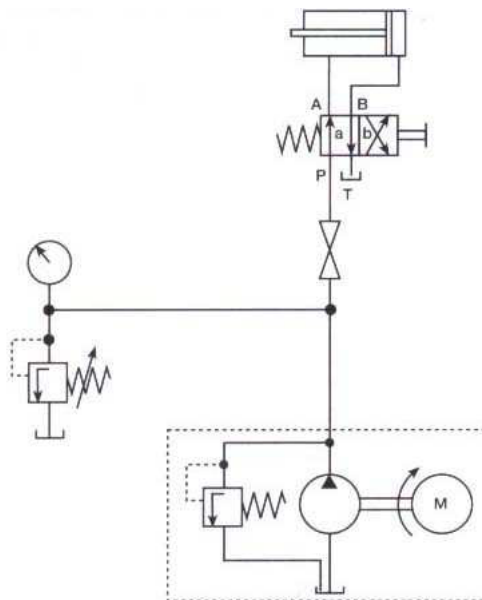


Figura 2-5 Mando de un cilindro de doble efecto mediante una válvula de 4/2

CAPITULO 3

IMPLEMENTACIÓN DE REINGENIERÍA

3.1 ARQUITECTURA DE CONTROL

La arquitectura de control en la ingeniería básica de este sistema es la siguiente:

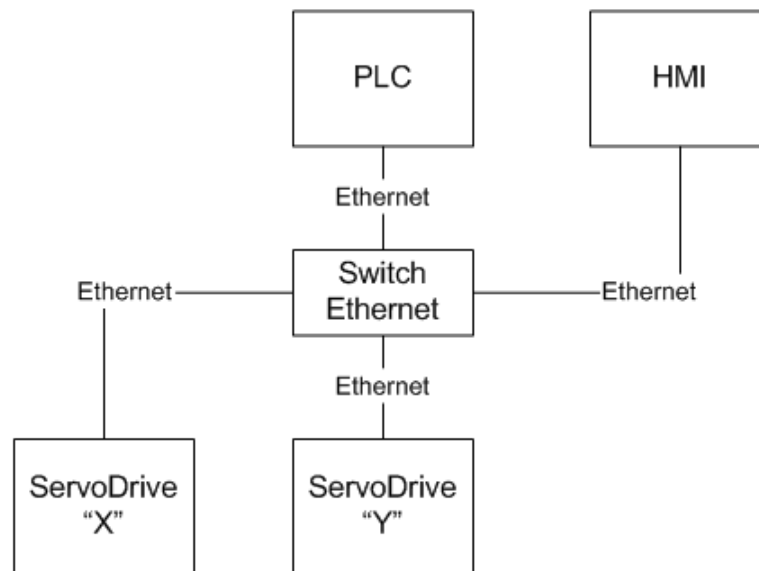


Figura 3-1 Arquitectura de control

Todos los elementos se encuentran interconectados entre sí en una red de control Ethernet. El PLC envía y recibe datos de los diferentes elementos por esta red. Por medio de la HMI el operador podrá controlar el sistema y además obtendrá información del funcionamiento de la

máquina. Los servodrives serán los que moverán al manipulador/alimentador hacia arriba, abajo, adelante y atrás.

3.2 HARDWARE

El hardware que se utilizó es el siguiente:

- PLC – Chasis de 7 slots 1756-A7
 - ControlLogix 1756-L61
 - Módulo de interfaz para servodrives 1756-M08SE SERCOS Interface
 - Módulo de comunicaciones 1756-EWEB/A 10/100 MBS Ethernet Bridge
 - Módulo de 32 entradas digitales de 24 Vcd 1756-IB32
 - Módulo de 32 salidas digitales de 24 Vcd 1756-OB32
- HMI – PanelView Plus 1200 Touch Screen
 - Opción de comunicación Ethernet
- Servodrives – Kinetix Ultra 3000
 - Opción de comunicación Ethernet



Figura 3-2 Planta - PLC



Figura 3-3 Planta – Servodrives Kinetix

3.3 SOFTWARE

Para la programación del PLC se utilizó el software RSLogix 5000 versión 16 e Rockwell Automation.

Para la elaboración de las pantallas de operación y control se utilizó el software Factory Talk RSView Machine Edition versión 4 de Rockwell Automation.



Figura 3-4 Planta – Gabinete de Control

3.4 PANTALLAS DE OPERACIÓN

El sistema de recetas consiste en cuatro secciones: Prensa, Carro Magazine, Etapas del Alimentador (Manipulador) y Plan de trabajo inicial. Todas las medidas están dadas en milímetros.

3.5 CARRO MAGAZINE



Figura 3-5 Planta – Carro Magazine

El carro magazine está formado por una plataforma con ruedas y un cartucho en donde se almacenan los tubos en forma horizontal en 12 columnas de hasta 30 tubos cada una, estas columnas pueden variar dependiendo del diámetro del producto siempre en múltiplos de 6, ya que el posicionador tomara los 6 tubos que se encuentran en la primera línea horizontal, luego al sacarlos del cartucho por gravedad bajarán el resto de los tubos, una vez vacías las 6 primeras columnas, el carro magazine avanzara para que se tomen las siguientes 6 columnas, esto lo hará siempre de acuerdo al número de avances que se programó en la receta del producto que se está produciendo.

El posicionador del tubo tomara los primeros 6 tubos de la línea horizontal y los pondrá en posición para ser tomados por las pinzas del alimentador de la prensa. Para el carro magazine

se requieren tres datos, el punto inicial, la cantidad de avances que se requieren y la distancia del avance.

El Punto Inicial es en el cual va a comenzar la descarga el carro magazín y es el punto al que regresará el carro después de terminar de vaciarse la última columna. Este valor normalmente varía entre 8 y 10 mm, y se puede ajustar para que el carro magazín embone en el perno del brazo de arrastre.

Los Avances se refieren a la cantidad de columnas que el carrito avanzara. Esto depende del diámetro del tubo a prensar.

- 25 mm – 3 avances
- 30 mm – 3 avances
- 35 mm – 2 avances

La Distancia de Avance es la distancia en milímetros que se desplazará el carrito magazín para que la siguiente columna quede en posición de ser descargada.

- 25 mm – 30 mm
- 30 mm – 39 mm
- 35 mm – 41 mm

3.6 PRENSA



Figura 3-6 Planta – Prensa Hidraulica

3.6.1 PROGRAMA DE TRABAJO

Para entrar a la pantalla de edición de receta, hay que seleccionar “PROGRAMAS DE TRABAJO” en el menú principal.

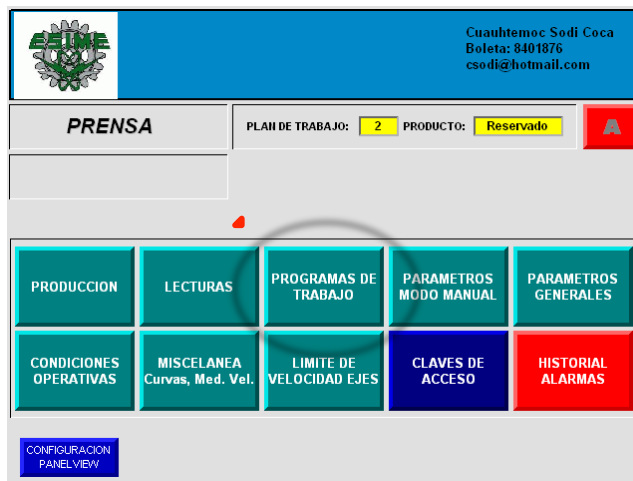


Figura 3-7 Pantalla – Menú Principal

Después en la pantalla de “PROGRAMA DE TRABAJO”, verificar primero que se haya introducido el usuario correcto y oprimir el botón de “EDICIÓN”.



Figura 3-8 Pantalla - Programa de Trabajo: Edición

La pantalla que se abre a continuación es la de edición del plan de trabajo de la prensa. Para la modificación de receta con el manipulador en esta pantalla se modificarán

únicamente los valores de seguridad del Límite Superior Prensa + Alimentador “L.SUP.P+A” y del valor del Limite Alimentador “L.ALIMENTA”.

Mesa(mm):	1213,3	Fuerza (T):	6	X (mm):	21,08	Y (mm):	622,54	C (mm):	8,1
PRENSA: Edición de P.T.								Ayuda ?	▲
Nro. P.T.:	15	Nombre:	603613600A						
L.Sup.P+A:	1460,0	mm	L.Sup.Auto:	1200,0	mm				
L.Freno:	1141,0	mm	L.Alimenta:	1420,0	mm				
L.Inferior:	1039,5	mm							
Fuerza:	95	Ton	Vel.Baja:	100	%				
Mant.Fza.:	500	ms	Vel.Sube:	100	%				
P.T. EDITADO ALMACENAR	P.T. PANTALLA "TRANSFERIR"	P.T. P+M <<<	EDICION P.T. MANIPUL. Pag.1 >>>	MENU					

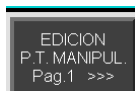
Figura 3-9 Pantalla – Prensa: Edición de Plan de Trabajo

3.6.2 LIMITE SUPERIOR PRENSA MAS ALIMENTADOR (L.SUP.P+A)

Esta variable le indica a la prensa hasta donde debe de subir la mesa de prensado, siempre se debe de tener cuidado de que suba lo suficiente para que el manipulador pueda entrar a recoger y a dejar tubos, tomando en cuenta que este tiene que subir para poder girar el cabezal.

3.6.3 LIMITE ALIMENTADOR (L.ALIMENTA)

Cuando la mesa comienza a subir, en el momento que alcanza este valor le manda la señal al manipulador de que puede entrar. Esto es con la intención de que el manipulador comience su movimiento mientras la prensa termina de subir. Este valor siempre debe de ser inferior al de L.SUP.P+A.



Al oprimir el botón: “EDICIÓN P.T. MANIPUL. Pág. 1 >>>”, se abre la siguiente pantalla:

Mesa(mm):	1214,3	Fuerza (T):	5	X (mm):	21,08	Y (mm):	622,54	C (mm):	8,1
ALIMENTADOR: Edición de P.T.								Pag.1	Ayuda ?
Carro Mag.	P.Inicial (mm)	8,0	Avances	2	Avance (mm)	41,0			
	FUNCION	EJE X (mm)	EJE Y (mm)	VELOC. (%)					
ETAPA 1	Carga Tubo	11,00	353,90	90					
ETAPA 2	Sin Función	11,00	690,00	90					
ETAPA 3	Sin Función	200,00	690,00	90					
ETAPA 4	Arranque Alm.	200,00	530,00	90					
ETAPA 5	Extrae Pieza	682,00	530,00	100					
ETAPA 6	Gira Cabezal	682,00	632,00	100					
P.T. Nro.: 15 ALMACENAR	FUNCION P.T.	P.T. PANTALLA -TRANSFER-		P.T. PRENSA	EDICION P.T. MANIPUL. Pag.2 >>>				

Figura 3-10 Pantalla – Alimentador: Edición de P.T. Pág. 1

3.7 ETAPAS DEL ALIMENTADOR (MANIPULADOR)

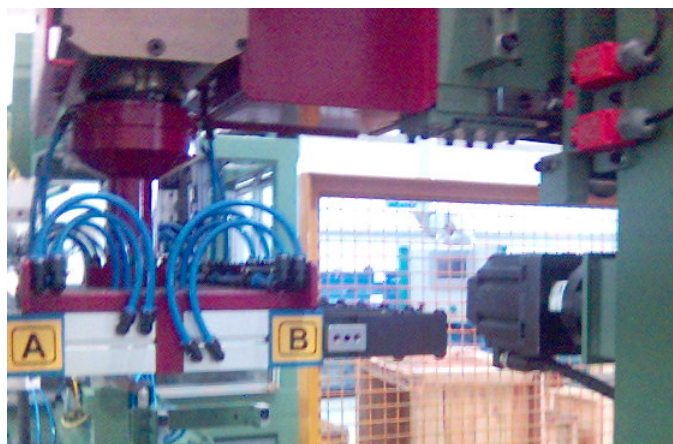





Figura 3-11 Planta – Manipulador



Figura 3-12 Botón – Etapa

Para cambiar la función de cada etapa, se selecciona primero la función, una vez seleccionada se podrá navegar por sus diferentes opciones con las flechas de arriba o abajo  , una vez encontrada la función deseada, se oprime la tecla “enter”  para aceptar el cambio.

