



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Automatización del registro, la impresión de la tara y del logo para los cilindros de gas producidos por la fábrica INSERMET S.A.

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico

Autor:

Raúl Augusto Orellana Jerves

Director:

Freddy Gonzalo Pesantez Díaz

Cuenca, Ecuador

2013

DEDICATORIA

De manera muy especial se la dedico a Dios por todas las bendiciones recibidas para llegar a cumplir este gran objetivo.

Todo mi esfuerzo y la dedicación entregada para el desarrollo de este proyecto se la dedico a toda mi familia. Empezando por mis padres Raúl Orellana Vásquez y Catalina Jerves Palacios, por brindarme siempre su apoyo durante toda mi vida, a mis hermanos Catalina Orellana Jerves y Juan Andrés Orellana Jerves por apoyarme durante todo este período.

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos van dirigidos a todas las personas que hicieron posible el desarrollo de este proyecto.

A todos los directivos de la empresa INSERMET S.A. Ing. Rumiñahui Loaiza Gerente General, Ing. Carlos Farías Gerente de Producción y al Ing. Carlos Quinde Jefe de Mantenimiento, por la confianza depositada en mis manos y por el apoyo incondicional brindado para la culminación de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Figuras	vii
Índice de Tablas	ix
Índice de Anexos	x
Resumen	xi
Abstract	xii
 Introducción	 1

CAPITULO I: INFORMACIÓN SOBRE LA EMPRESA INSERMET S.A

1.1 Antecedentes de la Empresa	2
1.2 Situación Actual de la Empresa	3

CAPÍTULO II: TEORÍA DEL PLC S7-1200, ACTUADORES Y VÁLVULAS NEUMÁTICAS

2.1. Teoría del PLC S7-1200	9
2.1.1. Introducción al PLC S7-1200	9
2.1.2. Características Técnicas	10
2.1.3. Principios Básicos del PLC S7-1200.....	11
2.1.4. Tareas realizadas en cada ciclo de la CPU	12
2.1.5. Estados Operativos de la CPU	13
2.1.6. Almacenamiento de Datos.....	14
2.1.7. Direccionamiento de Memoria	15
2.1.8. Tipos de Datos	16
2.1.9 Software de Programación STEP 7 Basic.....	18

2.1.9.1. Introducción.....	18
2.1.9.2 Configuración de la CPU	20
2.2. Actuadores Neumáticos	23
2.2.1. Introducción a Sistemas Neumáticos	23
2.2.2. Cilindros Neumáticos	25
2.3. Válvulas Neumática	27
2.3.1 Tipos de Válvulas Neumáticas.....	28
2.3.1.1 Válvulas de Distribución	28
2.3.1.2. Válvula de Bloqueo	32
2.3.1.3. Válvula Anti retorno	33
2.3.1.4. Válvula Simultánea.....	33
2.3.1.5. Válvula Selectiva.....	33
2.3.1.6. Válvula de Escape.....	34
2.3.1.7. Válvula Reguladora de Presión	35

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE BLOQUES QUE CONFORMAN EL PROYECTO Y DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO PARA CONECTAR EN RED UN PLC SIMATIC S7- 1200 CON LABVIEW

3.1. Descripción del Diagrama de Bloques	36
3.2. Procedimiento para la conexión en red.....	38
3.2.1. Programación del Software Step 7 Basic V11	38
3.2.2. Programación del PC Access S7-200.....	41
3.2.3. Configuración del Cliente OPC	47
3.2.3.1. Introducción.....	47
3.2.3.2. Sistemas SCADA	48
3.2.3.3. Pasos para configurar un Cliente OPC en LabVIEW.....	48

CAPITULO IV: IMPLEMENTACIÓN DE LAS PARTES MECÁNICAS CON EL CONTROLADOR LÓGICO SIEMENS, APLICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA AUTOMATIZACIÓN

4.1. Ensamble del Controlador Lógico con las Partes Mecánicas	55
4.2. Aplicación y Descripción del Funcionamiento de la Automatización.....	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFÍA.....	65
ANEXOS	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Tara del cilindro de GLP	2
Figura 1.2. Logo del cilindro de GLP.....	3
Figura 1.3. Cilindro de gas fabricado	3
Figura 1.4. Pruebas de fuga del cilindro de GLP.....	4
Figura 1.5. Pesado del cilindro de GLP.....	5
Figura 1.6. Marcado del valor del peso del cilindro de GLP	6
Figura 1.7. Roseado de pintura en los cilindros de GLP	6
Figura 1.8. Salida de los cilindros de GLP del horno.....	7
Figura 1.9. Plantillas para el pintado de la tara en el cilindro de GLP.....	7
Figura 1.10. Impresión de la tara en el cilindro de GLP	8
Figura 1.11. Impresión de la Tara en el cilindro de GLP	8
Figura 2.1. Controlador lógico Programable S7-1200	9
Figura 2.2. Seleccionar tipo de arranque de la CPU	14
Figura 2.3. Direccionamiento byte.bit en las áreas de memoria	15
Figura 2.4. Vista de portal del Step 7 Basic	18
Figura 2.5. Vista del proyecto del Step 7 Basic.....	19
Figura 2.6. Variables del PLC	20
Figura 2.7. Asignación de una IP a la CPU	21
Figura 2.8. Configuración del hardware de una CPU	22
Figura 2.9. Conexión entre la PC y la CPU.....	23
Figura 2.10. Esquema de un compresor de émbolo.....	24
Figura 2.11. Etapas de transformación de energía en el compresor	25
Figura 2.12. Tipos de Cilindro Neumático Simple Efecto	26
Figura 2.13. Tipos de Cilindro de Doble Efecto.....	26
Figura 2.14. Tipos de Cilindro Giratorio	27
Figura 2.15. Tipos de válvulas Neumáticas.....	27
Figura 2.16. Válvula de Distribución.....	28
Figura 2.17. Representación de la Posición de las Válvulas de Distribución.....	29
Figura 2.18. Representación de las Vías de una Válvula de Distribución.....	29
Figura 2.19. Ejemplos de esquemas de una válvula de Distribución.....	30
Figura 2.20. Esquema de una Válvula 2/2	31
Figura 2.21. Esquema de una válvula 3/2.....	31

Figura 2.22. Esquema de una Válvula 5/2	32
Figura 2.23. Representación de una Válvula Anti retorno	33
Figura 2.24. Representación de una Válvula Simultánea.....	33
Figura 2.25. Representación de una Válvula Selectiva	34
Figura 2.26. Esquema de una Válvula de Escape.....	34
Figura 2.27. Válvula Reguladora de Presión.....	35
Figura 3.1. Diagrama de bloques del proyecto.....	36
Figura 3.2. Creación de un Bloque de Datos (DB1)	39
Figura 3.3. Ejemplos de Variables Creadas en el (DB1)	40
Figura 3.4. Creación de la Tabla de Observaciones	41
Figura 3.5. Crear un nuevo proyecto en el PC Access S7-200	42
Figura 3.6. Parámetros de Configuración para un nuevo PLC	43
Figura 3.7. Parámetros de Configuración de un nuevo Item	44
Figura 3.8. Ejemplos de los Items creados en un Proyecto.....	45
Figura 3.9. Como Guardar un Proyecto	46
Figura 3.10. Añadir los Items al Cliente Prueba	46
Figura 3.11. Inicio del Cliente Prueba	47
Figura 3.12. Creación de un nuevo Proyecto	49
Figura 3.13. Configuración de un I/O Server.....	49
Figura 3.14. Parámetros de Configuración del Cliente OPC	50
Figura 3.15. Creación de las Bound Variables en la nueva librería	51
Figura 3.16. Adición de las Variables Compartidas a la nueva Librería.....	52
Figura 3.17. Creación de las Variables Compartidas	53
Figura 3.18. Muestreo de las Variables Compartidas.....	54
Figura 4.1. Brazos Neumáticos.....	55
Figura 4.2. Celda de Carga.....	56
Figura 4.3. Levantamiento y Sujeción del Cilindro	57
Figura 4.4. Etapa de Impresión de la tara y el logo	58
Figura 4.5. Expulsión del cilindro de la cadena transportadora	59
Figura 4.6. Motor de CC para mover las plantillas	60
Figura 4.7. Cilindro impreso la tara y el logo	61
Figura 4.8. Pantalla de visualización gráfica	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Características de las CPU del PLC S7-1200	10
Tabla 2.2. Módulos de señales (SM) y SignalBoard (SB) del PLC S7-1200.....	11
Tabla 2.3. Características de Memoria de una CPU 1212C.....	12
Tabla 2.4. Espacios de Memoria de la CPU.....	15
Tabla 2.5. Estructura del direccionamiento para las variables del PLC S7-1200.....	16
Tabla 2.6. Tabla de los tipos de datos soportados por la CPU Simatic S71200	17
Tabla 2.7. Tabla de instrucciones de conversión de formato numérico BCD.....	17
Tabla 2.8. Tipos de accionamiento para válvulas de Distribución	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de conexión eléctrica del PLC S7-1200 CC/DC/Relay	67
Anexo 2. Dibujo y descripción de las partes mecánicas, que forman la máquina de pintura	68
Anexo 3. Imagen física de la máquina de pintura.....	70
Anexo 4. Tabla de descripción de las entradas y salidas del PLC S7-1200	72
Anexo 5. Diagrama eléctrico del tablero de control de la máquina de pintura	73
Anexo 6. Circuito de fuerza del motor trifásico que mueve la cadena	74
Anexo 7. Diagrama eléctrico de la conexión de los relés para el funcionamiento del motor de CC para seleccionar la tara.....	75
Anexo 8. Esquema de conexión neumático	76
Anexo 9. Diagrama de flujo para la programación del PLC S7-1200 en el software STEP 7 Basic	77
Anexo 10. Imagen y descripción de la pantalla gráfica, para la visualización de las variables del proceso en el panel frontal del Software de LabVIEW	78
Anexo 11. Imagen y descripción del tablero de conexiones eléctricas de la máquina de pintura	79
Anexo 12. Imagen de la PCB del circuito electrónico, para el acondicionamiento de la celda de carga	80

Revisado
07/02/13

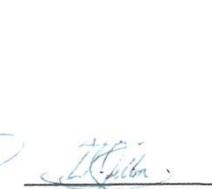
TEMA:

Automatización del registro, la impresión de la tara y del logo para los cilindros de gas producidos por la fábrica INSERMET S.A.

RESUMEN

El diseño y la construcción mecánica de la máquina de pintura, se desarrollaron en el taller de mantenimiento de la fábrica INSERMET S.A. La estructura para su funcionamiento automático se basa en un controlador lógico programable PLC S7-1200, un tablero eléctrico de control y un tablero neumático para el accionamiento de los pistones que forman parte de la automatización. Se conectará en red al PLC a través del PC Access S7-200 de SIEMENS para visualizar el proceso en una pantalla gráfica, programada en el software de LabVIEW 2011, por medio del cual se almacenarán los datos de producción diaria directamente en el computador del gerente de planta, en hojas electrónicas de Excel.

Palabras claves: máquina de pintura, PLC S7-1200, tablero neumático, pistones, PC Access S7-200, LabVIEW 2011, hojas electrónicas, Excel.

		
Director de Escuela	Director de Tesis	Autor de la Tesis
Ing. Francisco Vásquez	Ing. Freddy Pesantez	Raúl Orellana J.

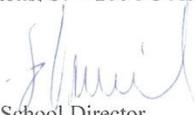
Handwritten signature and date: Orellana 2006/13

ABSTRACT

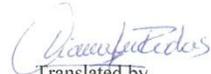
AUTOMATON OF THE REGISTER, THE IMPRINT TARA SYSTEM AND THE LOGO FOR GAS CYLINDERS PRODUCED BY INSERMET S.A. FACTORY

The design and mechanical construction of the painting machine was developed in the maintenance workshop of INSERMET S.A. factory. The structure for its automatic operation is based on S7 – 1200 PLC programmable logic controller, an electronic control board, and a pneumatic control panel for the adjustment of the pistons that are part of the automaton process. We will connect the PLC to the network through Simatic S7 – 200 PC Access in order to visualize the process on a graphic screen that is programmed on LabVIEW 2011 software. The software will store the daily production data directly into the manager’s computer in Excel spreadsheets.

Key Words: painting machine, S7 – 1200 PLC, pneumatic control panel, pistons, S7 – 200 PC Access, LabVIEW 2011, spreadsheets, Excel.

		
School Director	Thesis Director	Author
Ing. Francisco Vásquez	Ing. Freddy Pesántez	Raúl Orellana




Translated by,
Diana Lee Rodas

Orellana Jerves, Raúl Augusto
Trabajo de Graduación
Ing. Freddy Gonzalo Pesantez Díaz
Marzo, 2013

Automatización del registro, la impresión de la tara y del logo para los cilindros de gas producidos por la fábrica INSERMET S.A.

INTRODUCCIÓN

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

La Parte Operativa.- es aquella que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que permiten realizar movimientos para generar una operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores como motores, cilindros neumáticos o hidráulicos, compresores y los captadores como fotodiodos, celdas de carga o cualquier otro tipo de sensor.

La Parte de Mando.- está formada por un controlador lógico programable (tecnología programada). En un sistema de fabricación automatizado el controlador lógico es el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes del sistema automatizado.

Para el desarrollo del presente proyecto, en la parte operativa se manejarán motores de CA, CC, actuadores neumáticos, sensores ópticos y de peso. La parte de mando será controlada por un PLC Siemens S7- 1200 con una CPU 1214 AC/DC/Relay.

CAPÍTULO I

INFORMACIÓN SOBRE LA EMPRESA INSERMET S.A.

1.1 Antecedentes de la Empresa

El nombre de la empresa es INSERMET S.A., se encuentra establecida desde el año 2003, se encuentra ubicada en la ciudad de Cuenca-Ecuador, en el sector del Parque Industrial en las calles Juan Eljóri Chica y Cornelio Vintimilla. La finalidad de esta empresa es realizar la construcción y mantenimiento de cilindros de gas licuado de petróleo (GLP) para uso doméstico. Comenzando desde la adquisición de la materia prima, a la cual después de realizarla distintos procesos como: corte, moldeada, acoplamiento de piezas, soldadura, pruebas de calidad y el pintado del mismo se puede obtener un producto final confiable y de alto rendimiento.

Para poder enviar el cilindro de gas a la embazadora, este debe cumplir ciertas normas, como tener impreso el valor de la tara, que es el valor del peso del cilindro vacío en la parte frontal, para que pueda ser llenado con la capacidad adecuada que este soporte, como se puede observar en la figura 1.1.



Figura 1.1. Tara del cilindro de GLP.

En la parte de atrás del cilindro se debe imprimir el logo de la empresa que realiza el embasado del gas licuado de petróleo, en este caso el llenado de los cilindros realiza la embasadora Loja Gas por lo que el logo se denomina con las letras LG, como se muestra en la figura 1.2.



Figura 1.2. Logo del cilindro de GLP.

1.2 Situación Actual de la Empresa



Figura 1.3. Cilindro de gas fabricado.

Una vez construido el cilindro como se muestra en la figura 1.3, éste pasa al horno de alivio de tensiones, luego se realizan las respectivas pruebas de fuga para detectar cualquier tipo de falla en el mismo y así garantizar que el cilindro tendrá un alto rendimiento para su uso domestico. La figura 1.4 muestra como se realiza el proceso de prueba.