En cada etapa del manipulador se establece el movimiento que esté tendrá en los ejes “X” (horizontal) y “Y” (vertical), y la etapa seleccionada determinará la acción que tendrá la máquina.

Las diferentes etapas son:

- Carga Tubo
- Sin Función
- Arranque Alimentador
- Extrae Pieza
- Gira Cabezal
- Descarga Tubo
- CDM ->> Manipulador
- Descarga Pieza
- Arranca Prensa
- FIN

3.7.1 CARGA TUBO

En ésta función el manipulador bajará con los grippers abiertos para tomar el tubo. Siempre hay que tomar el tubo por la mitad para que salga fácilmente de los dedos del transferidor.

Cuando el manipulador ha alcanzado las posiciones establecidas en X y en Y, los grippers se cerraran.

Esta es siempre la primera función.

3.7.2 SIN FUNCIÓN

Como su nombre lo indica, no se tiene ninguna función únicamente se moverá el manipulador a la posición programada. Normalmente para evitar cualquier colisión se utiliza una “Sin Función” para el movimiento en X y otra para el movimiento en Y.

3.7.3 ARRANQUE ALIMENTADOR

Cuando el manipulador haya alcanzado la posición programada, el transferidor de tubos iniciará una nueva carga de tubos.

Al programar esta función hay que tener cuidado de que el manipulador quede en una posición en el eje X en la cual permita el libre tránsito del transferidor de tubos, teniendo en cuenta al transferidor ya cargado.

La posición máxima para esta función en el eje X es 249 mm para evitar una colisión con la prensa. La posición normal para el eje X en esta etapa es de 200 mm. Con el eje Y, hay que tener cuidado de que libre el riel del manipulador externo de la máquina dimpling.

3.7.4 EXTRAER PIEZA

Con esta función se saca el tubo ya prensado de la matriz de la prensa, hay que procurar que se tome un poco arriba de la mitad del tubo para tener espacio suficiente para depositarlo después en el manipulador externo de la dimpling.

Al llegar a la posición programada en los ejes “X” y “Y” se cerrarán los grippers, y se habilitará el permiso de entrada del manipulador externo de la dimpling.

3.7.5 GIRA CABEZAL

En esta función subirá el manipulador manteniendo la misma posición en X. Subirá lo suficiente para librar por 10 mm al sensor de presencia de tubo en la matriz inferior de la prensa, o en su defecto para que alcance a librar los topes que se le agregan a la matriz permitiendo el libre giro del cabezal. Hay que tener cuidado de que no suba demasiado el manipulador para que no golpee a la matriz superior de la prensa.

3.7.6 DESCARGA TUBO

Una vez que el cabezal ha girado y quedan los tubos sin prensar del lado de la prensa, comienza a bajar hasta depositar los tubos en las cavidades de la matriz inferior. En las tres etapas de extraer pieza, gira cabezal y descarga tubo se debe de mantener siempre el mismo valor en el eje X.

En ésta etapa se debe de tener cuidado de que el manipulador deje los tubos lo más abajo posible en las cavidades de la matriz, ya que si los deja muy arriba los tubos quedan mal parados y esto puede ser peligroso al bajar la prensa, y si se dejan muy abajo el gripper puede rayar al tubo.

3.7.7 CDM ->> MANIPULADOR

En ésta etapa al alcanzar la posición programada en X y en Y, se avisa a la máquina dimpling que comenzará la descarga de los tubos al manipulador externo y espera a que el manipulador externo de la dimpling esté en posición de carga. En esté etapa se debe de tener cuidado de que el eje X coloque los tubos en sincronía con los grippers del manipulador externo de la dimpling para que estos bajen libremente en la siguiente etapa.

3.7.8 DESCARGA PIEZA

En esta etapa comienza a bajar el manipulador hasta la posición programada, la prensa envía señal de pieza en posición a la máquina dimpling, y la dimpling manda cerrar los grippers del manipulador externo y envía señal de que los grippers se han cerrado, entonces el manipulador de la prensa abre sus grippers para liberar los tubos ya colocados en el manipulador externo de la máquina dimpling.

3.7.9 ARRANCA PRENSA

Una vez que subió el manipulador a través de un “sin función” a una altura en la cual se pueda deslizar libremente el manipulador externo de la dimpling, y que el manipulador se haya movido a la posición programada y que en el eje X sea menor a 250 mm, la prensa comenzará su función.

3.7.10 FIN

En ésta función se deja normalmente el eje X en la misma posición que se utilizó en la carga de tubo y el eje Y siempre debe de estar a una posición mayor a 580 mm para permitir el libre tránsito del transferidor de tubos. Esta es siempre la última función.

3.8 PLAN DE TRABAJO INICIAL

El plan de trabajo inicial sirve para inicializar al manipulador antes de comenzar a trabajar en automático. Los valores de este plan no deben de variar de una receta a otra una vez que se han establecido.



Mesa(mm): 1212,5 Fuerza (T): 5 X (mm): 21,08 Y (mm): 622,54 C (mm): 8,1

P.T. INICIAL: Edición Ayuda ?

	FUNCION	EJE X (mm)	EJE Y (mm)	VELOC. (%)
ETAPA 1	Sin Función	30,00	660,00	50
ETAPA 2	Fin	20,64	670,00	50
ETAPA 3	Sin Función	0,00	700,00	0
ETAPA 4	Sin Función	0,00	700,00	0
ETAPA 5	Sin Función	0,00	700,00	0

P.T. INICIAL ALMACENAR FUNCION P.T. P.T. INICIAL PANTALLA TRANSFERIR P.T. INICIAL

Figura 3-13 Pantalla – Plan de trabajo Inicial: Edición

3.9 VELOCIDAD

La velocidad que se da en cada etapa es un porcentaje de la velocidad permitida en la pantalla de límite de velocidad de los ejes.

Por ejemplo, si la velocidad del eje X en la pantalla de límite de velocidad es del 85 % y la velocidad en la etapa 1 es de 90 %, lo que realmente se tiene es el 90% del 85% de la velocidad del eje.

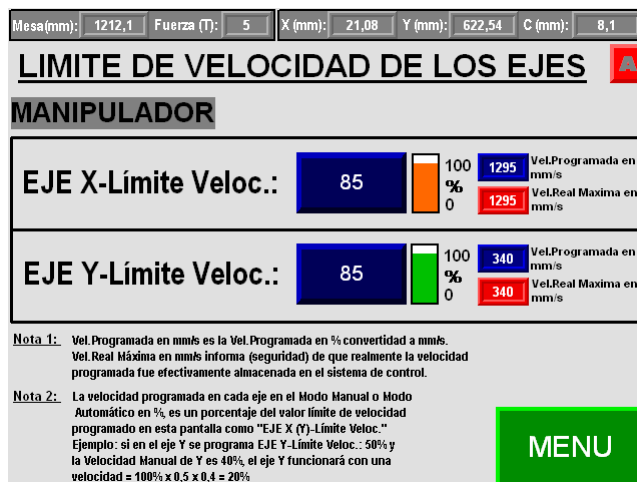


Figura 3-14 Pantalla – Límite de Velocidad de los Ejes

3.10 ESTABLECER COMUNICACIÓN ENTRE LA HMI Y EL PLC.

Los pasos a seguir para establecer la comunicación entre nuestra HMI y el PLC son los siguientes:

- Communication Setup
- Device Shortcut

3.10.1 COMMUNICATION SETUP

En el programa RSView Studio Machine Edition, en el cual estamos desarrollando nuestra HMI. Al lado izquierdo aparece una ventana con el explorador del proyecto. Se expande el menú que dice “RSLinx Enterprise” y se da doble click en el menú que dice “Communication Setup”.

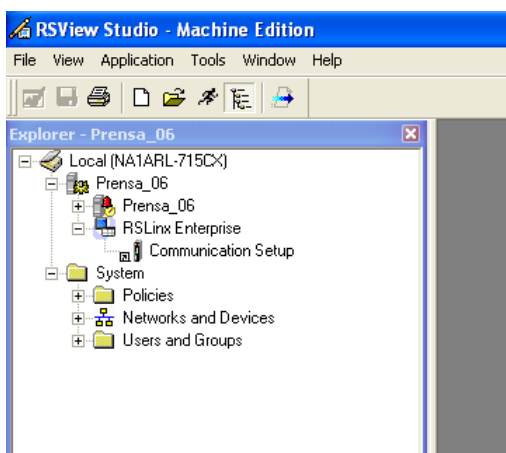


Figura 3-15 HMI - Explorador

3.10.2 DEVICE SHORTCUT

Al dar doble click aparece la pantalla de “Comunicación Setup”. En el caso de esta aplicación ya existe un “Device Shortcut” el cual se llama “controller1” y este a su vez se asocia con el PLC, en este caso con el PLC que se encuentra en el slot 9 del backplane del simulador.

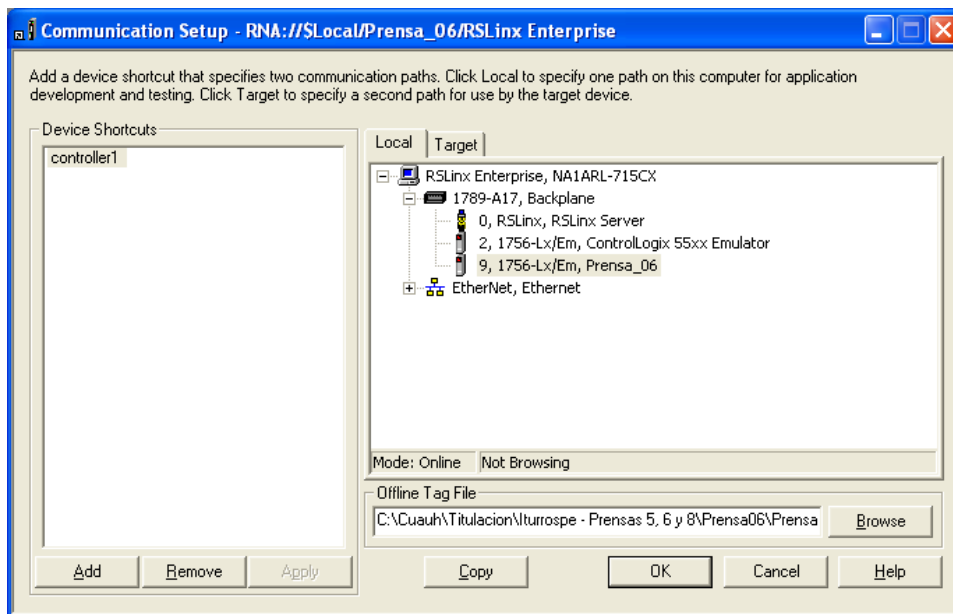


Figura 3-16 HMI – Communication Setup

Una vez hecho esto ya queda asociada nuestra HMI con su respectivo PLC.

Este sistema nos ayuda a monitorear y controlar diferentes datos provenientes de diferentes PLC sin la necesidad de utilizar varias estaciones de HMI.

3.11 MODIFICAR RECETA

Para modificar una receta se tiene que acceder primero como MAESTRO al sistema, de otra forma no será accesible el botón de “PROGRAMAS DE TRABAJO”.

3.11.1 MENÚ PRINCIPAL

Primero se accede al menú de programas de trabajo desde el menú principal.