Figura 1.4. Pruebas de fuga del cilindro de GLP.

Se ingresa agua en el cilindro a una presión de 500 psi, los cuales son controlados por un sensor de presión digital para todos los cilindros, la revisión es de dos tipos, la primera es visual, si el operario detecta alguna fuga de agua en el cilindro éste es separado y la segunda revisión que es la más precisa, es a través del mismo sensor, una vez que se deja de ingresar agua si la presión baja en el sensor es porque se tiene una fuga en el cilindro y también se procede a separarlo.

Las pruebas de fuga que se realizan son:

- Fugas en cordón porta válvula.
- Fugas en cordón de cuerpo.
- Fuga en cordón de asa.
- Fuga en cordón de base.
- Fuga en chapa.

Una vez finalizada esta prueba, los cilindros pasan a la máquina de granallado, la cual proyecta pequeñas partículas de acero sobre el cilindro a una alta velocidad para eliminar la escoria y para darle una mejor consistencia superficial al cilindro. Al salir de esta máquina los cilindros son pesados en una balanza como se ve en la figura 1.5



Figura 1.5. Pesado del cilindro de GLP.

Cuando se obtiene el valor del peso, este es graneteado en la parte superior del cilindro sobre la asa a un costado de la misma, como se muestra en la figura 1.6, este valor es anotado en las hojas de los registros de producción y luego se procede a acumular los cilindros en la parte posterior de la nave.



Figura 1.6. Marcado del valor del peso del cilindro de GLP.

El siguiente paso es colocar el cilindro de gas sobre la cadena transportadora que se mueve a una velocidad de 2 m/min, esta cadena se dirige hacia la cámara de pintado, en donde con la ayuda de actuadores lineales y una válvula de pintura se rocía al cilindro, haciéndolo girar 180 grados para lograr un rociado completo, este giro se realiza con una catalina que se encuentra en el soporte que sujeta al cilindro y una cremallera que se encuentra dentro de la cámara de pintado. Este proceso se muestra en la figura 1.7.



Figura 1.7. Rociado de pintura en los cilindros de GLP.

Al salir de esta etapa los cilindros pasan al horno, el cual se calienta hasta una temperatura de 225 grados centígrados, inicialmente reciben el calor directo por paneles infrarrojos y en la mitad del horno reciben el calor por convección para garantizar que la pintura se adhiera correctamente sobre el cilindro.



Figura 1.8. Salida de los cilindros de GLP del horno.

Una vez que los cilindros salen del horno como se observa en la figura 1.8, el último paso a seguir es realizar el pintado de la tara y el logo que se lo realiza de forma manual. Una persona se encarga de leer el valor de la tara establecido en la asa del cilindro (soporte superior) y de buscar el valor en las plantillas que se encuentran en una bandeja redonda, mostrada en la figura 1.9.



Figura 1.9. Plantillas para el pintado de la tara en el cilindro de GLP

Se selecciona la plantilla del peso y se la coloca en la parte superior del cilindro al lado de la válvula y con una cafetera se la rocía de pintura. De esta forma se imprime el valor de la tara en el cilindro. Todo este procedimiento se puede apreciar a continuación en la figura 1.10.



Figura 1.10. Impresión de la tara en el cilindro de GLP.

Para realizar la impresión del logo de la empresa embazadora, se requiere de una segunda persona, la cual apeg a una plantilla a la parte de atrás del cilindro como se muestra en la figura 1.11, y luego con ayuda de una cafetera se la rocía de pintura para que quede marcado las iniciales LG, que en este caso es el logo de la empresa de Loja Gas.



Figura 1.11. Impresión de la Tara en el cilindro de GLP.

CAPÍTULO II

TEORÍA DEL PLC S7-1200, ACTUADORES Y VÁLVULAS NEUMÁTICAS.

2.1. Teoría del PLC S7-1200.

2.1.1. Introducción al PLC S7-1200.



Figura 2.1. Controlador lógico Programable S7-1200

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

En la figura 2.1, se puede observar, el controlador lógico programable PLC S7-1200, el cual tiene un diseño compacto y ofrece un amplio juego de instrucciones, debido a su configuración flexible y su capacidad de poder controlar una gran variedad de dispositivos, es apto para realizar distintas tareas de automatización.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida de alta velocidad dentro de su carcasa. Una vez cargado el programa en la CPU, esta vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. Posee funciones de seguridad, toda CPU ofrece protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones y utilizando la "protección de know-how" se puede ocultar el código de un bloque específico.

Además la CPU incorpora un puerto PROFINET que soporta las normas ETHERNET y de comunicación TCP/IP. El software de programación para el PLC S7-1200 es el STEP 7 Basic, el cual ofrece una interfaz grafica y editores intuitivos para una programación rápida y eficiente, también se pueden configurar pantallas HMI ya que tiene la interacción con este controlador. Ofrece dos lenguajes de programación el KOP y el FUP.

2.1.2. Características Técnicas

El controlador programable PLC S7-1200 presenta distintos modelos de CPU, que ofrecen características técnicas variadas y distintas prestaciones, que permiten dar soluciones efectivas a numerosas aplicaciones. En la tabla 2.1, podemos observar los distintos tipos de CPU de PLC S7-1200 que existen en el mercado.

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario			
• Memoria de trabajo	• 25 KB		• 50 KB
• Memoria de carga	• 1 MB		• 2 MB
• Memoria remanente	• 2 KB		• 2 KB
E/S integradas locales			
• Digitales	• 6 entradas/4 salidas	• 8 entradas/6 salidas	• 14 entradas/10 salidas
• Analógicas	• 2 entradas	• 2 entradas	• 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos	3	4	6
• Fase simple	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz	• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
• Fase en cuadratura	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

Tabla 2.1. Características de las CPU del PLC S7-1200.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

En la tabla 2.2 se puede observar la gran variedad de módulos de señales y (Signal Boards) adicionales que presenta el PLC S7-1200 para ampliar las prestaciones de la CPU, para así poder obtener un mayor número de entradas digitales o analógicas y también un mayor número de salidas. Además se pueden instalar módulos de comunicación adicionales para soportar otros protocolos de comunicación.

Módulo		Sólo entradas	Sólo salidas	Entradas y salidas
Módulo de señales (SM)	Digital	8 entradas DC	8 salidas DC 8 salidas de relé	8 entradas DC/8 salidas DC 8 entradas DC/8 salidas de relé
		16 entradas DC	16 salidas DC 16 salidas de relé	16 entradas DC/16 salidas DC 16 entradas DC/16 salidas de relé
	Analógico	4 entradas analógicas 8 entradas analógicas	2 salidas analógicas 4 salidas analógicas	4 entradas analógicas/2 salidas analógicas
Signal Board (SB)	Digital	-	-	2 entradas DC/2 salidas DC
	Analógico	-	1 salida analógica	-
Módulo de comunicación (CM)				
<ul style="list-style-type: none"> • RS485 • RS232 				

Tabla 2.2. Módulos de señales (SM) y SignalBoard (SB) del PLC S7-1200

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

2.1.3. Principios Básicos del PLC S7-1200

Ejecución del programa de usuario.

Los distintos tipos de bloques lógicos que soporta la CPU son los siguientes:

- **Bloques de Organización (OBs):** definen la estructura del programa, y tienen reacciones y eventos de arranque predefinidos. También es posible crear OBs con eventos de arranque personalizados.
- **Funciones (FCs) y Bloques de función (FBs):** Estos contienen el código de programa, que corresponden a las tareas específicas o combinaciones de parámetros.

Cada FC o FB provee parámetros de entrada y salida para compartir datos con el bloque invocante.

- **Bloques de Datos (DBs):** Estos almacenan datos los cuales pueden ser utilizados por los bloques del programa. Los (FC) no están asociados con los (DBs), mientras que los (FBs) se encuentran directamente asociados, utilizándolos para transferir parámetros como también para almacenar valores y resultados.

Para realizar la ejecución del programa de usuario, se comienza con uno o varios bloques de organización (OBs) de arranque los cuales se ejecutan una vez al cambiar a estado operativo RUN, seguidos de uno o varios OBs de ciclo que se ejecutan cíclicamente. La memoria de las distintas CPU del PLC S7-1200 mostradas en la tabla 2.1, son las que limitan el tamaño del programa de usuario, los datos y la configuración de carga disponible. En la tabla 2.3, se muestra las características de memoria de una CPU 1212C.

Función	CPU 1212C
• Memoria de trabajo	• 25 KB
• Memoria de carga	• 1 MB
• Memoria remanente	• 2 KB
• Memoria imagen de proceso (entradas)	• 1024 bytes
• Memoria imagen de proceso (salidas)	• 1024 bytes
• Área de marcas (M)	• 4096 bytes

Tabla 2.3. Características de Memoria de una CPU 1212C.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

En la CPU del Simatic S7-1200, se puede adicionar una memory card Simatic, la cual proporciona una memoria alternativa para almacenar el programa de usuario, así como un medio para transferir el programa. Si se utiliza una memory card, la CPU ejecutará el programa desde allí y no desde la memoria de la CPU.

2.1.4. Tareas Realizadas en cada Ciclo de la CPU

En cada ciclo que realiza la CPU del PLC S7-1200, se escribe en las salidas, se leen las entradas, se ejecutan las instrucciones del programa de usuario y se realiza el mantenimiento del sistema o procesamiento en segundo plano. Predeterminadamente,

todas las entradas/salidas digitales y analógicas se actualizan de forma síncrona con el ciclo, utilizando un área de memoria interna, conocida también como memoria imagen. Esta memoria contiene una información instantánea de las entradas y salidas físicas de la CPU, de la Signal Board y de los módulos de señales. La CPU ejecuta las siguientes tareas:

- La CPU escribe las salidas desde la memoria imagen de proceso de las salidas, en las salidas físicas y lee las entradas físicas inmediatamente antes de ejecutar el programa de usuario, almacenando los valores de entrada en la memoria imagen de proceso de las entradas. De esta forma se garantiza que estos valores sean coherentes durante la ejecución de las instrucciones programadas.
- La CPU también ejecuta la lógica de las instrucciones programadas y actualiza los valores de salida en la memoria imagen de proceso de las salidas, en vez de escribirlos en las salidas físicas reales.

Este proceso ofrece una lógica al ejecutar las instrucciones programadas durante un ciclo determinado y evita la fluctuación de las salidas físicas cuyo estado puede cambiar varias veces en la memoria imagen de proceso de las salidas.

2.1.5. Estados Operativos de la CPU.

Se tienen tres estados operativos en la CPU, STOP, ARRANQUE y RUN. Para saber el estado actual se deben observar los leds que están en frente de la CPU. A continuación se describirá cada estado operativo de la CPU.

- Cuando la CPU se encuentra en estado operativo STOP, no se ejecuta el programa. Entonces es posible cargar un proyecto en la CPU.
- Cuando la CPU se encuentra en el estado operativo de ARRANQUE, los OBs de este tipo se ejecutan una vez. Los eventos de alarma no se procesan durante esta fase del estado operativo RUN.
- Cuando la CPU se encuentra en estado operativo RUN el ciclo se ejecuta repetidamente. Los eventos de alarma pueden ocurrir y procesarse en cualquier fase

del ciclo del programa. En este estado operativo no es posible cargar proyectos en la CPU.

Para seleccionar el tipo y método de arranque de la CPU se debe realizar por el software de programación. En la figura 2.2, se muestra como realizar este paso. Se selecciona "Configuración de dispositivos" de la CPU y en "Arranque", seleccionamos la opción requerida por el usuario.

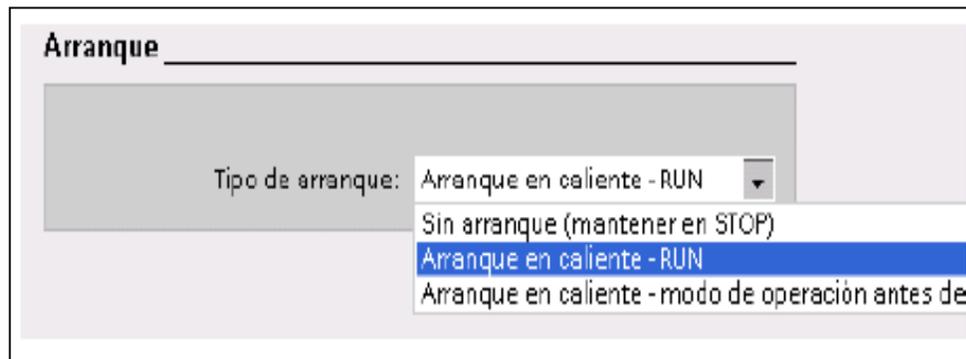


Figura 2.2. Seleccionar tipo de arranque de la CPU.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

2.1.6. Almacenamiento de Datos

En la CPU encontramos varias opciones para almacenar datos durante la ejecución del programa, a continuación se describen cada una de ellas:

- **Memoria global:** Ofrece distintas áreas de memoria en la CPU, en las que se incluyen las entradas (I), salidas (Q) y marcas (M). A esta memoria pueden acceder todos los bloques lógicos sin ninguna restricción.
- **Bloque de datos (DB):** Se puede incluir DBs en el programa de usuario para almacenar los datos de los bloques lógicos.

Existen dos tipos, el DB "global" que almacena datos los cuales pueden ser utilizados por todos los bloques lógicos. Y el DB de "instancia" que almacena datos para un bloque de función (FB) específico y está estructurado según los parámetros del FB.

- **Memoria temporal:** Siempre que se llama un bloque lógico, la CPU con su sistema operativo asigna la memoria temporal o local (L) que debe utilizarse durante la ejecución del bloque. Cuando finaliza la ejecución del bloque lógico, la CPU reasigna la memoria local para la ejecución los mismos.

En la tabla 2.4 se muestra los espacios de memoria de la CPU del PLC S7-1200.

Área de memoria	Descripción	Forzado permanente	Remanente
I Memoria imagen de proceso de las entradas I_:P ¹ (entrada física)	Se copia de las entradas físicas al inicio del ciclo	No	No
	Lectura inmediata de las entradas físicas de la CPU, SB y SM	Sí	No
Q Memoria imagen de proceso de las salidas Q_:P ¹ (salida física)	Se copia en las salidas físicas al inicio del ciclo	No	No
	Escritura inmediata en las salidas físicas de la CPU, SB y SM	Sí	No
M Área de marcas	Control y memoria de datos	No	Sí (opcional)
L Memoria temporal	Datos locales temporales de un bloque	No	No
DB Bloque de datos	Memoria de datos y de parámetros de FBs	No	Sí (opcional)

Tabla 2.4. Espacios de Memoria de la CPU.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

2.1.7. Direccionamiento de Memoria

Cada posición de memoria diferente tiene una dirección unívoca. La figura 2.3, muestra cómo acceder a un bit (lo que también se conoce como direccionamiento "byte.bit"). En este ejemplo, el área de memoria y la dirección del byte (I = entrada y 3 = byte 3) van seguidas de un punto (".") que separa la dirección del bit (bit 4).