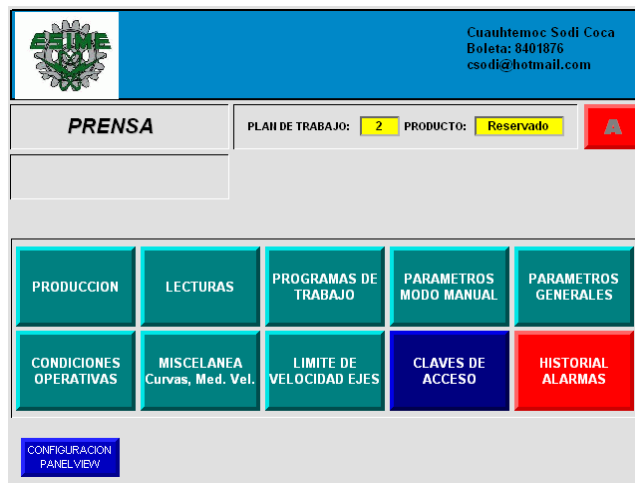


Figura 3-17 Pantalla – Menú Principal

3.11.2 EDICIÓN

En el menú de programas de trabajo se oprime el botón “EDICIÓN” para acceder a la pantalla de edición de recetas.



Figura 3-18 Pantalla – Programa de Trabajo: Edición

Hasta ahora solo se ha navegado en las pantallas y no se ha mandado ningún dato al PLC, a partir de esta pantalla el sistema HMI comienza a interactuar directamente con el PLC.

3.11.3 PLAN DE TRABAJO

En esta pantalla se selecciona el número del Plan de Trabajo a modificar.

Mesa(mm):	1100,8	Fuerza (T):	-1	X (mm):	0,00	Y (mm):	0,00	C (mm):	9,6
PRENSA: Edición de P.T.								Ayuda ?	▲
Nro. P.T.:	1	Nombre:	600082700A						
L.Sup.P+A:	1000,0	mm	L.Sup.Auto:	0,0	mm				
L.Freno:	915,0	mm	L.Alimenta:	1425,0	mm				
L.Inferior:	841,6	mm							
Fuerza:	60	Ton	Vel.Baja:	100	%				
Mant.Fza.:	200	ms	Vel.Sube:	100	%				
P.T. EDITADO ALMACENAR	P.T. PANTALLA "TRANSFERIR"	P.T. P + M <<<	EDICION P.T. MANIPUL. Pag.1	>>>	MENU				

Figura 3-19 Botón – Número de Plan de Trabajo

Al oprimir el botón de “Nro. P.T.” aparecerá un teclado numérico en la pantalla, en él se tecleara el número del plan de trabajo a modificar y se oprimirá la tecla enter para aceptar el dato.

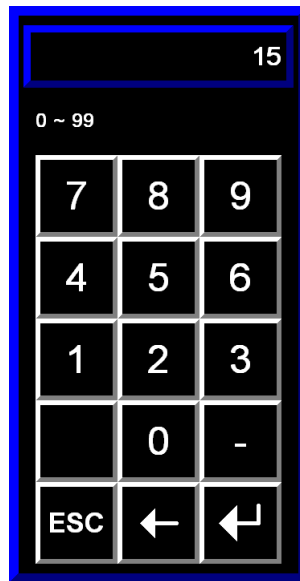


Figura 3-20 Teclado numérico (Keypad)

En la pantalla de edición, aparecerá el número de plan de trabajo deseado, su nombre y en cada uno de los parámetros aparecerán los datos anteriormente guardados o “0” en caso de que no existiera ningún valor previo.

3.12 REFERENCIA DE UN TAG DEL PLC EN LA PANTALLA DEL HMI

Cada uno de los displays de los parámetros se encuentra referenciado a un TAG del PLC de la siguiente forma:

3.12.1 ABRIR PANTALLA

En el software Factory Talk Machine Edition se selecciona en el menú del explorador la carpeta GRAPHICS y dentro de esta carpeta se selecciona la sección DISPLAYS. Se selecciona la pantalla a editar:

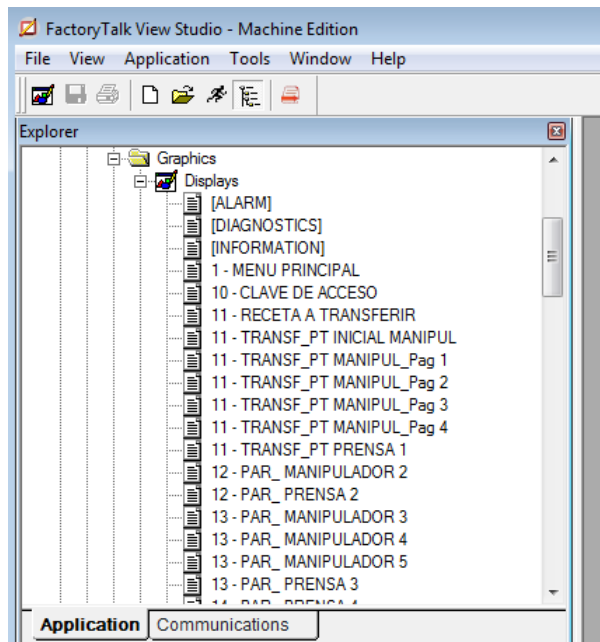


Figura 3-21 HMI – Abrir Pantalla (Graphic Display)

Se selecciona la pantalla a editar y se da doble click para abrirla.

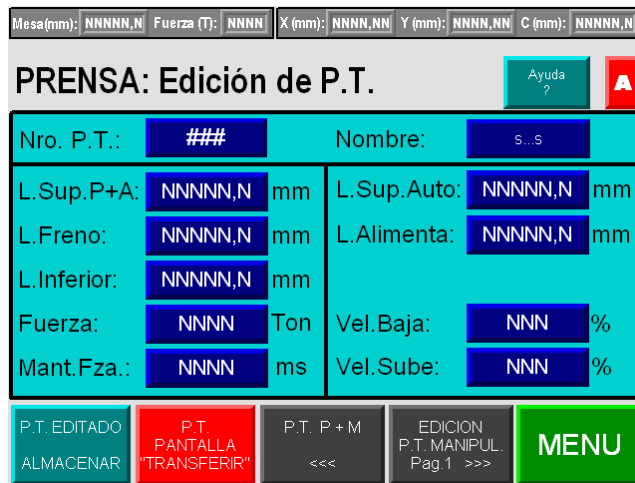


Figura 3-22 Pantalla – Prensa: Edición de Plan de Trabajo

3.12.2 SELECCIÓN DE DISPLAY

Se selecciona el display a relacionar.

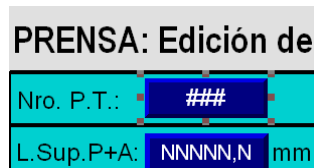


Figura 3-23 Pantalla – Numero de Plan de Trabajo

Al seleccionar el display, aparecen unos cuadritos grises alrededor de él.

3.12.3 PROPIEDADES

Se oprime el icono de propiedades  aparecerá la pantalla de propiedades de dicho display.

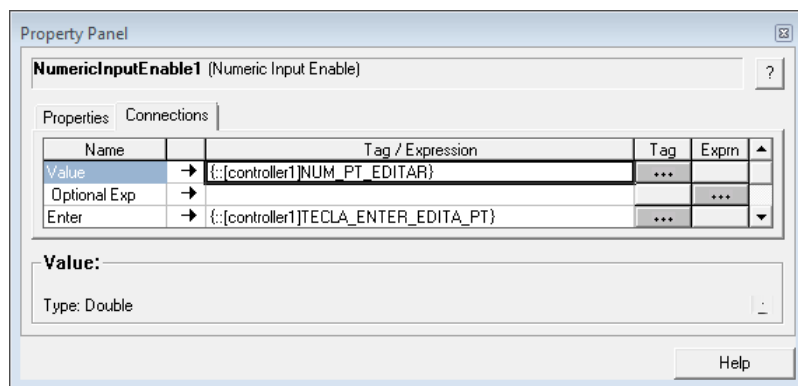


Figura 3-24 Asignación de tag

Para asociar el valor con el tag que se programó en el PLC, se oprime el botón con tres puntos debajo de la palabra TAG y aparecerá el buscador de TAG's (tag browser).

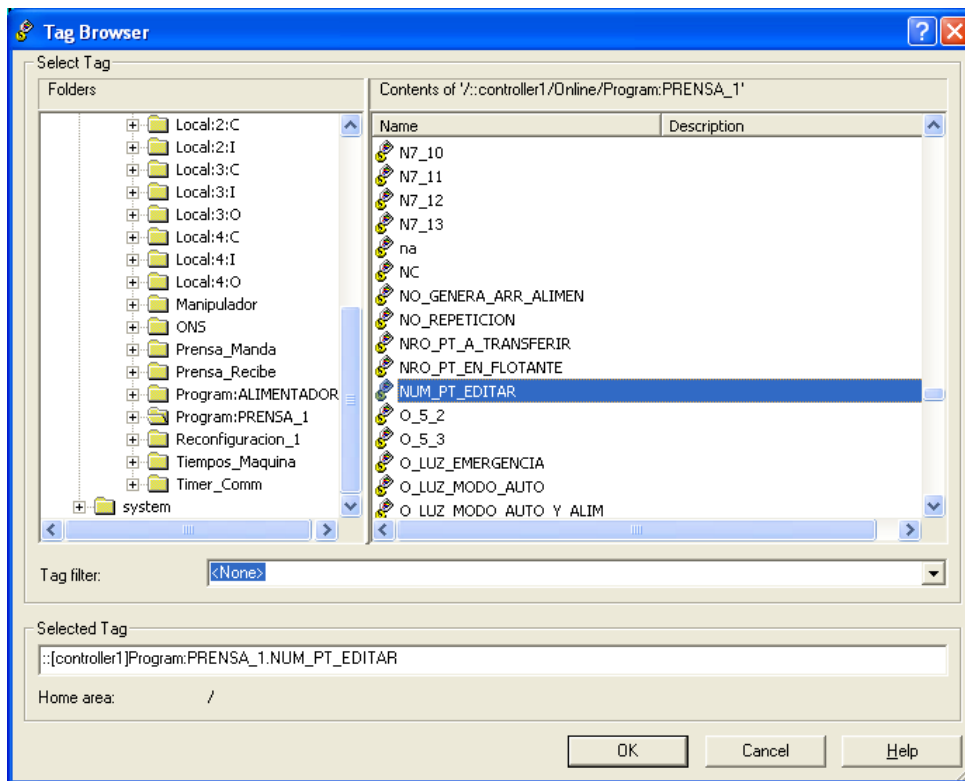


Figura 3-25 HMI – Explorador de Tags (Tag Browser)

En esta pantalla se busca en que rutina se encuentra el TAG que estamos buscando y al encontrarlo y seleccionarlo queda automáticamente asociado con el shortcut que se programó desde un principio.

3.12.4 TAG EN EL PLC

En la siguiente imagen se puede ver el mismo TAG que se está asociando pero ahora en la lista de tags del PLC.

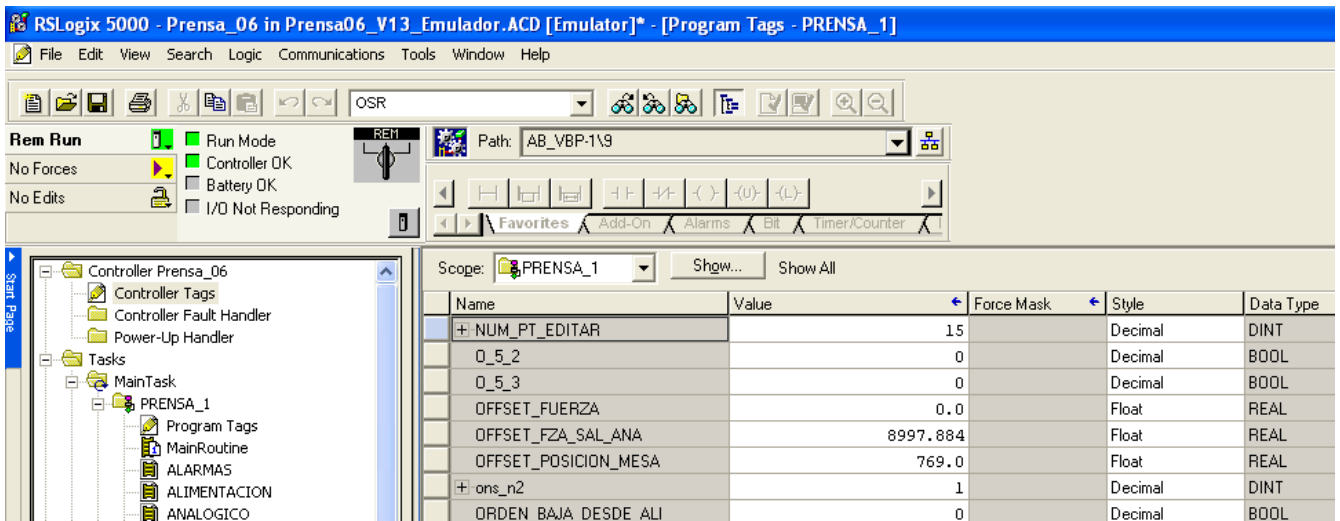


Figura 3-26 PLC - NUM_PT_EDITAR en el PLC

Cada vez que se selecciona un plan de trabajo para ser editado, no importa si es nuevo o ya existía con anterioridad, se copiaran todos los valores existentes en la matriz PT_A_EDITAR.

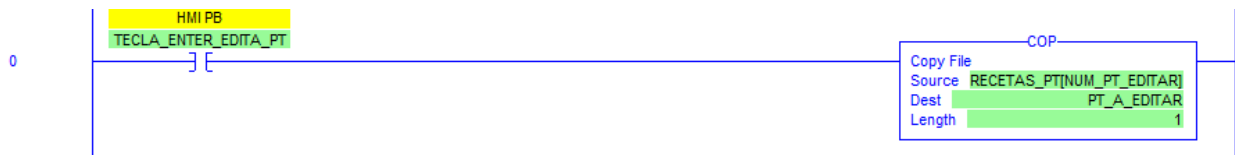


Figura 3-27 PLC - Copia de receta a editar.

Con la instrucción COP del PLC se copian todos los valores existentes en RECETAS_PT[NUM_PT_EDITAR] a PT_A_EDITAR.

RECETAS_PT[NUM_PT_EDITAR] es un direccionamiento indirecto, y el PLC interpreta de acuerdo al número que se ingresó para el NUM_PT_EDITAR, por ejemplo si se puso el plan de trabajo 3, el PLC interpretará RECETAS_PT[3].

En el programa del PLC se creó un UDT (User Define Type), con esto se pueden agregar a una variable automáticamente los parámetros que uno requiere para el programa. En la siguiente imagen se pueden ver las variables que se agregaron al UDT “ITEMS_DEL_PT”:

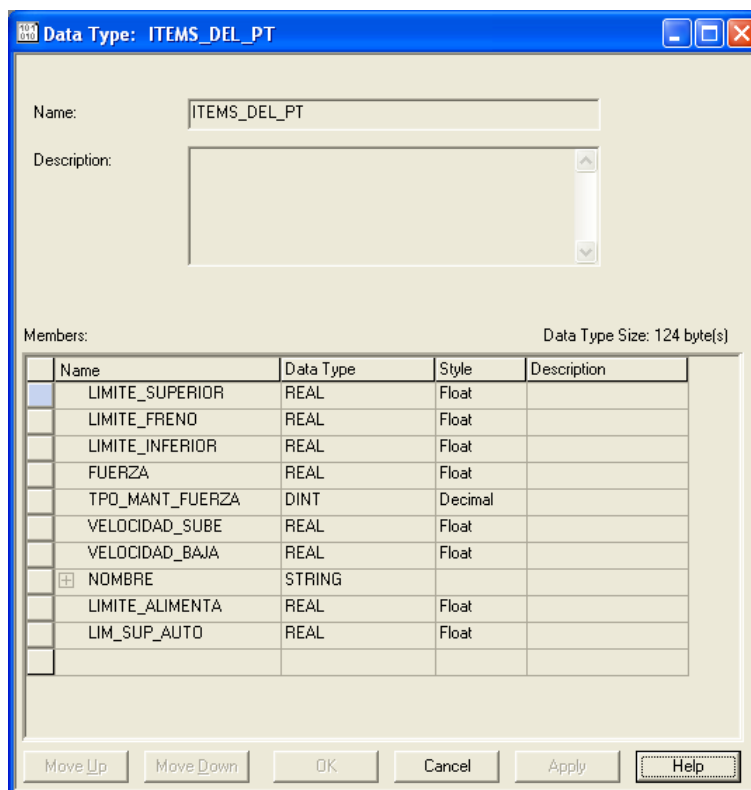


Figura 3-28 PLC – UDT: Elementos del Plan de Trabajo (ITEMS_DEL_PT)

Ya con esto, al declarar una nueva variable “PT_A_EDITAR” en el PLC y se le asigno que fuera del tipo “ITEMS_DEL_PT”.

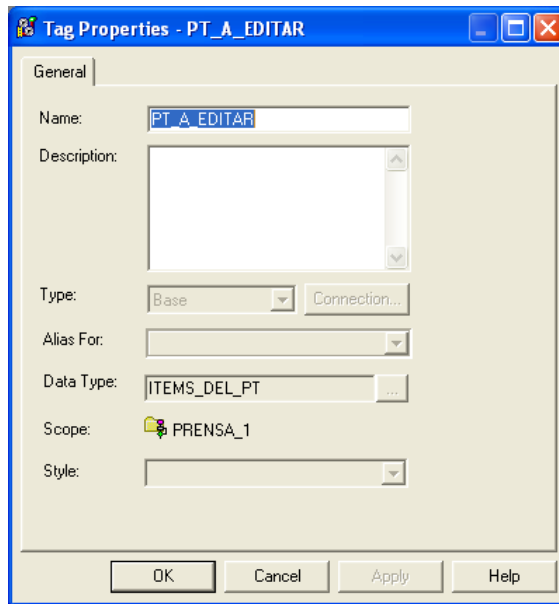


Figura 3-29 PLC – Propiedades del Tag: PT_A_EDITAR

Y automáticamente se generan las variables que se requieren.

Name	Value	Force Mask	Style	Data Type
PT_A_EDITAR	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
PT_A_EDITAR.LIMITE_SUPERIOR	1150.0		Float	REAL
PT_A_EDITAR.LIMITE_FRENO	1060.0		Float	REAL
PT_A_EDITAR.LIMITE_INFERIOR	945.0		Float	REAL
PT_A_EDITAR.FUERZA	80.0		Float	REAL
PT_A_EDITAR.TPO_MANT_FUERZA	200		Decimal	DINT
PT_A_EDITAR.VELOCIDAD_SUBE	-100.0		Float	REAL
PT_A_EDITAR.VELOCIDAD_BAJA	100.0		Float	REAL
PT_A_EDITAR.NOMBRE	'520642500A'	{...}		STRING
PT_A_EDITAR.LIMITE_ALIMENTA	1420.0		Float	REAL
PT_A_EDITAR.LIM_SUP_AUTO	1100.0		Float	REAL

Figura 3-30 PLC - Tags del Programa Prensa: PT_A_EDITAR

La forma como quedaron finalmente asociados los tags en los displays la pantalla de “EDICIÓN DE P.T.” es la siguiente:

NUM_PT_EDITAR	Mesa(mm): 1213,3	Fuerza (T): 6	X (mm): 21,08	Y (mm): 622,54	C (mm): 8,1	PT_A_EDITAR.NOMBRE	
PT_A_EDITAR, LÍMITE_SUPERIOR	PRENSA: Edición de P.T.					Ayuda ?	PT_A_EDITAR.LIM_SUP_AUTO
PT_A_EDITAR.LIMITE_FREN	Nro. P.T.:	15	Nombre:	603613600A			
PT_A_EDITAR.LIMITE_INFERIOR	L. Sup. P+A:	1460,0	mm	L. Sup. Auto:	1200,0	mm	
PT_A_EDITAR.FUERZA	L. Freno:	1141,0	mm	L. Alimenta:	1420,0	mm	
PT_A_EDITAR.TPO_MANT_FUERZ	L. Inferior:	1039,5	mm	Vel. Baja:	100	%	
	Fuerza:	95	Ton	Vel. Sube:	100	%	
	Mant. Fza.:	500	ms				
	P.T. EDITADO ALMACENAR	P.T. PANTALLA "TRANSFERIR"	P.T. P + M <<<	EDICION P.T. MANIPUL. Pag.1 >>>	MENU		
						PT_A_EDITAR.VELOCIDAD_BAJA	
						PT_A_EDITAR.VELOCIDAD_SUB	

Figura 3-31 Pantalla – Tags utilizados en la edición de P.T. de la Prensa.

En este programa se dejó la capacidad de tener hasta 100 recetas, por lo tanto nuestra variable que indica el plan de trabajo a modificar (NUM_PT_EDITAR) funcionara como puntero dentro de una matriz de 100 elementos del tipo UDT ITEMS_DEL_PT, la cual se llamó “RECETAS_PT”. Aquí estarán almacenados todos los planes de trabajo o recetas de nuestro sistema; como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Name	Value	Force Mask	Style	Data Type
[-] RECETAS_PT	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT[100]
+ RECETAS_PT[0]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
[-] RECETAS_PT[1]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
RECETAS_PT[1].LIMITE_SUPERIOR	1000.0		Float	REAL
RECETAS_PT[1].LIMITE_FRENO	915.0		Float	REAL
RECETAS_PT[1].LIMITE_INFERIOR	841.6		Float	REAL
RECETAS_PT[1].FUERZA	60.0		Float	REAL
+ RECETAS_PT[1].TPO_MANT_FUERZA	200		Decimal	DINT
RECETAS_PT[1].VELOCIDAD_SUBE	-100.0		Float	REAL
RECETAS_PT[1].VELOCIDAD_BAJA	100.0		Float	REAL
+ RECETAS_PT[1].NOMBRE	'600082700A'	{...}		STRING
RECETAS_PT[1].LIMITE_ALIMENTA	1425.0		Float	REAL
RECETAS_PT[1].LIM_SUP_AUTO	0.0		Float	REAL
[-] RECETAS_PT[2]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
RECETAS_PT[2].LIMITE_SUPERIOR	1150.0		Float	REAL
RECETAS_PT[2].LIMITE_FRENO	1050.0		Float	REAL
RECETAS_PT[2].LIMITE_INFERIOR	945.0		Float	REAL
RECETAS_PT[2].FUERZA	80.0		Float	REAL
+ RECETAS_PT[2].TPO_MANT_FUERZA	200		Decimal	DINT
RECETAS_PT[2].VELOCIDAD_SUBE	-100.0		Float	REAL
RECETAS_PT[2].VELOCIDAD_BAJA	100.0		Float	REAL
+ RECETAS_PT[2].NOMBRE	'Reservado'	{...}		STRING
RECETAS_PT[2].LIMITE_ALIMENTA	1420.0		Float	REAL
RECETAS_PT[2].LIM_SUP_AUTO	1100.0		Float	REAL
+ RECETAS_PT[3]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[4]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[5]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[6]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[7]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[8]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[9]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[10]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[11]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[12]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[13]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[14]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[15]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT
+ RECETAS_PT[16]	{...}	{...}		ITEMS_DEL_PT

Figura 3-32 PLC – Tags de las Recetas 1 y 2.

3.13 FUNCIONAMIENTO DE LAS ETAPAS DEL PLAN DE TRABAJO

En la pantalla de edición del plan de trabajo del alimentador se configuran los movimientos que tendrá el carro magazine y las diferentes etapas que tendrá el brazo alimentador.

Mesa(mm):	NNNN,N	Fuerza (T):	NNNN	X(mm):	NNNN,NN	Y (mm):	NNNN,NN	C (mm):	NNNN,N	
ALIMENTADOR: Edición de P.T.								Pag.1	Ayuda ?	A
Carro Mag.	P.Inicial (mm)	NNNN,N	Avances	NN	Avance (mm)	NNNN,N				
	FUNCION	EJE X (mm)	EJE Y (mm)	VELOC. (%)						
ETAPA 1	Sin Función	NNNN,NN	NNNN,NN	NNNN						
ETAPA 2	Sin Función	NNNN,NN	NNNN,NN	NNNN						
ETAPA 3	Sin Función	NNNN,NN	NNNN,NN	NNNN						
ETAPA 4	Sin Función	NNNN,NN	NNNN,NN	NNNN						
ETAPA 5	Sin Función	NNNN,NN	NNNN,NN	NNNN						
ETAPA 6	Sin Función	NNNN,NN	NNNN,NN	NNNN						
P.T. Nro.: ##	FUNCION P.T.		P.T. PANTALLA -TRANSFER-	P.T. PRENSA	EDICION P.T. MANIPUL. Pag.2 >>>					
ALMACENAR	▲	▼	↶	<<<	>>>					

Figura 3-33 Pantalla – Alimentador: Edición del Plan de Trabajo

En el programa del PLC las etapas del plan de trabajo se controlan con una matriz de tags creadas en un UDT llamado ITEMS_DEL_PT_ALIMENTADOR.