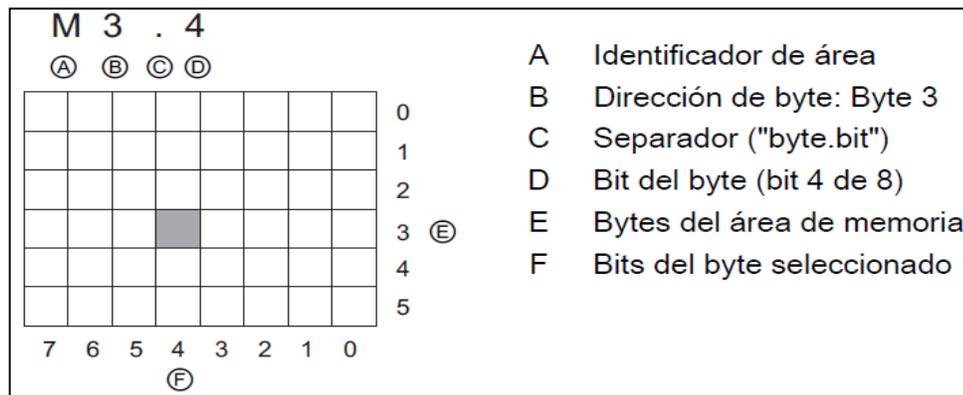


Figura 2.3. Direccionamiento byte.bit en las áreas de memoria.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

A los datos de la mayoría de las áreas de memoria (I, Q, M, DB y L) se pueden acceder como bytes, palabras o palabras dobles utilizando el formato "dirección de byte". En el PLC S7-1200 para acceder a un byte, una palabra o una palabra doble de datos en la memoria, la dirección debe especificarse de forma similar a la dirección de un bit. En la tabla 2.5 se muestra la estructura del direccionamiento de las variables.

Bit	M[dirección de byte].[dirección de bit]	M26.7
Byte, palabra o palabra doble	M[tamaño][dirección de byte inicial]	MB20, MW30, MD50
Bit	DB[número de bloque de datos].DBX[dirección de byte].[dirección de bit]	DB1.DBX2.3
Byte, palabra o palabra doble	DB[número de bloque de datos].DB [tamaño][dirección de byte inicial]	DB1.DBB4, DB10.DBW2, DB20.DBD8

Tabla 2.5. Estructura del direccionamiento para las variables del PLC S7-1200.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

2.1.8. Tipo de Datos

Los distintos tipos de datos ayudan a determinar el tamaño de un elemento y a saber cómo interpretar los datos, todo parámetro de instrucción soporta como mínimo un tipo de dato.

Existen dos tipos de parámetros que se deben tener en cuenta:

- **Parámetro formal:** es el identificador en una instrucción que indica la ubicación de los datos que deben utilizarse.
- **Parámetro actual:** es la posición de memoria o constante que contiene los datos que debe utilizar la instrucción. El tipo de datos del parámetro actual definido por el usuario debe concordar con uno de los tipos de datos que soporta el parámetro formal especificado por la instrucción.

En la tabla 2.6, se puede observar los tipos de datos simples que soporta la CPU. Al definir un parámetro actual es preciso indicar una variable (símbolo) o una dirección absoluta, que no tenga una variable asociada, y utilizar un tamaño apropiado que coincida con el tipo de datos soportado.

Tipo de datos	Tamaño (bits)	Rango	Ejemplos de entrada de constantes
Bool	1	0 a 1	TRUE, FALSE, 0, 1
Byte	8	16#00 a 16#FF	16#12, 16#AB
Word	16	16#0000 a 16#FFFF	16#ABCD, 16#0001
DWord	32	16#00000000 a 16#FFFFFFFF	16#02468ACE
Char	8	16#00 a 16#FF	'A', 't', '@'
Sint	8	128 a 127	123, -123
Int	16	32.768 a 32,767	123, -123
Dint	32	-2.147.483.648 a 2.147.483.647	123, -123
USint	8	0 a 255	123
UInt	16	0 a 65.535	123
UDInt	32	0 a 4.294.967.295	123
Real	32	+/-1,18 x 10 ⁻³⁸ a +/-3,40 x 10 ³⁸	123,456, -3,4, -1,2E+12, 3,4E-3
LReal	64	+/-2,23 x 10 ⁻³⁰⁸ a +/-1,79 x 10 ³⁰⁸	12345.123456789 -1,2E+40
Time	32	T#-24d_20h_31m_23s_648ms to T#24d_20h_31m_23s_647ms Almacenado como: -2,147,483,648 ms to +2,147,483,647 ms	T#5m_30s 5#-2d T#1d_2h_15m_30x_45ms
String	Variable	0 a 254 caracteres en tamaño de byte	'ABC'
DTL ¹	12 bytes	Mínima: DTL#1970-01-01-00:00:00.0 Máxima: DTL#2554-12-31-23:59:59.999 999 999	DTL#2008-12-16-20:30:20.250

Tabla 2.6.Tabla de los tipos de datos simples, soportados por la CPU Simatic S71200.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

También se tiene las instrucciones para la conversión de datos, estas instrucciones se pueden observar en la tabla 2.7, y soportan el siguiente formato numérico BCD.

Formato	Tamaño (bits)	Rango numérico	Ejemplos
BCD16	16	-999 a 999	123, -123
BCD32	32	-9999999 a 9999999	1234567, -1234567

Tabla 2.7.Tabla de instrucciones de conversión de formato numérico BCD.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

2.1.9 Software de Programación Step 7 Basic V11

2.1.9.1. Introducción

El software Step 7 Basic es exclusivo para la programación del Simatic S7-1200 en todas sus variedades de CPU. También ayuda a la programación de pantallas HMI para la visualización de variables dentro del proyecto. El Step 7 Basic se conforma por dos pantallas principales muy didácticas para su fácil configuración a las cuales se las conoce como:

- a) **Vista del portal:** está orientada, a diferentes tareas y organizados según las funciones de las herramientas. En la figura 2.4 están enumeradas las diferentes tareas que se que se tiene en la vista de portal, y se describe cada una de ellas.

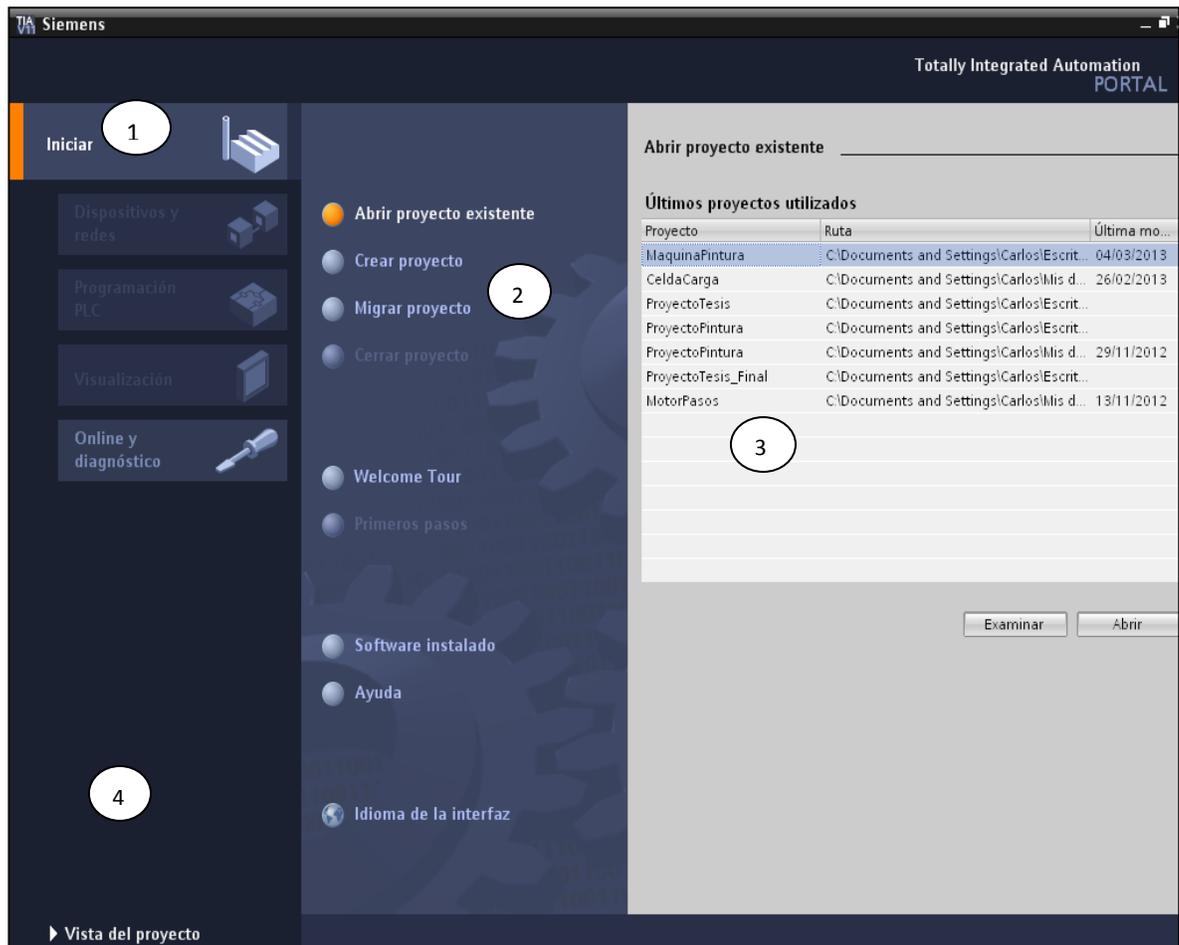


Figura 2.4. Vista de portal del Step 7 Basic.

- 1) Portales para las diferentes tareas.
- 2) Tareas del portal seleccionado.
- 3) Panel de selección para la acción.
- 4) Cambia a la vista del proyecto.

b) Vista del proyecto: está orientada a los elementos del proyecto, proporciona una vista funcional de las tareas y organiza las herramientas de acuerdo con la tarea que se va a realizar, en la figura 2.5 se enumera las partes principales de la vista de proyecto.

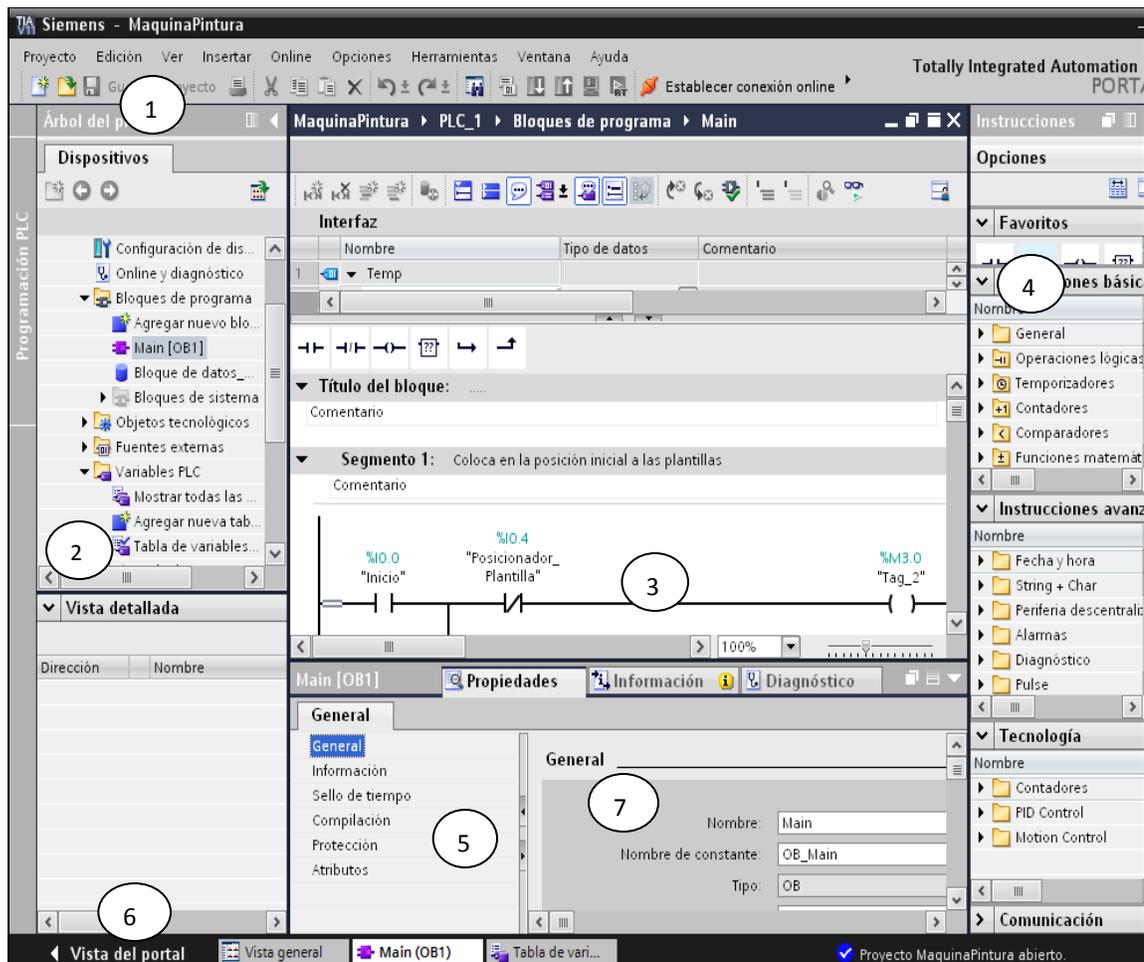


Figura 2.5. Vista del proyecto del Step 7 Basic.

- 1) Menús y barra de herramientas.
- 2) Árbol del proyecto.
- 3) Área de trabajo.
- 4) Instrucciones.
- 5) Ventana de inspección.
- 6) Cambia a la vista del portal.
- 7) Barra del editor.

2.1.9.2 Configuración de la CPU

Para utilizar cualquier tipo de contacto o función, primero se la debe seleccionar en el área de instrucciones y arrastrarla hasta el área de trabajo. Todas las variables generadas se guardan automáticamente en una tabla como se muestra en la figura 2.6.

Tabla de variables estándar						
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visible..	Accesi..
1	System_Byte	Byte	%MB1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	FirstScan	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	DiagStatusUpdate	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Always TRUE	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Always FALSE	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Tag_1	Bool	%IO.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Brazos	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Tag_3	Bool	%IO.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Tag_4	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Tag_5	Bool	%M2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Celda Carga	Word	%IW64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Tag_7	Int	%IW12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Tag_8	Time	%ID16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Tag_9	Real	%ID20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Tag_10	Real	%ID24	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	Tag_11	Real	%ID28	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 2.6. Variables del PLC.

Cuando se termina de realizar el programa se debe guardar y compilar, para ver que no se tenga ningún tipo de error, caso contrario se lo debe corregir. Luego de compilar el proyecto, el siguiente paso es cargar el programa de usuario en la CPU, para esto es necesario configurar una CPU en la configuración de dispositivos del proyecto.

Para asignarle una dirección IP a la CPU se debe dar un clic en la imagen de la misma, donde está el puerto PROFINET y automáticamente se abre la ventana donde se le asigna una dirección IP. La CPU viene con una IP asignada de fábrica 192.168.0.1 y con máscara de subred 255.255.255.0 con la cual se puede trabajar directamente. En la figura 2.7 se muestra como realizar esta asignación de IP a la CPU.