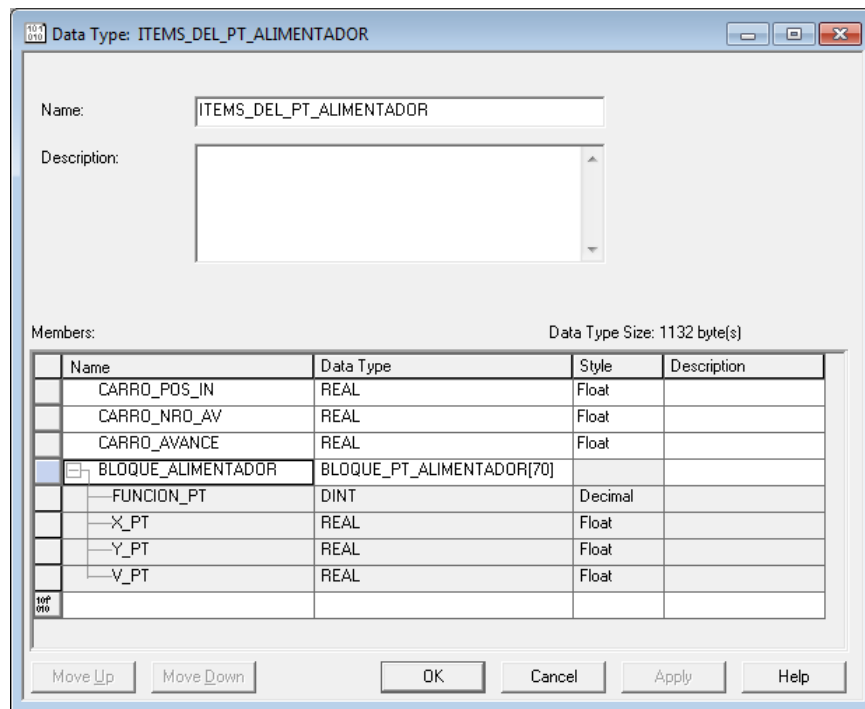


Figura 3-34 PLC – UDT: Elementos del Plan de Trabajo del Alimentador

Esta UDT contiene los datos para el carro magazine y el alimentador.

3.13.1 CARRO POSICIÓN INICIAL

En este tag (CARRO_POS_IN) se guarda la posición inicial en la que el carro magazine comenzará a descargar la primera columna de tubos.

3.13.2 CARRO NUMERO DE AVANCES

En este tag (CARRO_NRO_AV) se guardarán el número de avances que tendrá el carro magazine. El número de avances es igual al set de columnas de tubos que tiene el carro magazine. Cada set de columnas consta de 4 columnas de tubos.

3.13.3 CARRO AVANCE

En el tag (CARRO_AVANCE) se guardara la distancia en milímetros que tendrá que recorrer el carro magazine entre un set de columnas y el siguiente.

3.13.4 BLOQUE ALIMENTADOR

(BLOQUE_ALIMENTADOR) Es una matriz con una longitud de 70 elementos, cada elemento corresponde a una etapa del alimentador.

3.13.5 ALIMENTADOR FUNCIÓN PLAN DE TRABAJO

Cada función está identificada con un número en el programa, este número se guarda en este tag (FUNCION_PT) y se utiliza para identificar la rutina.

0 = Sin Función

1 = Carga Tubo

2 = Descarga Tubo

3 = Extrae Pieza

4 = Descarga Pieza

6 = Gira Cabezal

7 = Arranca Prensa

8 = Arranque Alimentador

9 = FIN

10 = CDM ->> Manipulador

Estos valores son asignados en la pantalla al seleccionar la función de un Control List Selector.

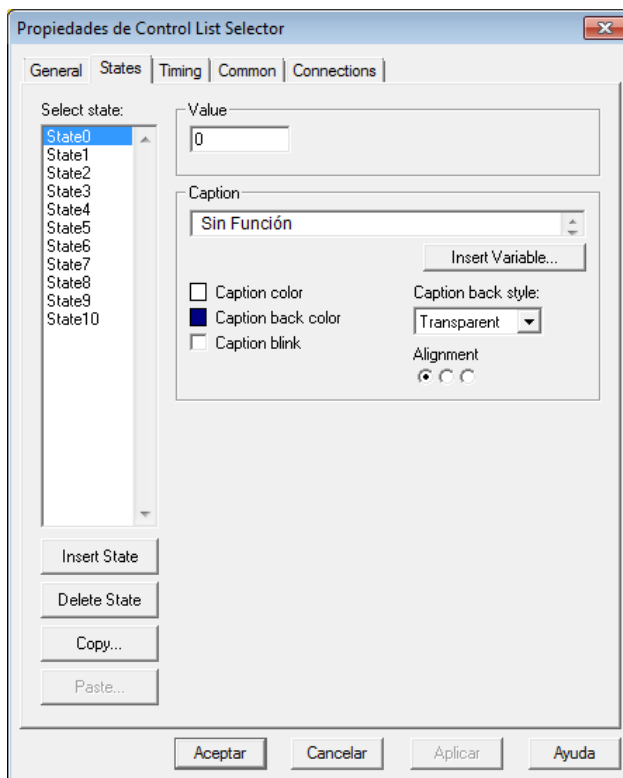


Figura 3-35 HMI – Control List Selector

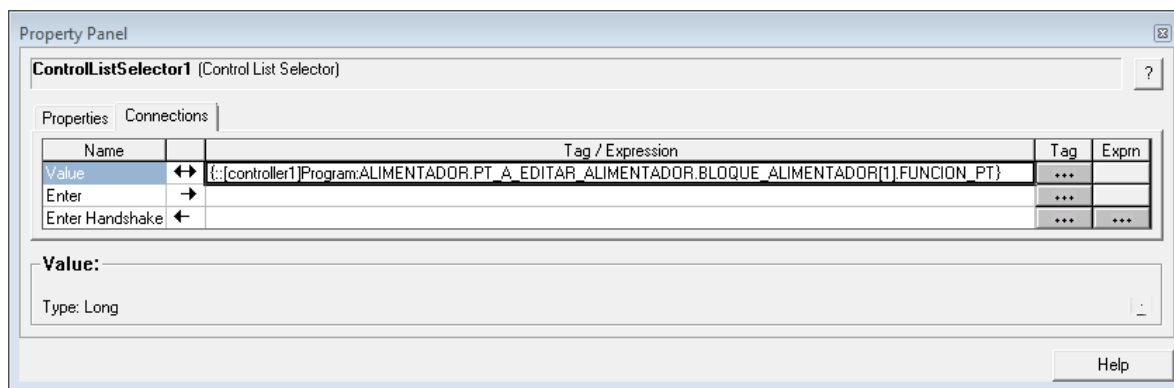


Figura 3-36 HMI – Control List Selector, asignación de tag.

Como se puede ver en la figura anterior el tag pertenece al dato “1” de la matriz del BLOQUE_ALIMENTADOR, esto quiere decir que corresponde a la etapa 1.

3.13.6 ALIMENTADOR POSICIÓN EN X

(X_PT) En el tag de la posición en “X” se pone la distancia que se moverá el brazo manipulador. Dependiendo de la posición en que se encuentre el brazo, éste se podrá mover hacia adelante o hacia atrás.

3.13.7 ALIMENTADOR POSICIÓN EN Y

(Y_PT) En el tag de la posición en “Y” se pone la distancia que se moverá el brazo manipulador. Dependiendo de la posición en que se encuentre el brazo, éste se podrá mover hacia arriba o hacia abajo.

3.13.8 ALIMENTADOR VELOCIDAD

(V_PT) En el tag de velocidad se pone el porcentaje de velocidad a la que se moverá el brazo manipulador.

3.14 ACEPTACIÓN DEL NUEVO PLAN DE TRABAJO

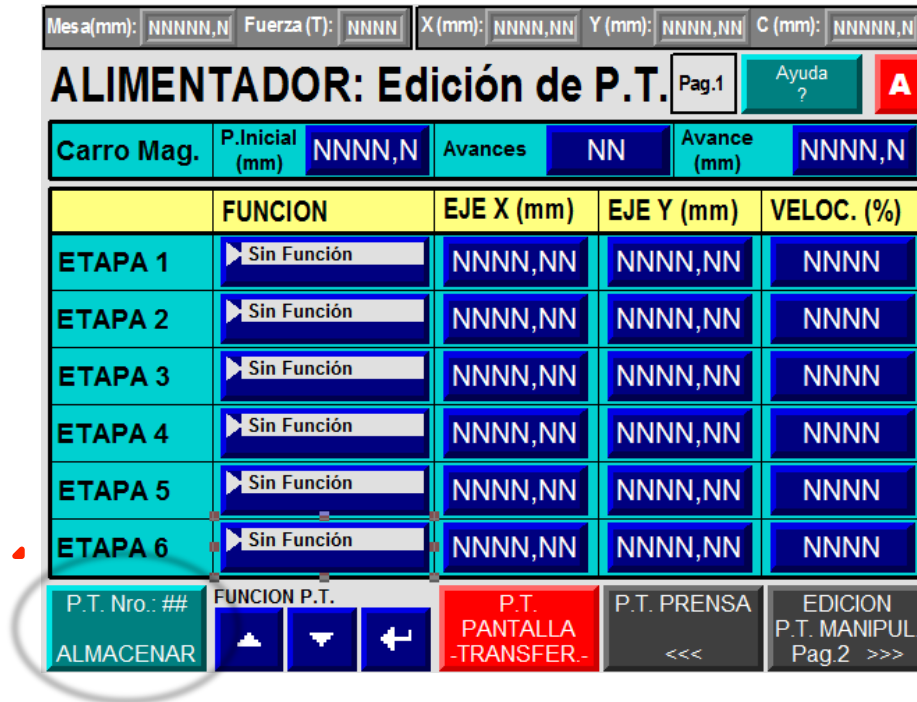


Figura 3-37 Pantalla – Almacenar nuevo Plan de Trabajo

Al terminar de editar el plan de trabajo, se oprime el botón de Almacenar y los datos que se han modificado en la matriz PT_A_EDITAR se copiaran a la receta correspondiente RECETAS_PT[NUM_PT_EDITAR].

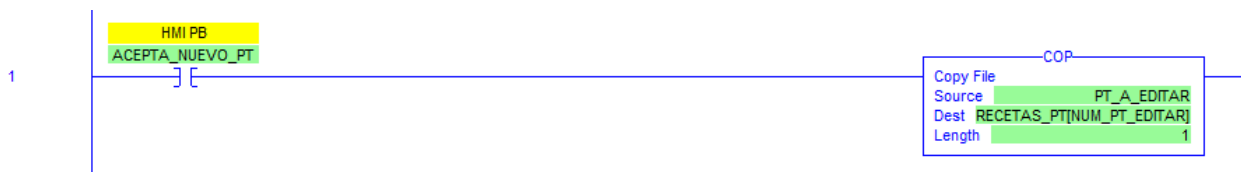


Figura 3-38 PLC – Almacenar nuevo Plan de Trabajo

3.15 SELECCIÓN DEL PLAN DE TRABAJO A PRODUCIR

Cuando el operador producción le ha dado al operador la lista de productos a producir, el sólo tendrá que escoger el producto deseado de una lista.

MANIPULADOR: P.T. ACTIVO					Pag.1	Ayuda ?	A
Número P.T.:	NNN		Nombre P.T.:	SSSSSSSSSS			
Carro Mag.	P.Inicial (mm)	NNNN,N	Avances	NN	Avance (mm)	NNNN,N	
	FUNCION	EJE X (mm)	EJE Y (mm)	VELOC. (%)			
ETAPA 1	SIN FUNCION	NNNN,NN	NNNN,NN	NNNN			
ETAPA 2	SIN FUNCION	NNNN,NN	NNNN,NN	NNNN			
ETAPA 3	SIN FUNCION	NNNN,NN	NNNN,NN	NNNN			
ETAPA 4	SIN FUNCION	NNNN,NN	NNNN,NN	NNNN			
ETAPA 5	SIN FUNCION	NNNN,NN	NNNN,NN	NNNN			
ETAPA 6	SIN FUNCION	NNNN,NN	NNNN,NN	NNNN			
Selección Plan de Trabajo		Transferir P.T. ###		P.T. Activo PRENSA <<<		P.T. MANIPUL. Pag.2 >>>	

Figura 3-39 Pantalla – MANIPULADOR: Plan de Trabajo Activo

En la pantalla de MANIPULADOR: Plan de Trabajo Activo se oprime el botón de SELECCIÓN PLAN DE TRABAJO y aparecerá la siguiente pantalla:



Figura 3-40 Pantalla – Plan de Trabajo a Transferir

En esta pantalla se obtiene una lista de todas las 100 recetas existentes en el programa. En el cuadro que se encuentra al centro aparecerá el número de la receta, y en el cuadro de la derecha aparecerá el nombre de la receta.

Cuando ya se tiene el número de la receta deseada, se oprime el botón de plan de trabajo, aparecerá un teclado numérico y se tecleará el número de la receta a producir, se oprime la tecla enter para aceptar el número y salir del teclado. En el botón aparecerá el número seleccionado, si se está de acuerdo se oprime el botón de cerrar.

Ahora ya está la receta lista para ser transferida al sistema principal, para esto se oprime el botón de TRANSFERIR.

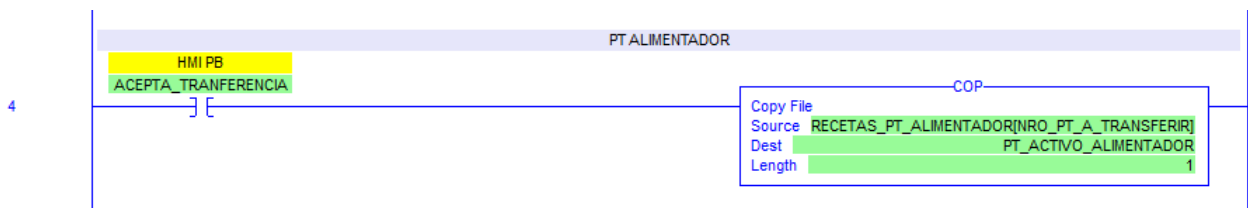


Figura 3-41 PLC – Plan de Trabajo del Manipulador a Transferir

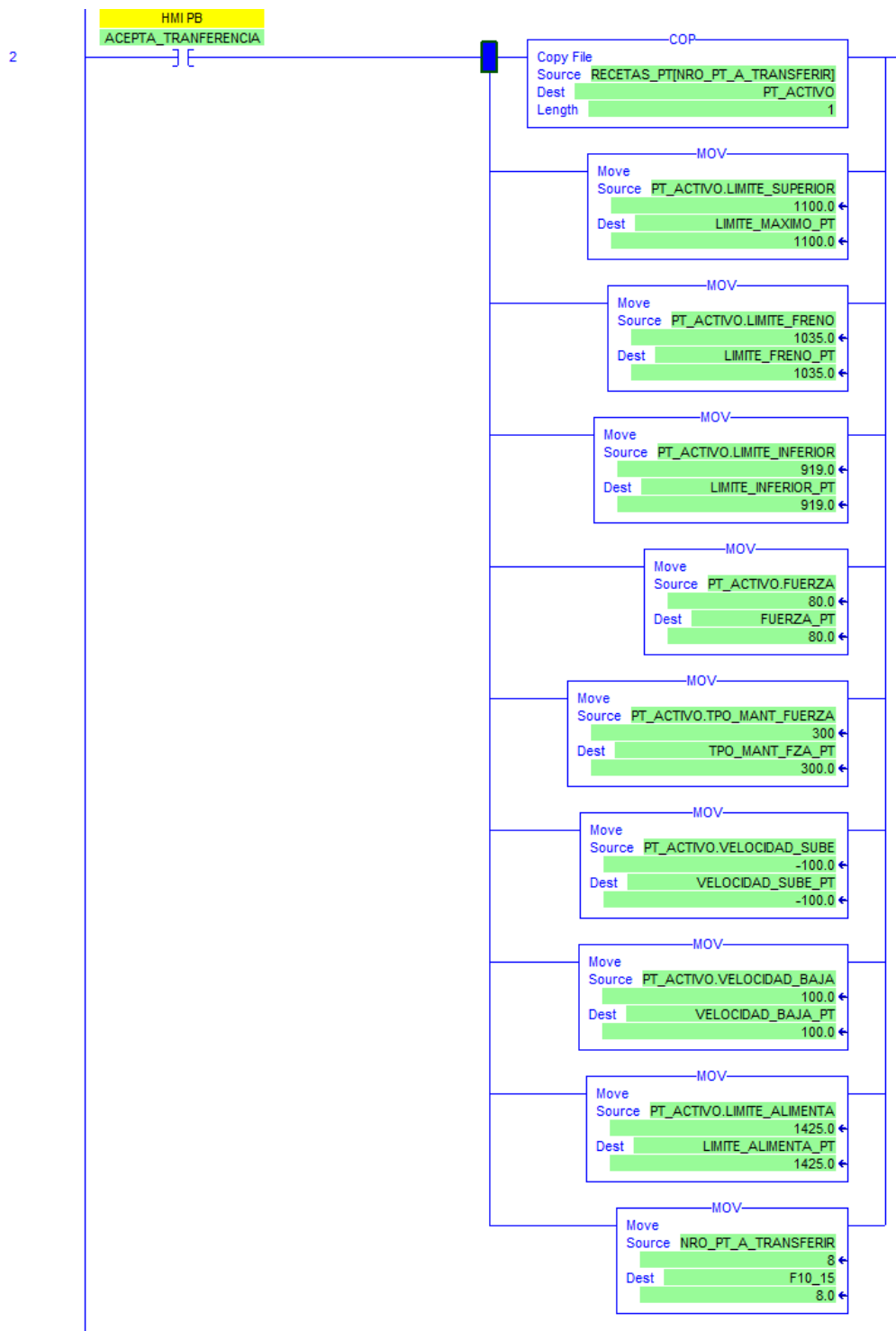
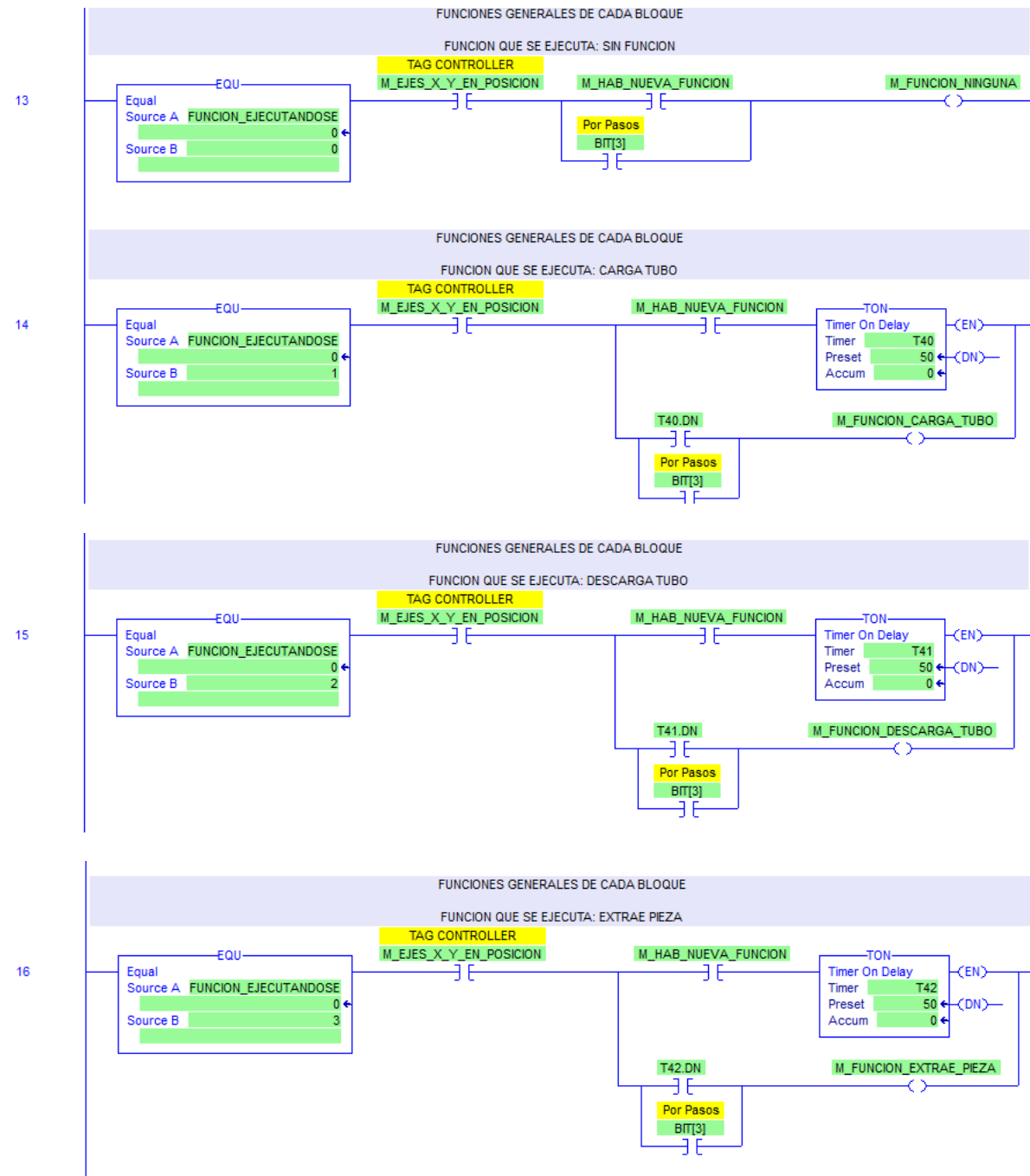
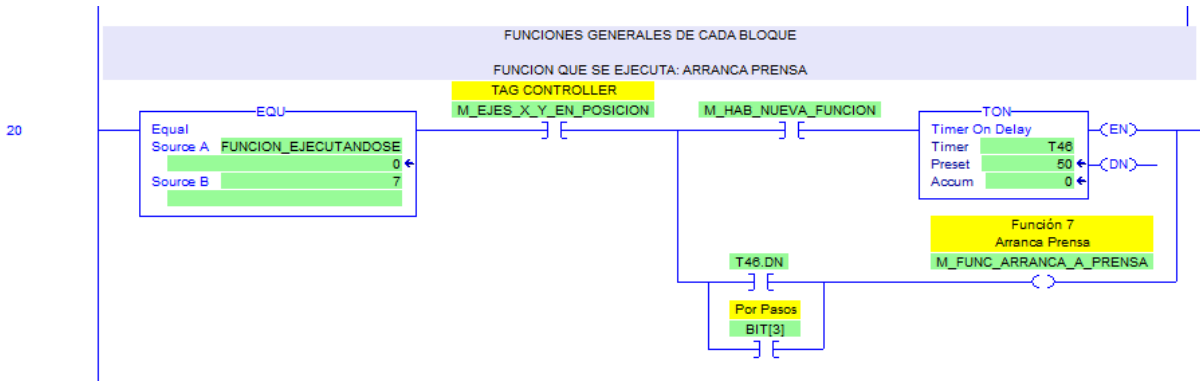
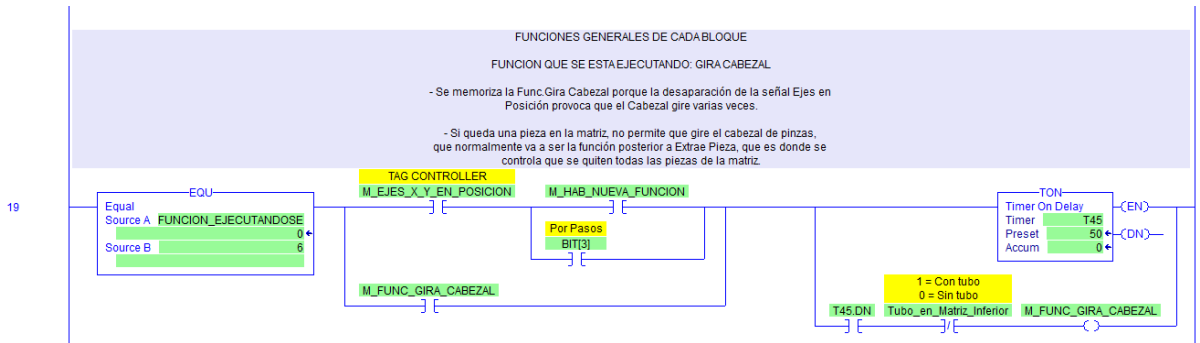
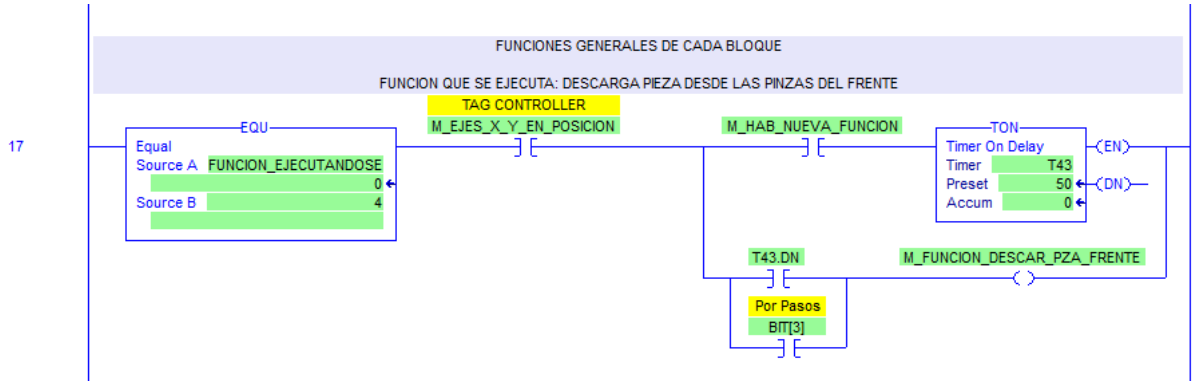