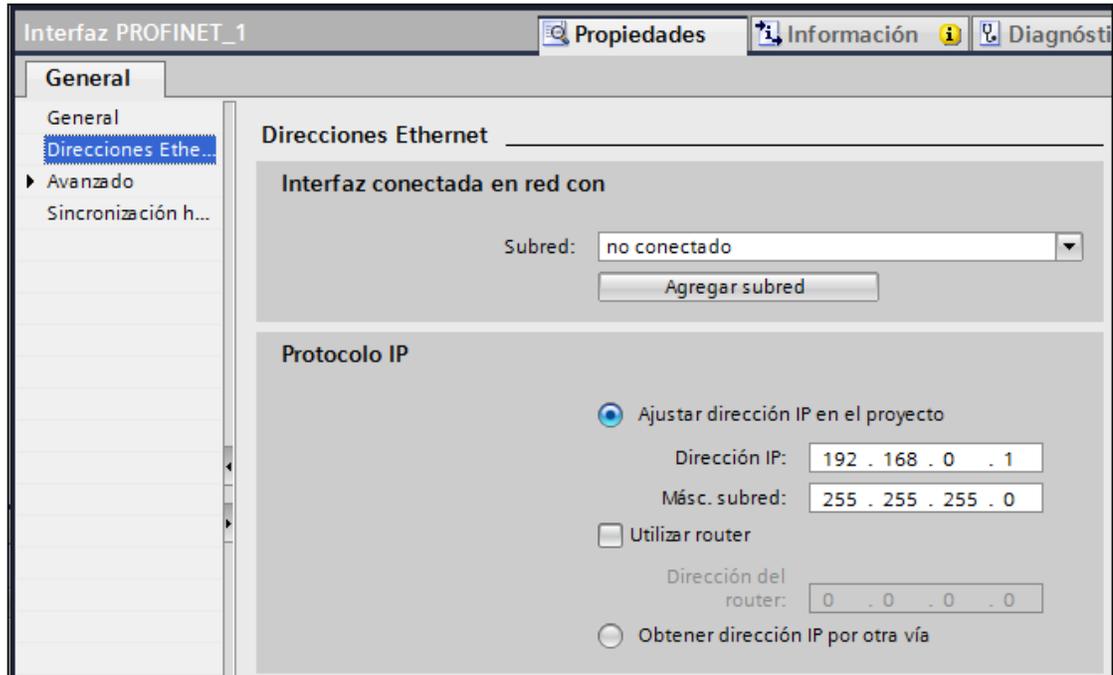


Figura 2.7. Asignación de una IP a la CPU.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

En la PC también se debe configurar una conexión de área local con una IP fija y con la misma máscara de subred. Luego en el editor de configuración de dispositivos, se selecciona la opción de detección del dispositivo conectado, como se muestra en la figura 2.8, y automáticamente se carga el tipo de CPU que se va a programar.

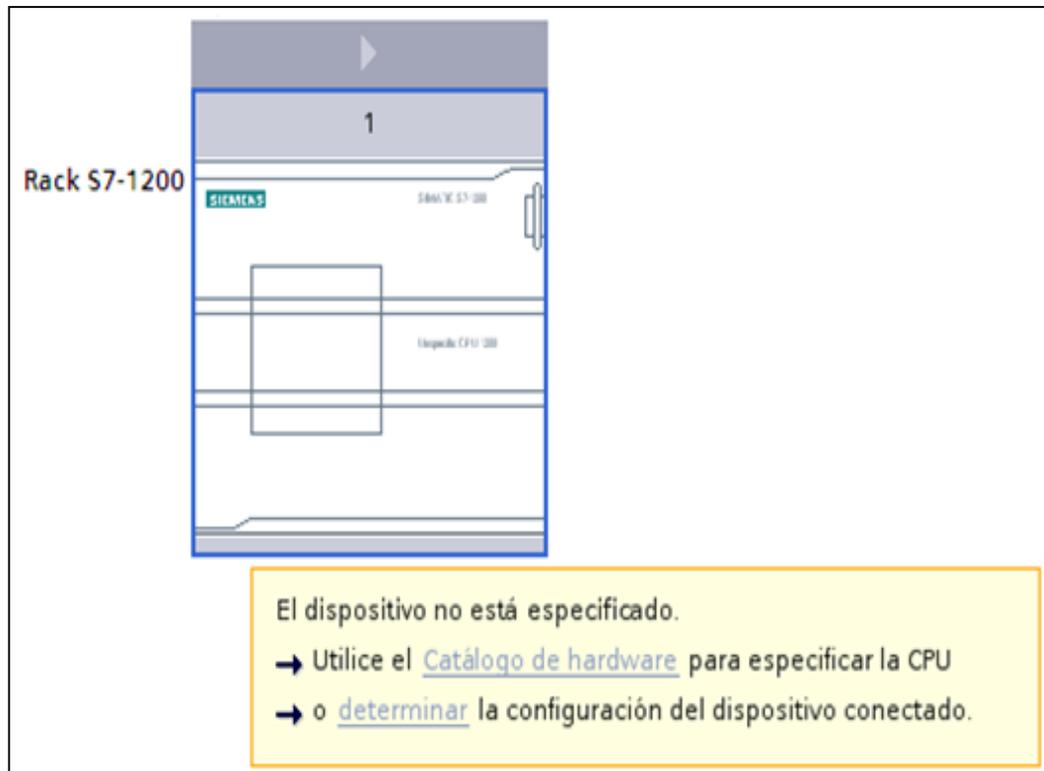


Figura 2.8. Configuración del hardware de una CPU.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

Después de seleccionar la CPU en el cuadro de diálogo online, STEP 7 Basic, se carga la configuración hardware de la CPU, incluyendo todos los módulos (SM, SB o CM). La figura 2.9 muestra la imagen de la conexión entre la PC y una CPU. En el tipo de interfaz PG/PC se debe seleccionar la opción PN/IE y en el interfaz PG/PC se debe seleccionar el adaptador de red de la PC.

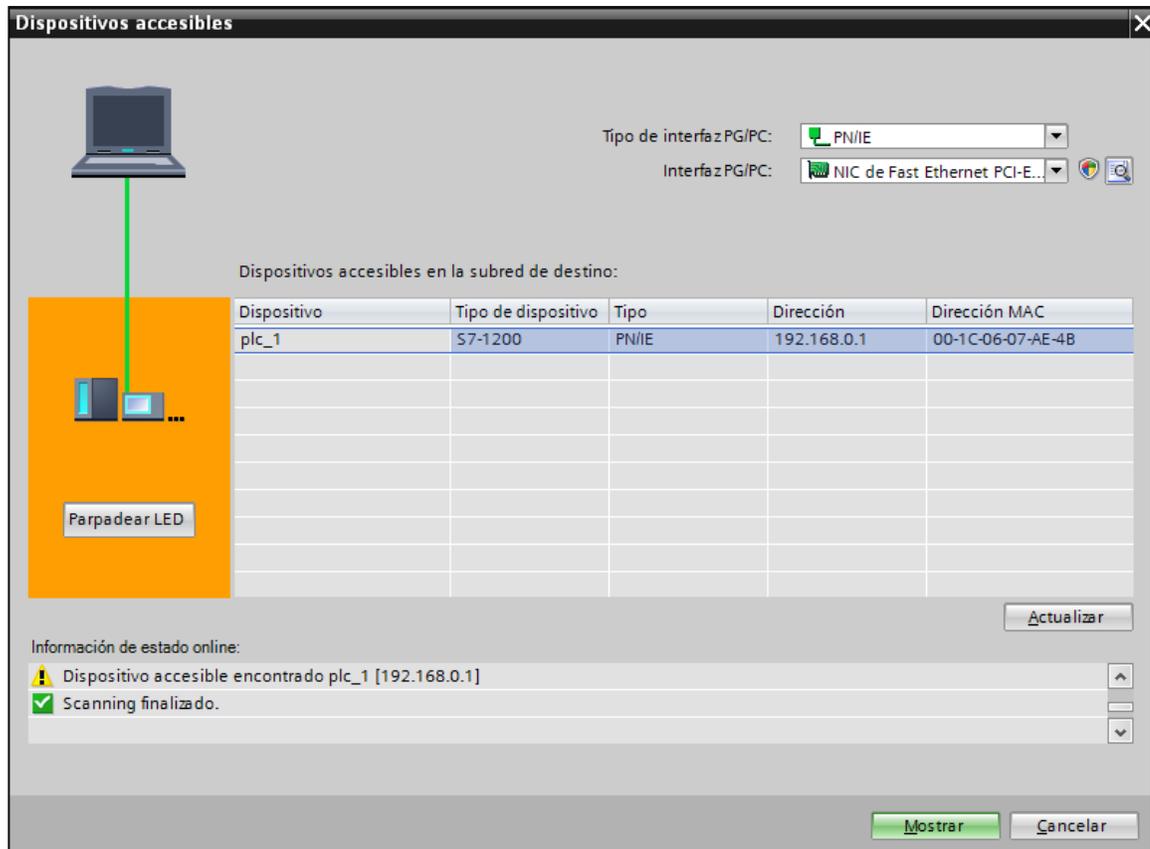


Figura 2.9. Conexión entre la PC y la CPU.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

Al seleccionar la opción cargar, aparece la imagen de la CPU con su respectivo modelo y características de entradas y salidas. Una vez finalizado todos estos pasos, se puede proceder a cargar el programa de usuario en la CPU. También se pueden controlar los estados del PLC ya sea ponerlo en STOP o en PLAY, según sea el requerimiento.

2.2. Actuadores Neumáticos

2.2.1. Introducción a Sistemas Neumáticos

La energía neumática que emplea el aire comprimido como fuente de potencia, posee propiedades excelentes propias del elemento base, entre las cuales se destacan:

- El aire es abundante y barato.
- Se transporta y se puede almacenar fácilmente.
- Es limpio, por lo tanto no es contaminante y no presenta un peligro ante la combustión o cambios de temperatura.

Al ser un fluido comprimible presenta también algunas desventajas, una de ellas puede ser movimientos no uniformes de los pistones cuando se realizan movimientos lentos con una carga aplicada. El aire tiene una composición gaseosa formada por un 75% de nitrógeno (Ni), 23% de oxígeno (O), 1% de argón y 1% de gases como anhídrido carbónico xenón, helio y neón. Esta mezcla gaseosa se encuentra en grandes cantidades en la naturaleza por lo cual antes de ser distribuida por la red industrial se necesita pasarla por un tratamiento en un sistema compresor.

La generación de aire comprimido se realiza captando aire del exterior y almacenándolo en un medio hermético, reduciendo su volumen hasta alcanzar la presión deseada, para aplicaciones industriales se requieren presiones entre 6 y 7 **bar**, el compresor más común es el de émbolo, su funcionamiento se muestra en la figura 2.10.

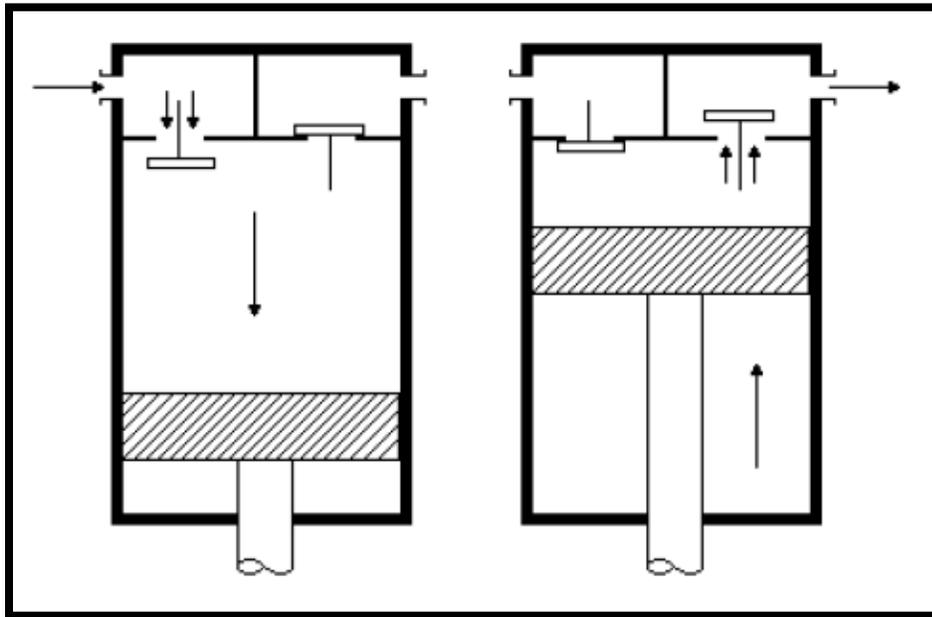


Figura 2.10. Esquema de un compresor de émbolo.

Fuente. <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT2/UNI3300.pdf>

Debido a que la generación de aire comprimido genera una gran cantidad de calor se deben acoplar las diferentes etapas en serie para lograr refrigerar las etapas intermedias. Para este proceso se tienen diferentes transformaciones de energía, primero hay una etapa de transformación de eléctrica en mecánica, cuando por medio de un motor eléctrico, se hace girar el eje del compresor, luego existe una transformación de mecánica en fluidica, cuando el giro mecánico del compresor produce una absorción y almacenamiento del aire, y por último una mecánica, cuando utilizamos el aire comprimido en el actuador, estas etapas podemos observar en la figura 2.11.

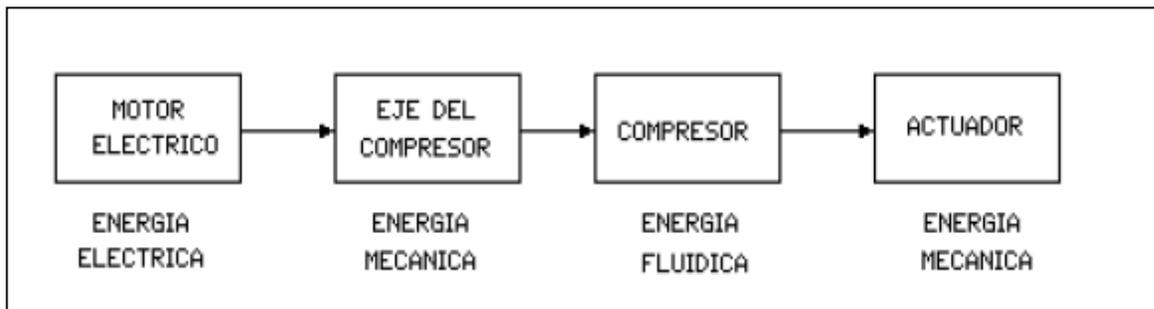


Figura 2.11. Etapas de transformación de energía en el compresor.

Fuente.<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT2/UNI3300.pdf>

Para un buen funcionamiento de una instalación de aire comprimido se debe prepararlo y purificarlo con el objetivo de eliminar residuos de aceite y humedad. Con los elementos neumáticos se alcanzan velocidades de trabajo muy altas, pero su regulación no es constante debido a la compresión del aire. La fuerza de los actuadores neumáticos es muy alta pero menor a la de los hidráulicos, sin embargo su aplicación es amplia en campos donde se requieran movimientos rápidos y potentes.

2.2.2. Cilindros Neumáticos

Para transformar la energía fluidica en energía mecánica se requieren distintos tipos de acondicionamiento estos pueden ser:

- De rotación.
- De translación o cilindros.

Cilindro de Simple Efecto: A estos cilindros se les ingresa aire comprimido por una sola entrada. Se mueven en una dirección (generalmente hacia fuera), y un resorte o muelle lo regresa a su posición original cuando el aire es expulsado de la cámara. En la figura 2.12, podemos observar diferentes tipos de estos cilindros.