Figura 3-42 PLC – Plan de Trabajo de la Prensa a Transferir

3.16 PROGRAMACIÓN DE LAS ETAPAS EN EL PLC

A continuación se muestra un extracto el programa del PLC en donde se muestra el momento en que es llamada cada Etapa (Bloque) de la receta.





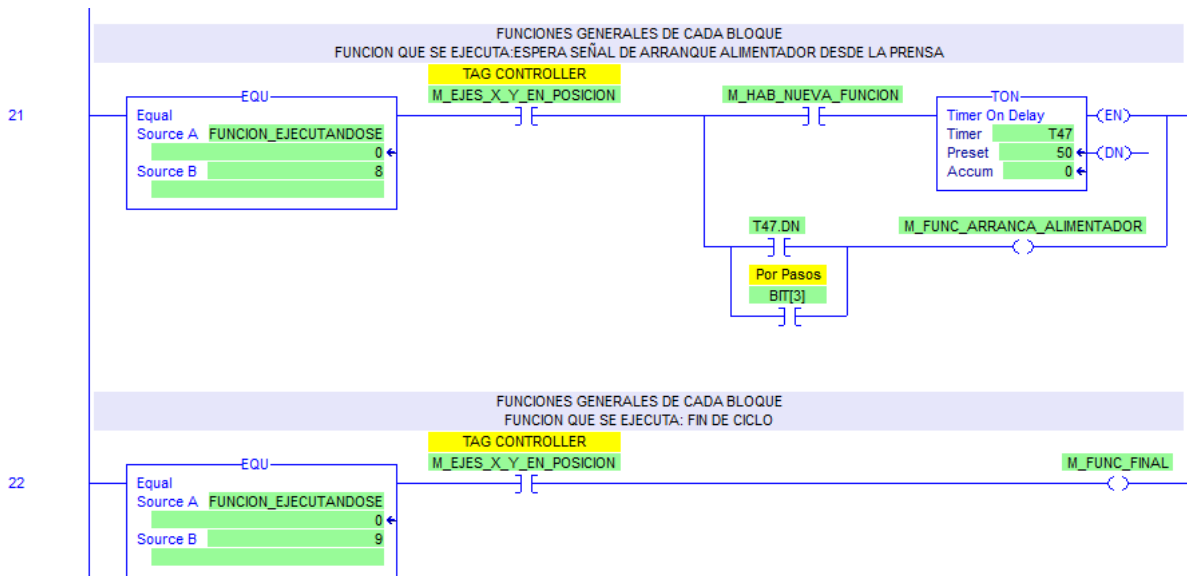
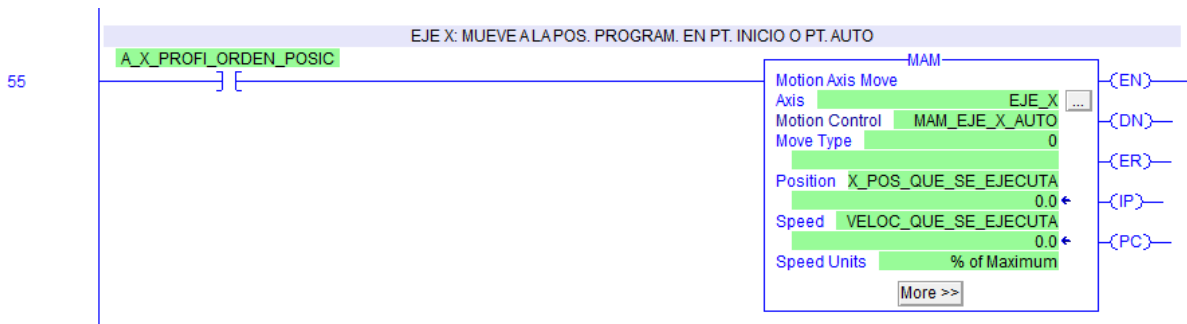


Figura 3-43 PLC – Ejecución de Etapas.

Como se puede notar el tag más crítico en las etapas es M_EJES_X_Y_EN_POSICION, esto es porque este bit le indica al escalón (rung) de la etapa correspondiente que el manipulador a alcanzado la posición establecida en la receta.



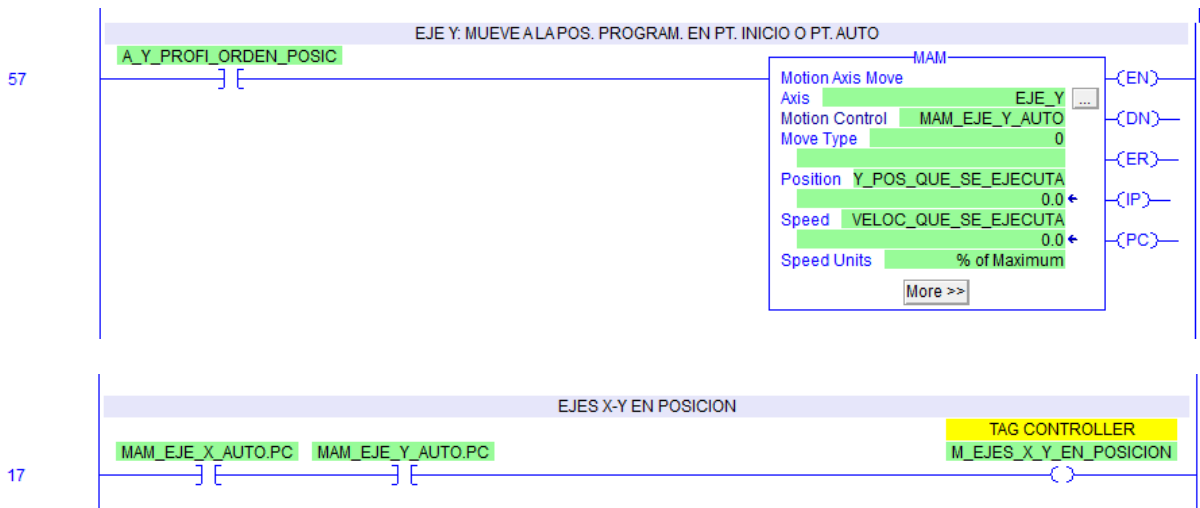
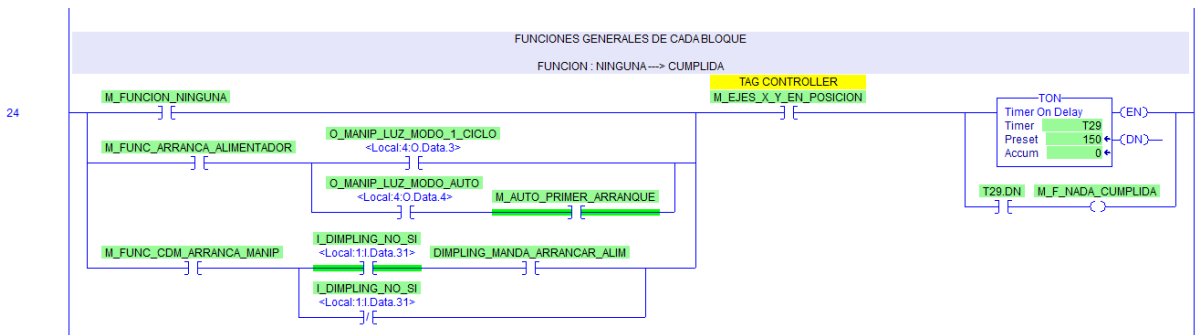
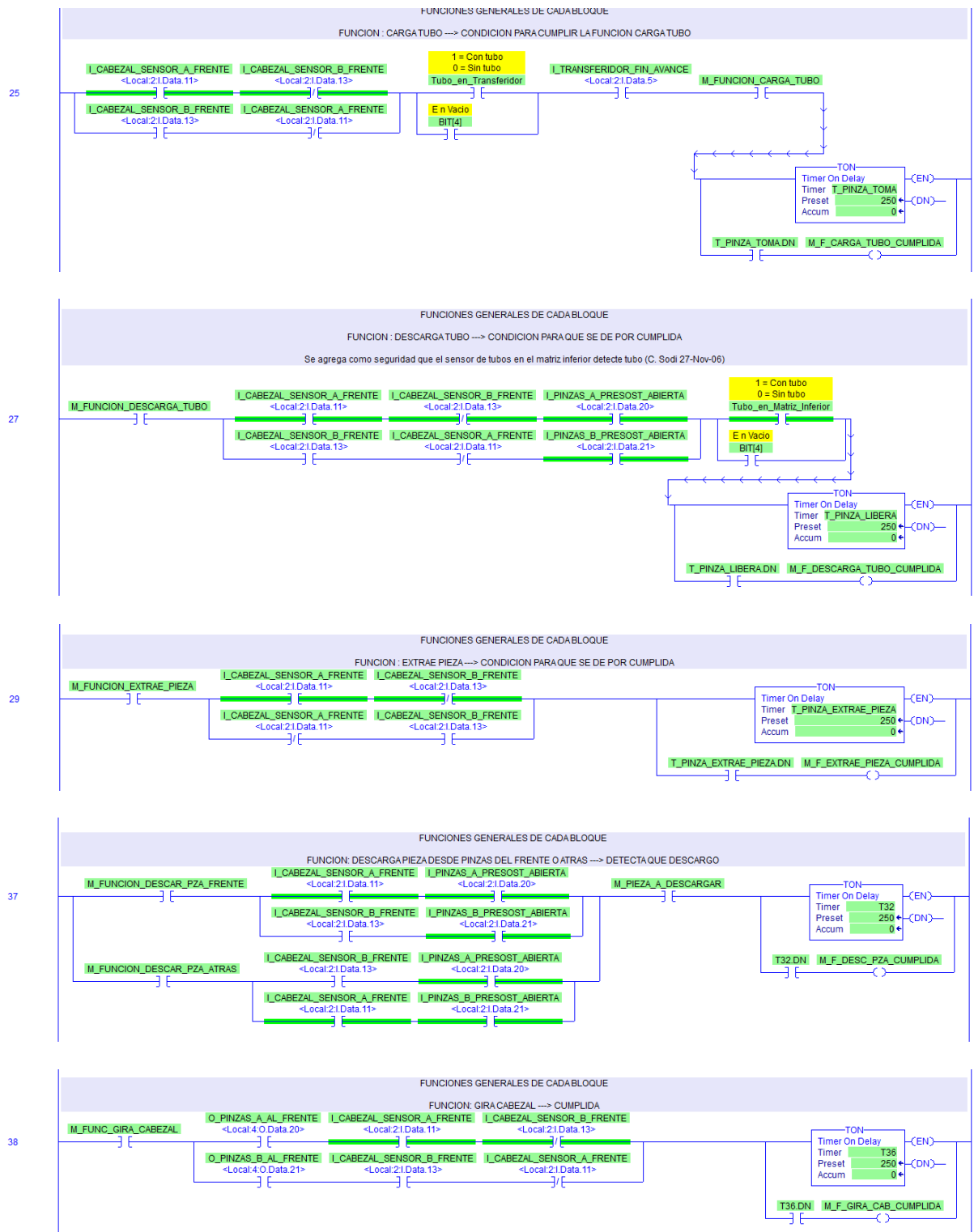


Figura 3-44 PLC – Ejes “X” y “Y” en posición.

Los servomotores de los ejes “X” y “Y” se mueven cuando se ejecuta la instrucción MAM (Motion Axis Move – Movimiento Axial). El servodrive comandara el movimiento determinado a la velocidad especificada, y cuando ha completado el movimiento levantará la bandera PC (Process Complete – Proceso Completado). Cuando se tienen las dos banderas PC de cada eje se enciende el bit de ejes en posición (M-EJES_X_Y_EN_POSICION).

El siguiente extracto del programa del PLC muestra cuando se han cumplido las etapas.





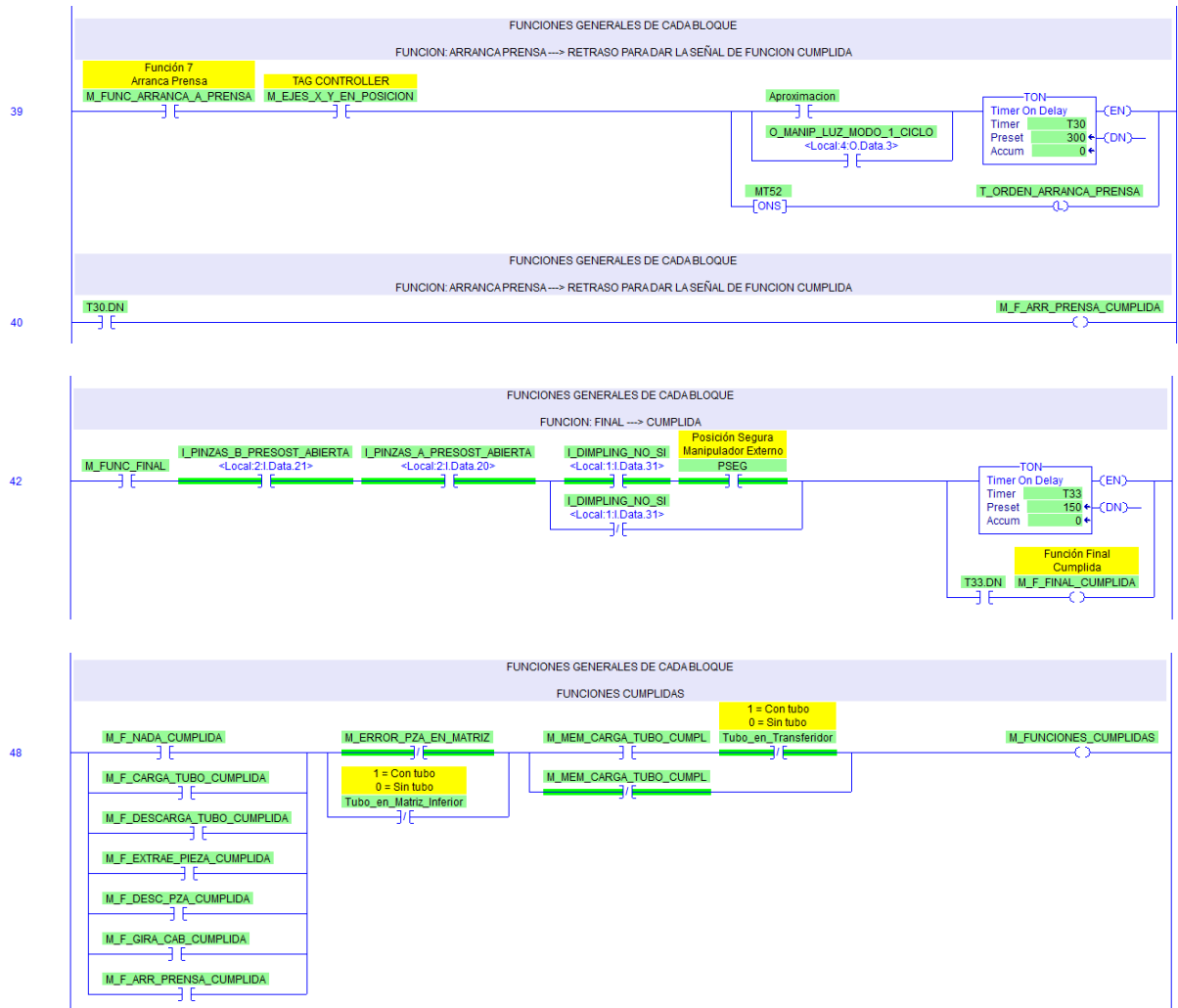


Figura 3-45 PLC –Etapas Ejecutadas Cumplidas

CAPITULO 4

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 RESULTADOS

Una vez concluida la programación y las pantallas de control de recetas para los diferentes productos que se pueden producir en la prensa, y ahora se tiene un catálogo de recetas que se pueden elaborar tomando en cuenta las dimensiones de los equipos y del material para después vaciarse en el sistema de recetas del HMI. Un ejemplo de una receta ya probada en el sistema es el siguiente:

PRENSA:

	ANT	ACT		ANT	ACT
L. Sup. P+A:	1450.0	1400.0	L.SUP.AUTO:	1150.0	1150.0
L. Freno:	1025.0	1025.0	L.ALIMENTA:	1425.0	1300.0
L. Inferior	901.0	900			
Fuerza	80	95	Vel. Baja:	100	100
Mant. Fza.:	200	500	Vel. Sube:	100	100

Figura 4-1 RECETA – Ejemplo de datos de receta para la prensa

ALIMENTADOR:

Carro Mag.	P. Inicial		Avances		Avance (mm)			
	9.0	10.0	2	2	36.5	40.0		

	FUNCION		EJE X (mm)		EJE Y (mm)		VELOC. (%)	
ETAPA 01	Carga Tubo	Carga Tubo	5.00	5.00	390.00	390.00	40	100
ETAPA 02	Sin Función	Sin Función	5.00	5.00	600.00	600.00	40	100
ETAPA 03	Arranque Alim.	Arranque Alim.	200.00	200.00	600.00	600.00	40	100
ETAPA 04	Sin Función	Sin Función	635.00	739.00	480.00	478.00	40	100
ETAPA 05	Extrae Pieza	Extrae Pieza	739.00	739.00	480.00	478.00	40	100
ETAPA 06	Gira Cabezal	Gira Cabezal	739.00	739.00	570.00	570.00	40	100
ETAPA 07	Descarga Tubo	Descarga Tubo	739.00	739.00	464.00	452.00	40	100
ETAPA 08	Sin Función	Sin Función	635.00	500.00	590.00	590.00	40	100
ETAPA 09	Arranque Prensa	Arranque Prensa	230.00	230.00	590.00	590.00	40	100
ETAPA 10	CDM ->>Manip.	CDM ->>Manip.	230.00	230.00	590.00	590.00	40	100
ETAPA 11	Desc. Pieza Atrás	Desc. Pieza Atrás	230.00	230.00	475.00	484.00	40	100
ETAPA 12	Sin Función	Sin Función	230.00	230.00	590.00	590.00	40	100
ETAPA 13	FIN	FIN	5.00	5.00	590.00	590.00	40	100
ETAPA 14								
ETAPA 15								
ETAPA 16								
ETAPA 17								
ETAPA 18								
ETAPA 19								
ETAPA 20								

Figura 4-2 RECETA – Ejemplo de datos de receta para el Alimentador

Al optimizar el sistema de control se detectaron y corrigieron algunos problemas mecánicos, que permitieron aumentar la velocidad del alimentador de la prensa en un 25%.

En ésta prensa antes de instalarse el manipulador, se alimentaba el material de forma manual por el operador, produciendo aproximadamente 24 piezas por minuto, una vez instalado el manipulador la producción aumento a unas 72 piezas por minuto. Con la programación de recetas se optimizo el sistema llegando a producir hasta 90 piezas por minuto. La producción aumentó un 375%. Estos valores son aproximados ya que varían de acuerdo con la altura del producto a producir.

Con esta mejora no solo se aumentó la producción, también se ocupó de una forma más efectiva al operador ya que ahora controla la calidad del producto y vigila que la maquina funcione correctamente y carga los carros magazine con más producto a prensar con tiempo para disminuir al máximo los tiempos muertos de la prensa.

También se ganó en seguridad para el operador, ya que anteriormente él tenía que poner el material manualmente en la prensa con el riesgo de lastimarse al estar en contacto directo con el material y tener las manos dentro de la prensa.

4.2 CONCLUSIONES

El aumento en la producción, el aumento de la calidad del producto y el aumento en la seguridad justifican la inversión hecha en este sistema el cual al probar su eficacia se instaló en tres prensas más.

Al poder manejar el sistema en forma automática también se pudo tener continuidad en el tracking de las piezas producidas, desde el momento de que los tubos de acero son cortados al tamaño del producto a producir, el paso por la prensa, el maquinado y el almacenamiento del producto. Se incrementó la repetitividad en la calidad, reflejándose en la confianza del cliente.

La programación simple del PLC permite que personal de mantenimiento pueda monitorear fácilmente cualquier falla en el sistema.

El desarrollo intuitivo de las pantallas de recetas, permite a los operadores modificar o ingresar recetas nuevas fácil y rápidamente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] HACKWORTH, John R. and HACKWORTH Frederick D. Jr. Programmable Logic Controllers: Programming Methods and Applications Prentice Hall Inc. 2003
- [2] OLIVELLA, Xavier Oliver And ANGELET DE SARACIBAR, Carlos Mecánica de Medios Continuos para Ingenieros Ediciones UPC 2006
- [3] Catalogo Equipos de Control Allen Bradley – 2008
- [4] ControlLogix Controllers: Selection Guide Allen Bradley – 2006
- [5] Logix 5000: Controllers General Instructions Reference Manual Allen Bradley - 2007
- [6] Ultra3000 Digital Servo Drive with DeviceNet Reference Manual Allen Bradley 2002
- [7] Visualization Platforms Selection Guide Allen Bradley - 2006
- [8] RSView Machine Edition Users Guide Rockwell Automation - 2003
- [9] Cimplicity HMI – Monitoring and Control Products GE Fanuc Automation – 2001
- [10] Simatic WinCC Totally Integrated Automation Siemens-Automation

[11] Products for Automation and Drives Interactive Catalog CA 01

www.automation.siemens.com Siemens

[12] Magelis XBT GK Graphic Terminals Solutions for severe environments Schneider-
Electric.us