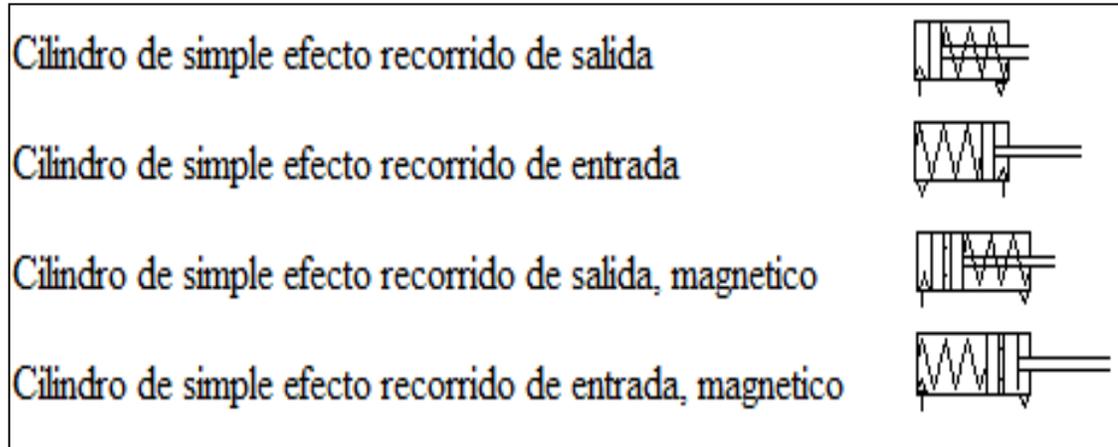


Figura 2.12. Tipos de Cilindro Neumático Simple Efecto.

Fuente. <http://guindo.pntic.mec.es/crangil/neumatica.htm>

Cilindro Doble Efecto: Estos cilindros utilizan la fuerza del aire comprimido para el avance y el retorno del émbolo. Tienen dos puertos para permitir el aire adentro, uno para la salida de aire y otro para el ingreso de aire. En la figura 2.13, se muestran distintos tipos de cilindros de doble efecto.

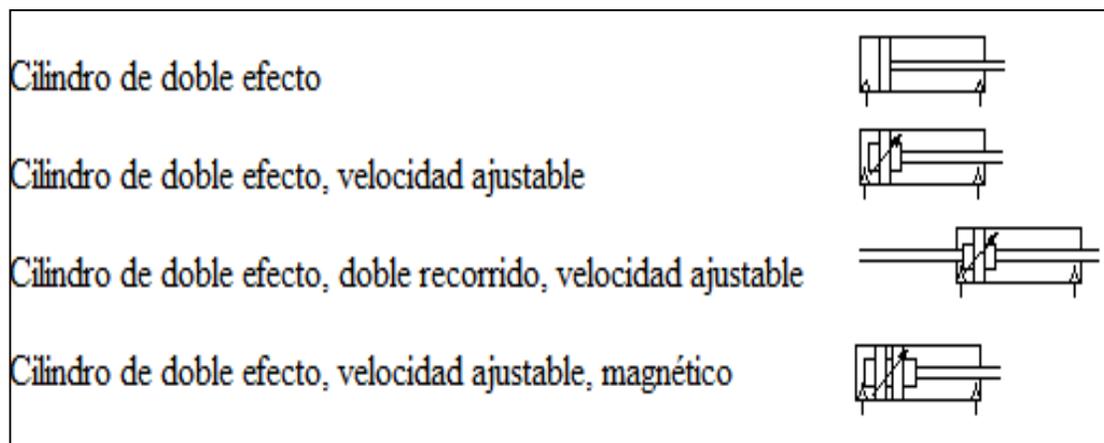


Figura 2.13. Tipos de Cilindro de Doble Efecto.

Fuente. <http://guindo.pntic.mec.es/crangil/neumatica.htm>

Cilindro Giratorio: En esta ejecución de cilindro de doble efecto, el vástago es una cremallera que acciona un piñón y transforma el movimiento lineal en un movimiento

giratorio hacia la izquierda o hacia la derecha, según el sentido del émbolo. Los ángulos de giro corrientes pueden ser de 45°, 90°, 180°, 290° hasta 720°.

Es posible determinar el margen de giro dentro del margen total por medio de un tornillo de ajuste. En la figura 2.14, se tienen los tipos de cilindro giratorio.

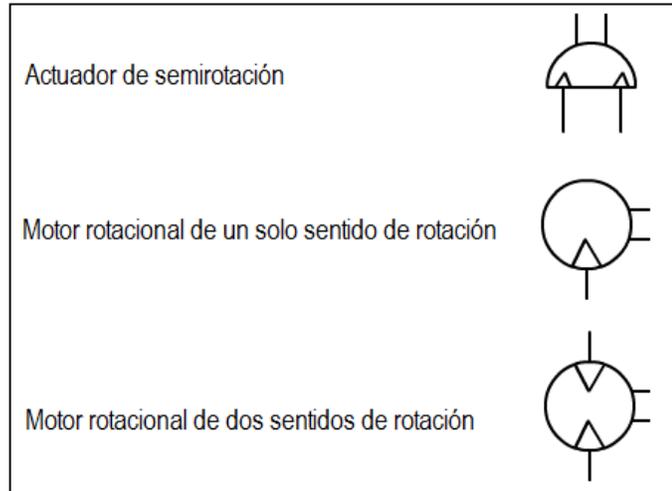


Figura 2.14. Tipos de Cilindro Giratorio.

Fuente. http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html

2.3 Válvulas Neumáticas

Son elementos que comandan el funcionamiento de los actuadores, regulando la puesta en marcha, el paro y la dirección de los mismos, también regulan la presión o el caudal del aire comprimido que circula por el circuito.

En la figura 2.15, se puede observar la forma física de distintos tipos de válvulas neumáticas que existen en el mercado.

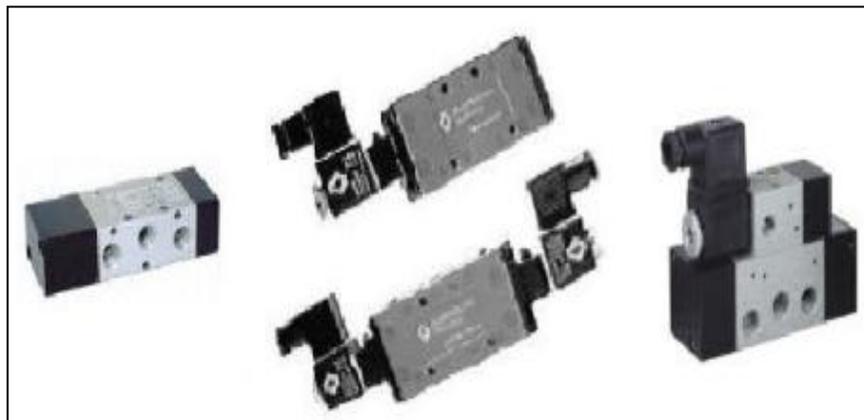


Figura 2.15. Tipos de válvulas Neumáticas.

Fuente. <http://es.scribd.com/doc/35532718/Neumatica-4-Valvulas-Neumaticas>.

Las funciones que cumplen las válvulas neumáticas son las siguientes:

- Distribuir el fluido.
- Regular el caudal.
- Regular la presión.

2.3.1 Tipos de Válvulas Neumáticas

2.3.1.1 Válvulas de Distribución

La función más importante de estas válvulas es realizar la distribución del aire comprimido a distintos caminos de un circuito neumático. Para lograr llevar el aire de un lugar a otro cuentan con unos orificios llamados vías. La figura 2.16 muestra una válvula de distribución y sus respectivas vías neumáticas.



Figura 2.16. Válvula de Distribución y sus Vías Neumáticas

Fuente. <http://es.scribd.com/doc/35532718/Neumatica-4-Valvulas-Neumaticas>.

Para representar las válvulas de distribución en los esquemas de circuitos tenemos que tener en cuenta dos aspectos importantes:

Las Posiciones.- Estas representan la cantidad de posiciones que puede adoptar la válvula para dirigir el flujo por una u otro vía, según como se la accione. Y se representa a través de cuadrados. La figura 2.17, muestra como se representa las posiciones en una válvula de distribución.

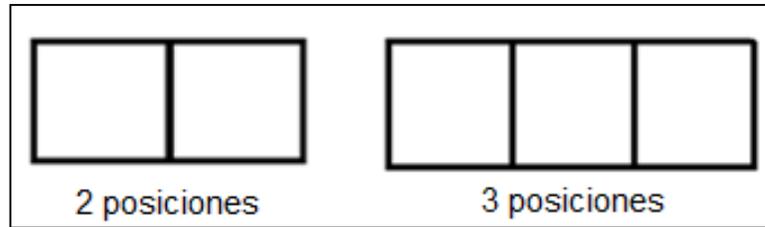


Figura 2.17. Representación de la Posición de las Válvulas de Distribución.

Las Vías.- es el número de orificios que corresponden al área de trabajo. Estos sirven para transportar el aire por uno u otro camino en las válvulas. Las conexiones a las vías se representan con pequeñas líneas en la parte superior e inferior de los cuadrados. La figura 2.18, indica la representación de las vías de una válvula de distribución.

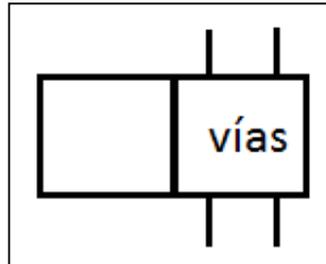


Figura 2.18. Representación de las Vías de una Válvula de Distribución.

En la tabla 2.8 se muestran los distintos tipos de accionamientos que se pueden utilizar para activar las válvulas de distribución. Los más utilizados son los accionamientos por pulsantes o fin carreras, manuales por palanca, los eléctricos por una bobina, la cual puede ser de distinto voltaje según sea el requerimiento.

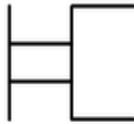
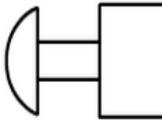
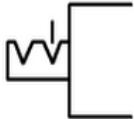
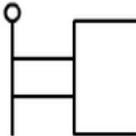
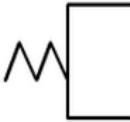
Símbolo	Descripción
	Mando manual en general, pulsador.
	Botón pulsador, seta, control manual.
	Mando con bloqueo, control manual.
	Mando por palanca, control manual.
	Muelle, control mecánico.

Tabla 2.8. Tipos de accionamiento para las válvulas de Distribución.

Fuente. http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html

En la siguiente Figura 2.19, se presentan ejemplos ilustrativos que facilitan el entendimiento del número de posiciones, número de vías, tipo de accionamiento y tipo de retorno en el esquema de una válvula de distribución.

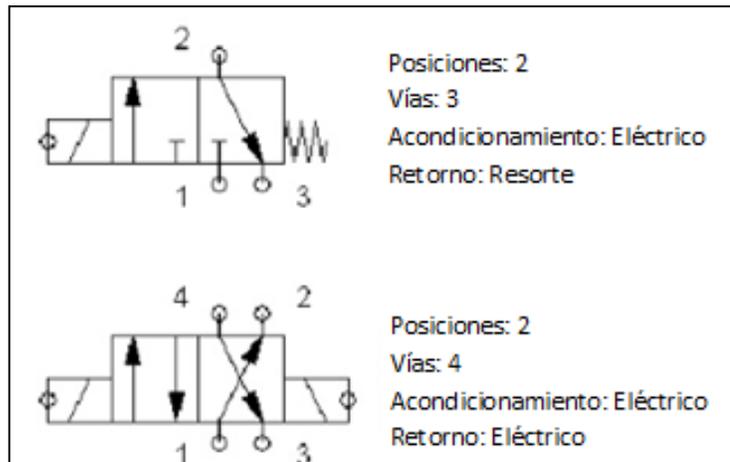


Figura 2.19. Ejemplos de esquemas de una válvula de Distribución.

Fuente. <http://es.scribd.com/doc/35532718/Neumatica-4-Valvulas-Neumaticas>.

Se tienen distintos tipos de válvulas de distribución a continuación se describirán las más comunes:

Válvula 2/2.- Esta es la más elemental de las válvulas de distribución, está conformada por dos vías u orificios para el paso del aire y se conforma por dos posiciones. En la siguiente figura 2.20 se esquematiza una de estas válvulas. Por la vía 2 se ingresa el aire y por la vía 1 que es la salida se la envía hacia la herramienta neumática que puede ser un pistón simple efecto.

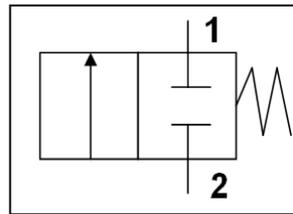


Figura 2.20. Esquema de una Válvula 2/2

Válvula 3/2.- Esta válvula posee tres vías de acceso de aire y dos posiciones, con esta podemos comandar un pistón simple efecto, ya que solo se tiene una salida de aire que es la vía 2. En la figura 2.21, se muestra una válvula de 3/2 con accionamiento por pulsante y retorno por muelle.

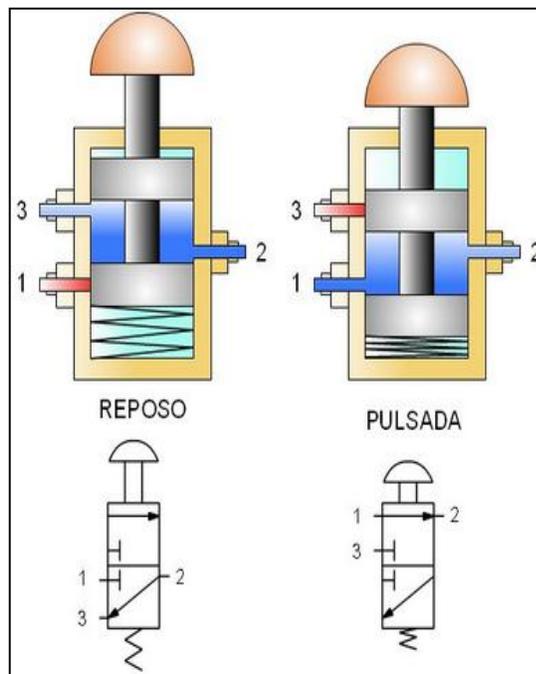


Figura 2.21. Esquema de una válvula 3/2

Fuente. http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html

Válvula 5/2.- Esta válvula tienen cinco vías de acceso de aire y dos posiciones, esta válvula sirve para comandar un pistón de doble efecto. En la figura 2.22 se muestra una válvula de este tipo, la cual se acciona con un pulsante y retorna a través de muelle, se indica también la posición de reposo y la posición de accionamiento.

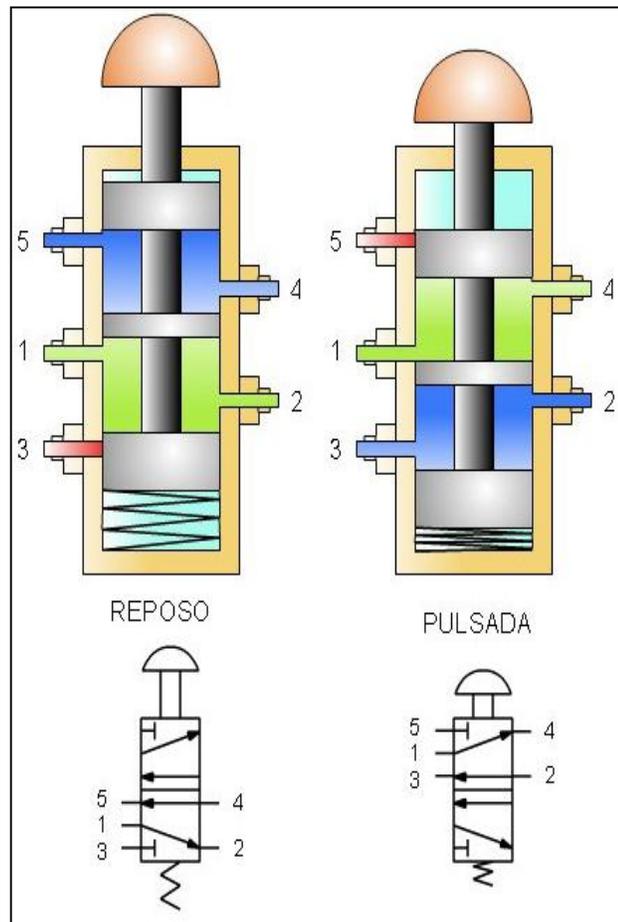


Figura 2.22. Esquema de una Válvula 5/2.

Fuente. http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html

2.3.1.2. Válvula de Bloqueo

Se utilizan para controlar el flujo de aire por los conductos. Los tipos más comunes son:

- Anti retorno
- Simultáneas
- Selectivas
- Escape

2.3.1.3. Válvula Antirretorno

Esta válvula está diseñada para dejar fluir el aire mientras bloquea el sentido contrario. Se colocan antes de las válvulas de distribución, para proteger el circuito de posibles cortes de aire. En la figura 2.23 se muestra una válvula de este tipo.

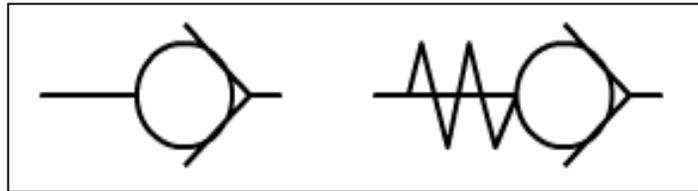


Figura 2.23. Representación de una Válvula Antirretorno.

Fuente. http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html.

2.3.1.4. Válvula Simultánea

Este tipo de válvula tiene dos entradas, una salida y un elemento móvil, en forma de corredera como se muestra en la figura 2.24, se desplaza por la acción del aire al entrar por dos de sus orificios, dejando libre el tercero. Si solamente entra el aire por un orificio, el orificio que debería dejar paso al fluido, queda cerrado.

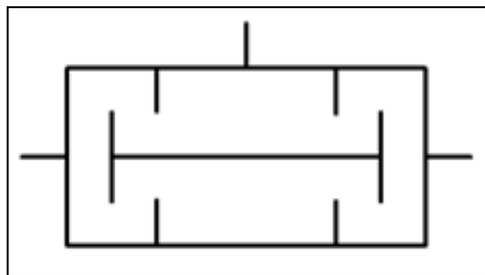


Figura 2.24. Representación de una Válvula Simultánea.

Fuente. http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html.

2.3.1.5. Válvula Selectiva

Tienen dos entradas y una salida, su elemento móvil es una bola metálica. Cada entrada está conectada a un circuito diferente por este motivo se llama válvula selectiva. Se utilizan cuando se desea accionar una máquina desde más de un sitio de mando. Su funcionamiento es fácil, si entra aire por una entrada la bola se desplazará

obstruyendo la otra entrada y dejando salir el aire por la otra salida. En la Figura 2.25, se muestra una válvula selectiva.

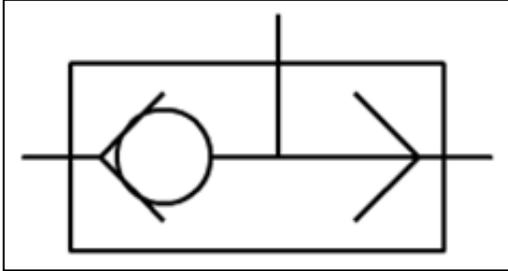


Figura 2.25. Representación de una Válvula Selectiva.

Fuente. http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html.

2.3.1.6. Válvula de Escape.

Esta válvula tiene dos funciones. La primera es liberar aire lo antes posible, pues si el aire tiene que pasar por gran cantidad de tubería, tardaría mucho en salir al exterior. Y la segunda función, es que a veces quedan restos de presión en las tuberías, lo cual facilita que se den errores de funcionalidad en el circuito, con este tipo de válvula se elimina esta posibilidad. La figura 2.26, muestra el esquema de una válvula de escape.

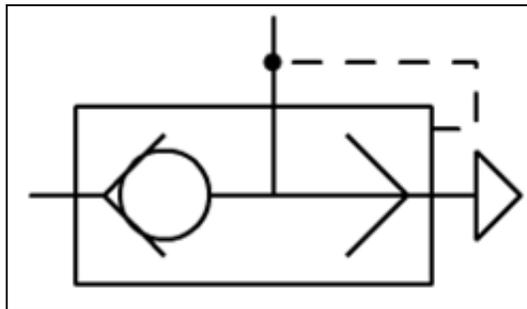


Figura 2.26. Esquema de una Válvula de Escape.

Fuente. http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html.

2.3.1.7. Válvula Reguladora de Presión

Esta válvula se utiliza para fijar una presión de salida independientemente de la presión de entrada. De esta forma se protegen las herramientas neumáticas de fluctuaciones de presión o también regulan la presión de salida para elementos neumáticos que requieran ciertos rangos de la misma. En la figura 2.27, se presenta una válvula de este tipo.

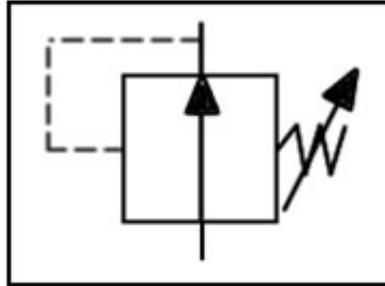


Figura 2.27. Válvula Reguladora de Presión.

Fuente. <http://sitioniche.nichese.com/valvula%20regulacion.html>

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE BLOQUES QUE CONFORMAN EL PROYECTO Y DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO PARA CONECTAR EN RED UN PLC SIMATIC S7- 1200 CON LABVIEW

3.1. Descripción del Diagrama de Bloques

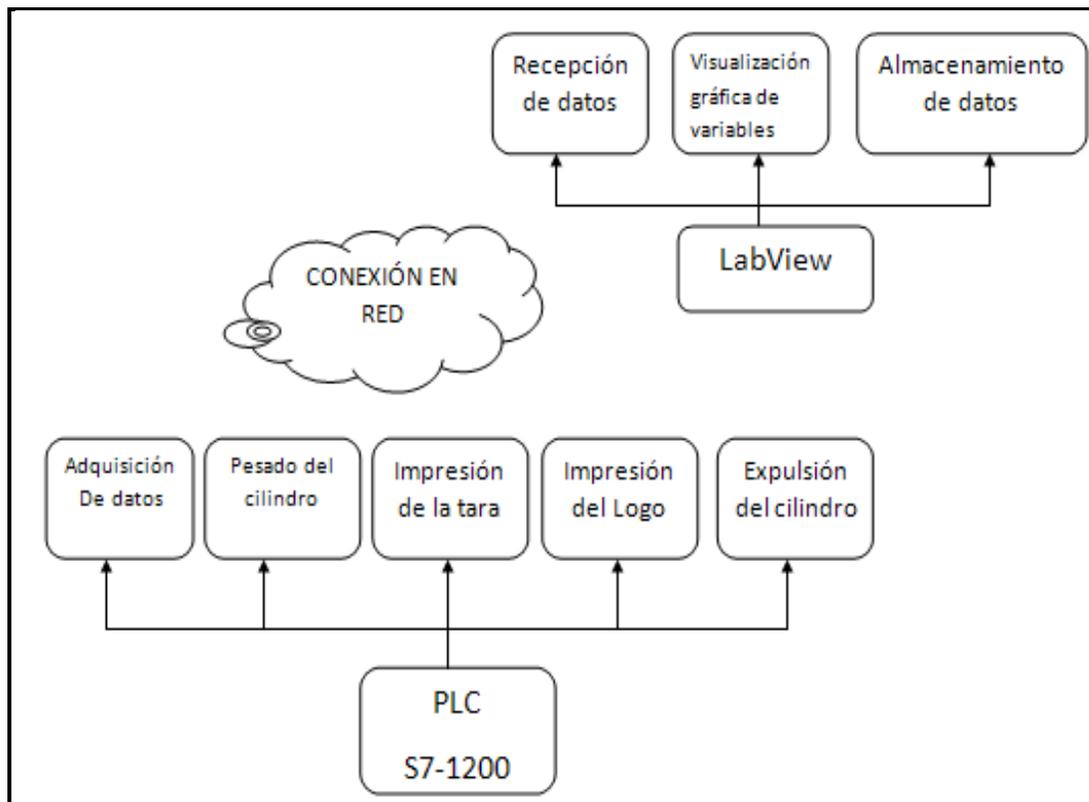


Figura 3.1. Diagrama de bloques del proyecto.

El proyecto está formado por tres partes principales, como se muestra en la figura 3.1

- 1) La primera parte está formada por un PLC Siemens S7-1200 con una CPU 1214 AC/DC/Relay. Los procesos que realizará son los siguientes:

- **Adquisición de datos.-** Debido a que todas las variables del proceso están conectadas directamente a las entradas del PLC S7-1200, éste actuará como un servidor de la información que se almacene dentro del mismo.
 - **Pesado del cilindro.-** Es la etapa más importante del proceso ya que el peso del cilindro se lo debe obtener de forma rápida y precisa, este paso se realizara con una celda de carga, la cual estará conectada a una entrada analógica propia del PLC S7-1200.
 - **Impresión de la tara.-** Con ayuda de un motor de CC y sensores inductivos se moverán las plantillas hasta la posición deseada, estas se seleccionaran de acuerdo al valor adquirido el paso anterior.
 - **Impresión del LOGO.-** esta plantilla estará manejada por un actuador neumático rotacional, el cual se apegara a la parte posterior del cilindro, para pintar las iniciales de la empresa embazadora de GLP.
 - **Expulsión del Cilindro.-** Luego de la etapa de impresiones, el cilindro sigue su camino y al llegar al final de la cadena es expulsado hacia la parte lateral para ser retirado por el operador.
- 2) La segunda parte es la conexión en red entre el PLC S7-1200 y el software de LabVIEW 2011. Para este proceso se requiere utilizar el programa PC Access S7-200, el cual será el interlocutor para compartir la información de las variables.
- 3) El tercer paso es recibir los datos en el computador donde se llevara el control de este proceso, para ello se programara en el software de LabVIEW 2011. Los procesos que se realizarán aquí son los siguientes:
- **Recepción de datos.-** Se almacenaran los valores de las variables enviadas por el PLC S7-1200 en librerías donde luego se las podrán utilizar según sea el requerimiento.
 - **Visualización Gráfica del Proceso.-** Aprovechando las ventajas que presenta el software de LabVIEW en su programación, se visualizara en el panel frontal el comportamiento de las variables más importantes de la automatización.
 - **Almacenamiento de datos.-** Los datos como el peso del cilindro, el número de cilindro, la fecha y la hora se almacenaran directamente en hojas de Excel, para llevar un registro automático y seguro de la producción.

3.2. Procedimiento para la Conexión en Red

3.2.1. Programación del software Step 7 Basic V11

Para conectar en red un PLC S7-1200 y un PC Access hay que tener en cuenta ciertas condiciones:

- Sólo se puede acceder a variables contenidos en el bloque de datos DB1 del PLC del S7-1200 ya que el S7-200 sólo tenía un bloque de datos.
- El DB1 no tiene que ser simbólico. Se debe marcar la casilla de compatible con S7 300- S7 400, como se muestra en la figura 3.2.

Para poder conectarse en red se requiere:

- Un PLC S7-1200
- Cable Ethernet
- OPC Server S7 200 V 1.0 (SP1)
- LabVIEW 2011

Pasos para crear el Bloque de datos y asignar las tags:

- 1) Para crear un nuevo bloque de datos DB1 en el proyecto, se debe navegar en el "árbol del proyecto" y pulsar sobre el elemento "Añadir nuevo bloque". Pulsar sobre el botón de "Bloque de datos (DB)". Marcar la opción de compatible con S7300 – S7400. Pulsar en el botón "Aceptar" .Observar los pasos en la figura 3.2.

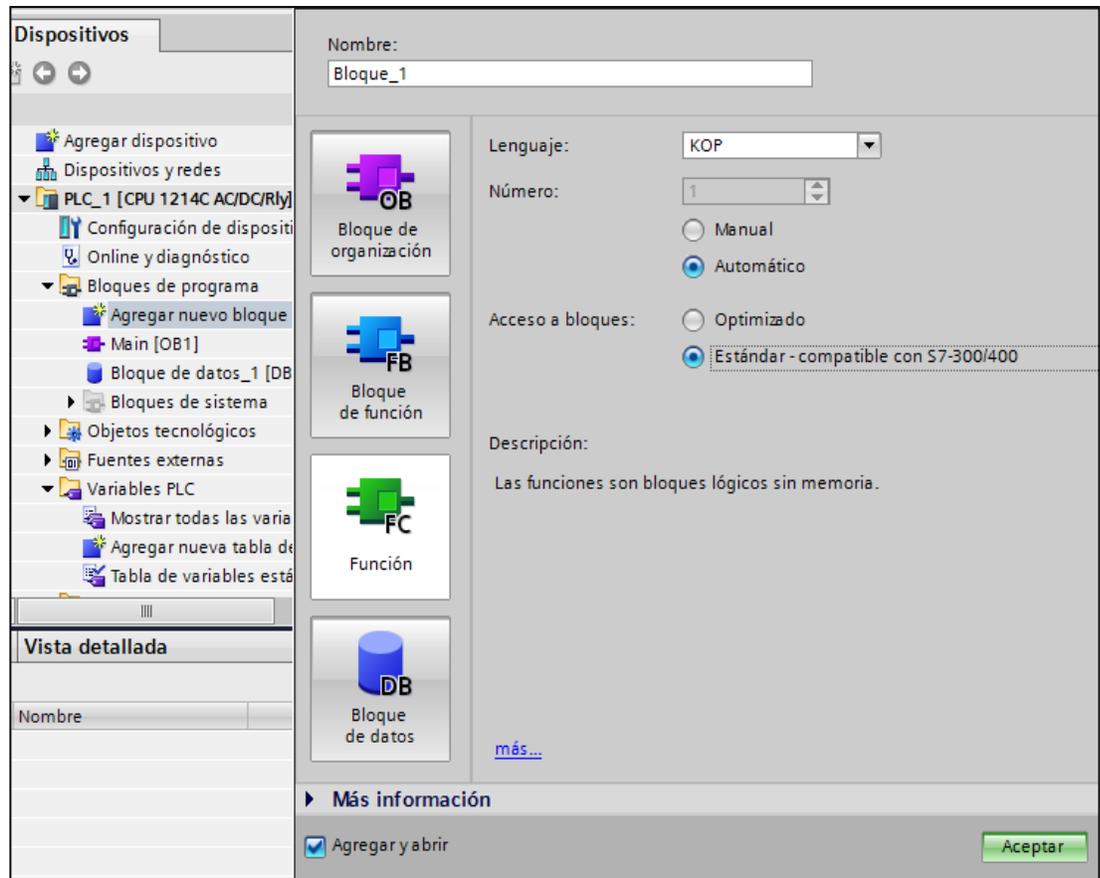


Figura 3.2. Creación de un Bloque de Datos (DB1)

- 2) Para asignar las **tags** en el Step 7 Basic dar doble clic sobre el DB1. Asignar las **tags** bajo un “nombre”, “tipo de dato” y asignarle un “valor” como se puede observar en el siguiente ejemplo y en la figura 3.3.

Ejemplos:

Peso: "Real"

Inicio: "Bool"

CeldaCarga: "Int"

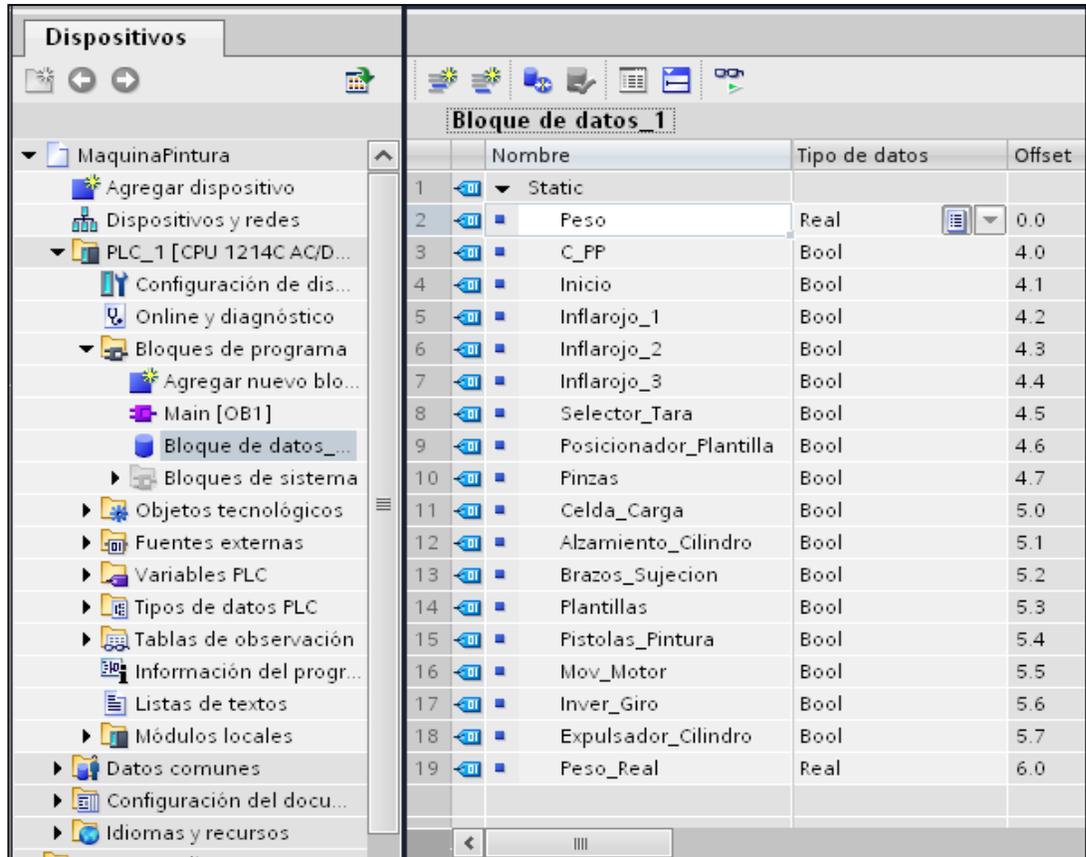


Figura 3.3. Ejemplos de Variables Creadas en el (DB1)

- 3) Para supervisar los **tags** en el STEP 7 Basic, se debe hacer una comprobación cruzada de los valores de las variables, para esto se utiliza la función de tabla de visualización del STEP 7 Basic. Navegar en el "árbol del proyecto" para localizar el elemento "Añadir nueva tabla de visualización" y rellenarla con el "Nombre" y "Dirección" de las variables pertinentes. Observar la figura 3.4.

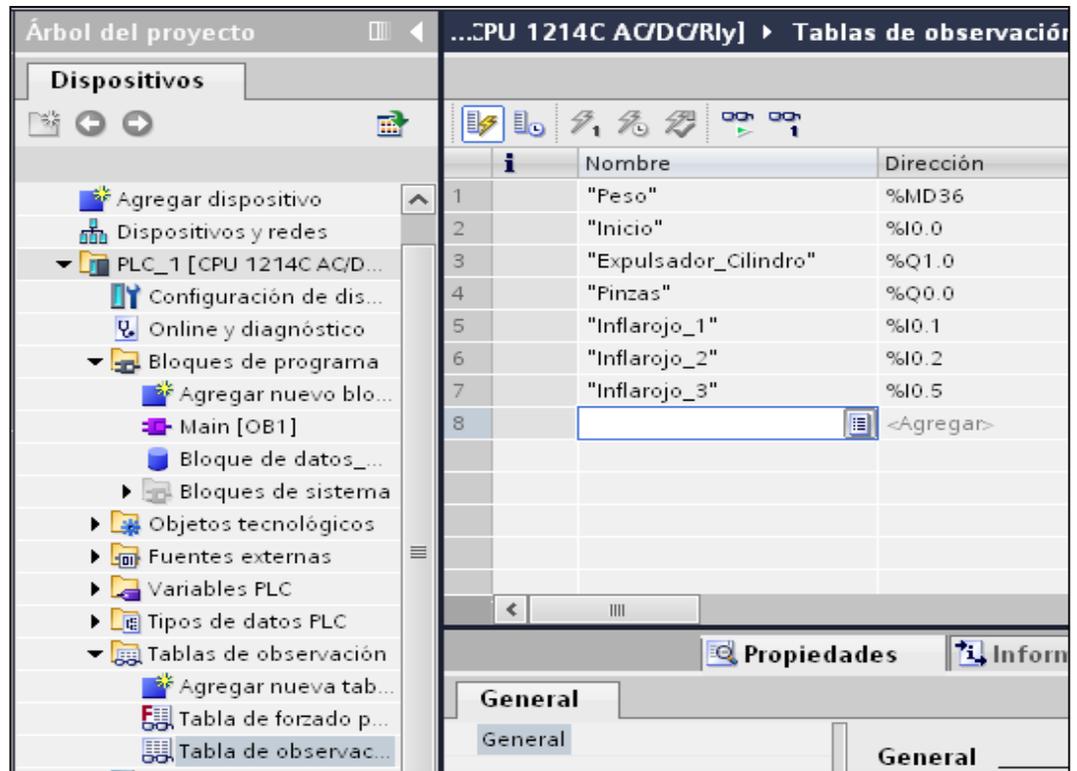


Figura 3.4. Creación de la Tabla de Observaciones.

3.2.2. Programación del PC Access S7-200.

Se deben seguir los siguientes pasos.

- 1) Se debe crear un nuevo proyecto, para esto se debe navegar por la barra de menú y seleccionar "Archivo > Nuevo". Se creará un proyecto nuevo. Como se muestra en la figura 3.5.

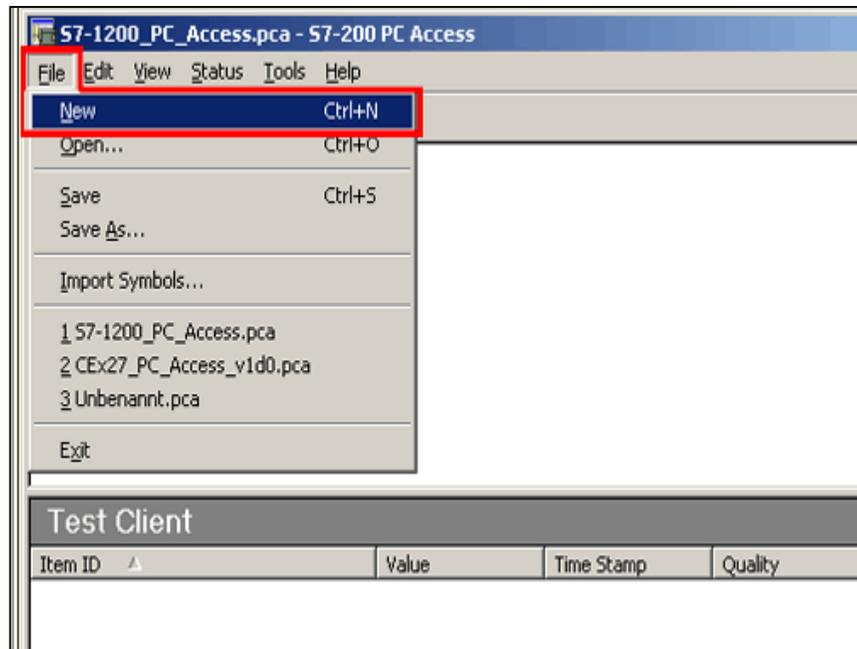


Figura 3.5. Crear un nuevo proyecto en el PC Access S7-200

- 2) Para configurar la Interfaz se debe seleccionar la entrada "MicroWin", dar clic derecho y seleccionar "Interface PG/PC". En la nueva ventana que aparece seleccionar la tarjeta de red propia del computador que indique la utilización del protocolo TCP/IP y aceptar los cambios.
- 3) Para añadir nuevos PLCs al proyecto. Seleccionar la entrada "MicroWin (TCP/IP)" en el "árbol del proyecto". Navegar por la barra de menú y seleccionar "Editar > Nuevo > PLC". Se añadirá un objeto "Nuevo PLC" y se abrirá la ventana del cuadro de diálogo "Propiedades del PLC" del nuevo PLC. Introducir los siguientes parámetros en los campos de entrada de esta ventana:
 - **Nombre:** "S7-1200_PLC"
 - **Dirección IP:** "192.168.0.11" (dirección IP del PLC del S7-1200)
 - **TSAP Local:** "10.00." (TSAP del PC Access)
 - **TSAP Remoto:** "03.01." (TSAP en el PLC del S7-1200)

Pulse el botón "Aceptar". Observar Figura 3.6.

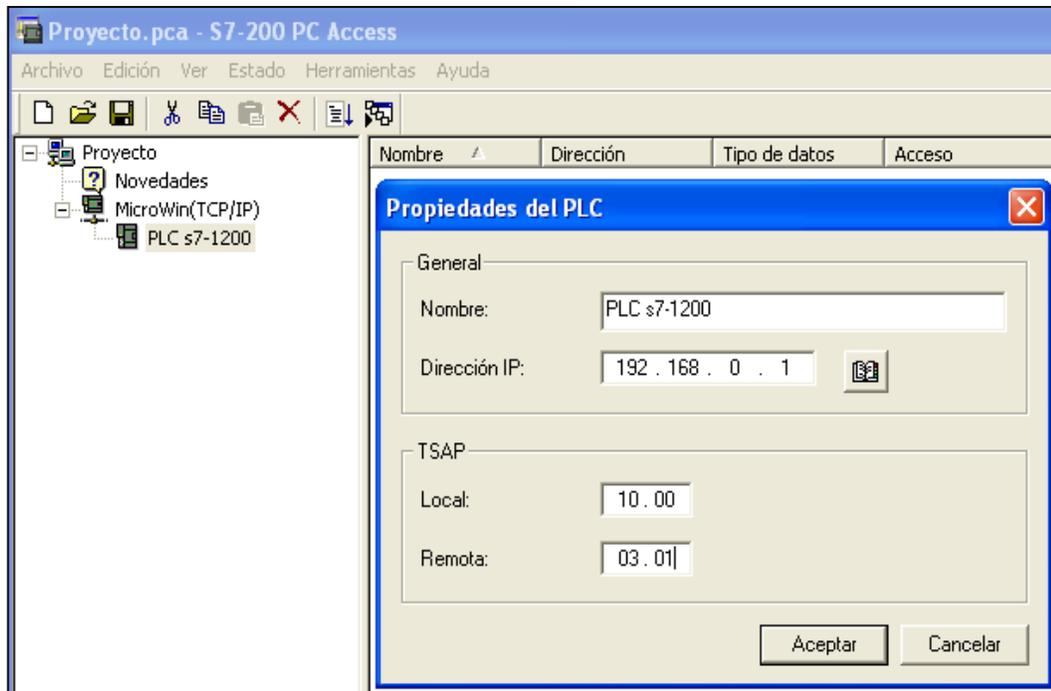


Figura 3.6. Parámetros de Configuración para un nuevo PLC.

4) El siguiente paso es añadir los ítems o las “tags” entre el S7-1200 y el Servidor OPC. En el S7-1200_PL1 en el "árbol del proyecto", en la barra de menú seleccionar "Editar > Nuevo > Ítem". Se debe abrir la ventana del cuadro de diálogo "Propiedades de ítem", en la cual se deben considerar los elementos accesibles. Para acceder a datos en el PLC del S7-1200 hay que realizar los siguientes pasos:

- Introducir un nombre simbólico para la variable en el campo de entrada "Nombre:".
- Introducir la dirección de la variable en el campo de entrada "Dirección:".
- Seleccionar el tipo de dato en el campo de entrada "Tipo de dato".
- Restringir el acceso a la dirección de memoria para sólo "lectura" o sólo "escritura".

Al final de la configuración se debe poner Aceptar como se muestra en la figura 3.7.

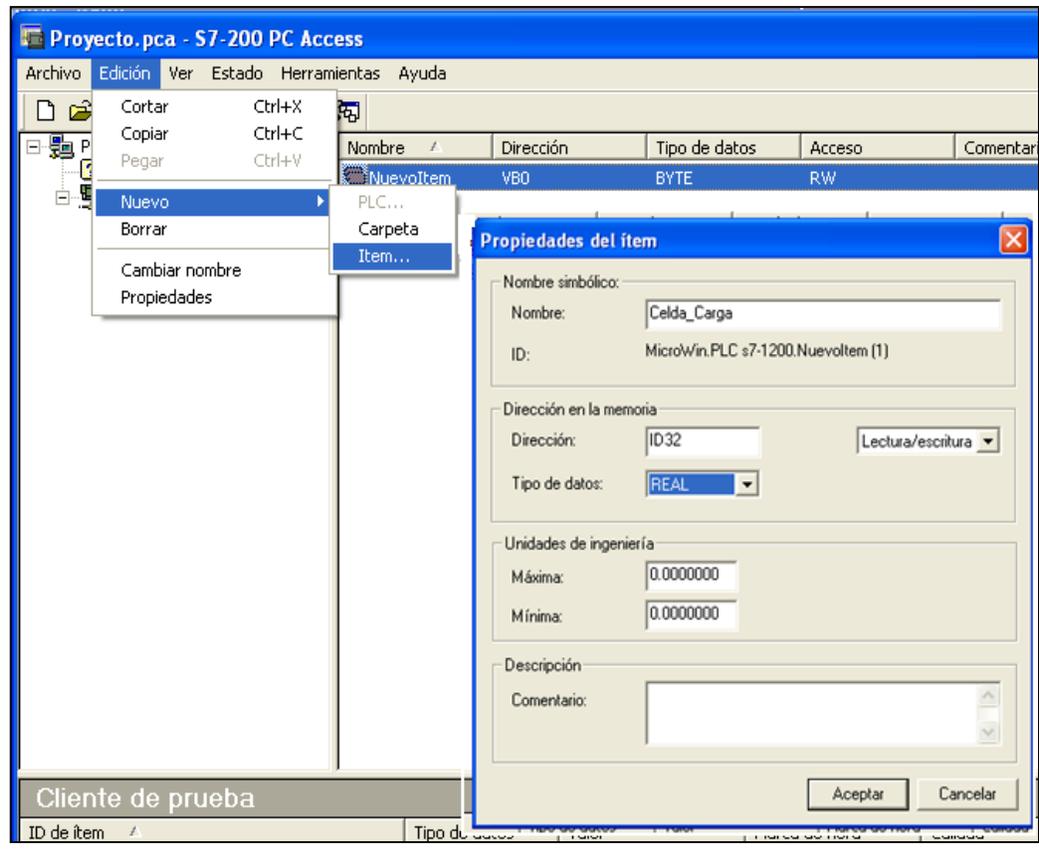


Figura 3.7. Parámetros de Configuración de un nuevo Item.

Una consideración muy importante es que el formato y dirección de la variable configurada en el PLC mediante el Software STEP 7 Basic, debe corresponder con el formato y dirección declarada en el Servidor OPC. Como el PC Access estaba destinado originalmente para el S7-200, el cual por sus inferiores capacidades no soportaba ciertos tipos de formatos de variables como los que soporta el S7-1200.

Ejemplo de esto es el formato "Time". Esto no supone ningún problema, ya que el formato time corresponde a un formato Doble Entero (Doble Integer) de 32 bits de tamaño, lo único que se tiene que hacer para solucionar este inconveniente es colocar el formato de esa variable en el PC Access como "DINT" (Doble Integer), y así se sigue una lógica similar para otros tipos de variables que no estén incluidos directamente en el PC Access.

Las entradas (I), salidas (Q) y marcas (M) del S7-1200 se pueden leer directamente a través del Servidor OPC PC Access, pero hasta una cierta dirección, ya que la capacidad de memoria es distinta a la del S7-200; de igual forma para las variables generales del bloque de datos DB1. La identificación de las variables con I, Q y M es igual entre el Step7 Basic y el PC Access, sin embargo; para las variables del DB1 se identifica con la letra "V" en el PC Access.

La figura 3.8, muestra un ejemplo de tags creadas en el OPC server.

Nombre	Dirección	Tipo de datos	Acceso
Selector_Tara	I0.3	BOOL	R
Posicionador_...	I0.4	BOOL	R
Plantillas	Q0.4	BOOL	R
Pinzas	Q0.0	BOOL	RW
Peso_Real	MD60	REAL	R
Peso	MD36	REAL	R
Mov_Motor	Q0.6	BOOL	RW
Inicio	I0.0	BOOL	RW
Inflarajo_3	I0.5	BOOL	R
Inflarajo_2	I0.2	BOOL	R
Inflarajo_1	I0.1	BOOL	R
Expulsador_C...	Q1.0	BOOL	R
CeldaCarga	IW64	INT	RW
Celda_Carga	Q0.1	BOOL	R
C_PP	M8.1	BOOL	RW
Brazos_Sujecion	Q0.3	BOOL	R
Abrazos_C...	Q0.2	BOOL	R

Figura 3.8. Ejemplos de los Items creados en un Proyecto.

- Finalizada la configuración de los Items se procede a guardar el proyecto de la siguiente manera. Navegar por la barra de menú y seleccionar "Archivo > Guardar" para guardar el proyecto cada vez que se abra o edite un proyecto de PC Access, y enviar las configuraciones de variables al servidor. Observar la figura 3.9.

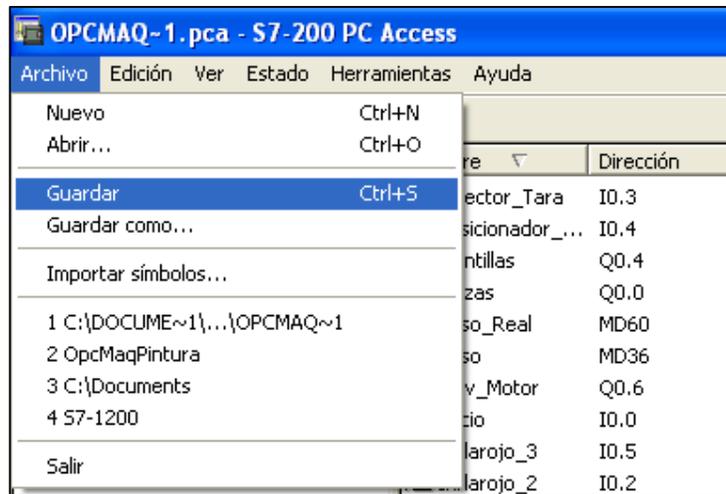


Figura 3.9. Como Guardar un Proyecto.

- 6) Luego se debe supervisar los ítems a través del cliente de prueba para saber si están enlazados, para esto se debe seleccionar los elementos que se desean supervisar y pulsar sobre el botón "Añadir elementos actuales al cliente de prueba" en la barra de herramientas. Observar la figura 3.10.

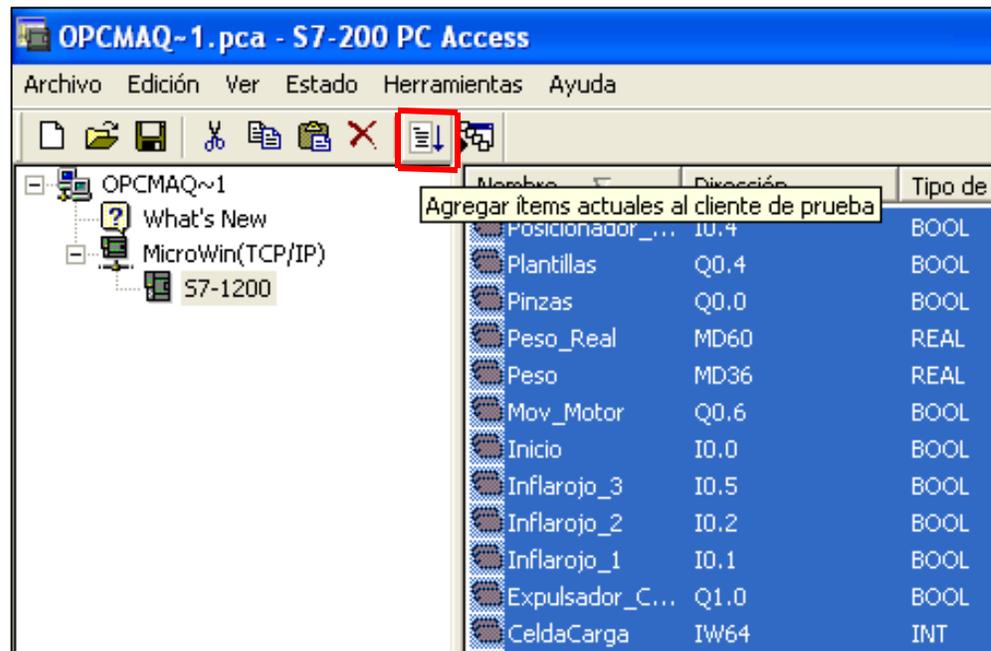


Figura 3.10. Añadir los Items al Cliente Prueba.

- 7) El último paso es iniciar el cliente de prueba, pulsando sobre el botón "Iniciar cliente de prueba" en la barra de herramientas. El cliente de prueba

se pondrá en línea y accederá a los datos designados y en la columna "Valor" se ven los valores actuales de los elementos enumerados. Si está conectado al PLC del S7-1200, la "Calidad" del elemento se designará como "Buena", como se muestra en la figura 3.11.

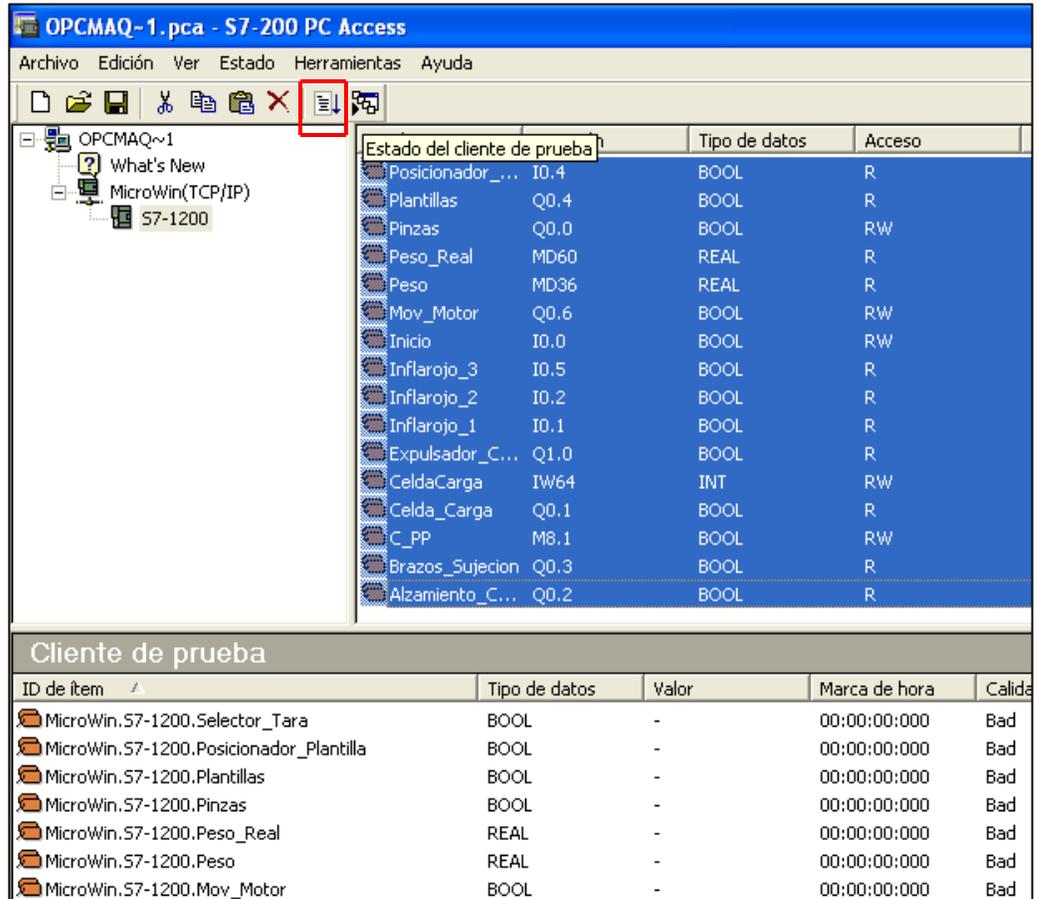


Figura 3.11. Inicio del Cliente Prueba.

3.2.3. Configuración del Cliente OPC

3.2.3.1. Introducción

Se designa como cliente OPC, un Sistema de Monitoreo y Control denominado SCADA, que intercambia datos e información de manera ágil y fiable, para supervisar y controlar procesos de automatización y control de una planta, a través de los PLCs Simatic S7-1200.

3.2.3.2. Sistema SCADA

SCADA, es la abreviatura de "**Supervisory Control And Data Acquisition**", que en su traducción significa "Adquisición de Datos y Control de Supervisión." Este sistema en general emplea equipos como computadores de control y tecnologías de comunicaciones para monitorizar y controlar procesos industriales, a través de la recolección de información del proceso productivo de las numerosas unidades remotas (RTUs) como PLCs, DCSs, módulos I/O, etc. Además gestiona la información y la presenta de manera sencilla de leer, a diversos usuarios con niveles jerárquicos como operadores y supervisores dentro de la entidad.

Entre los tipos de sistema SCADA tenemos los siguientes:

- LabVIEW DSC Module de National Instruments.
- In Touch de LOGITEK.
- WinCC de Siemens.
- CUBE de Orsi España S. A.

Para la realización de nuestro proyecto utilizaremos el sistema SCADA DSC de LabVIEW.

3.2.3.3. Pasos para Configurar un Cliente OCP en LabVIEW.

Se creara una interfaz para las etiquetas o tags OPC, llamadas **I/O Server**. El mismo automáticamente actualizara los valores de las etiquetas actuales en el rango que usted especifique. Esto se realiza de la siguiente manera:

- 1) En la ventana de **Getting Started**. haga clic en **File » New Project** para abrir un nuevo proyecto en LabVIEW. Observar la figura 3.12.



Figura 3.12. Creación de un nuevo Proyecto.

En la ventana **LabVIEW Project**, haga clic derecho en **My Computer** y seleccione **New» I/O Server**, como se muestra en la figura 3.13.

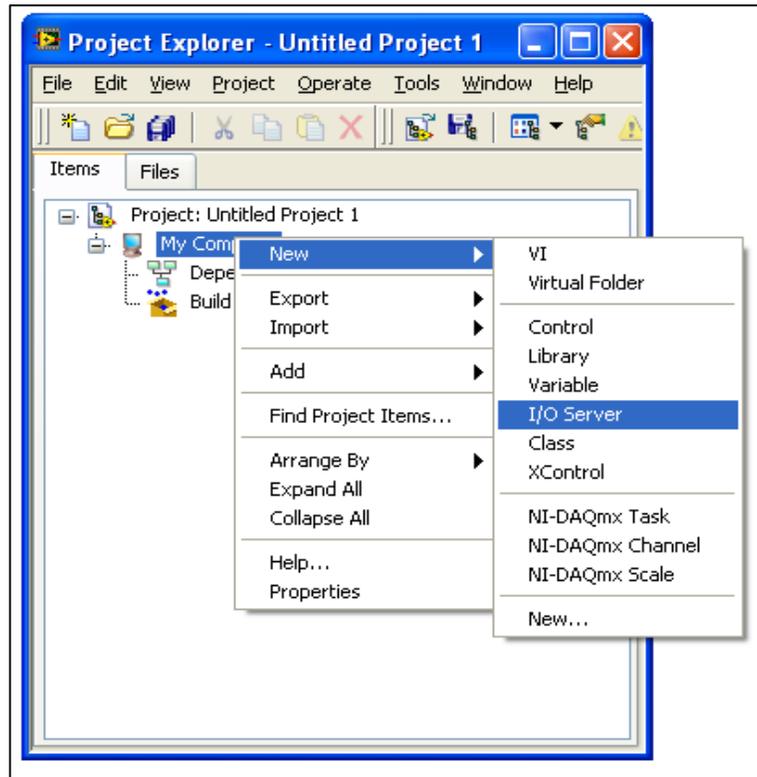


Figura 3.13. Configuración de un I/O Server.

- 2) Seleccione **OPC Client** en la ventana **Create New I/O Server** y haga clic en **Continue**.
- 3) En el cuadro de texto **Registered OPC servers**, seleccione **S7200.OPCServer** y ajuste **Up date rate** (ms) a 100. Esto crea una conexión de LabVIEW hacia las etiquetas del OPC, las cuales se actualizan cada 100 ms. Observar la figura 3.14.

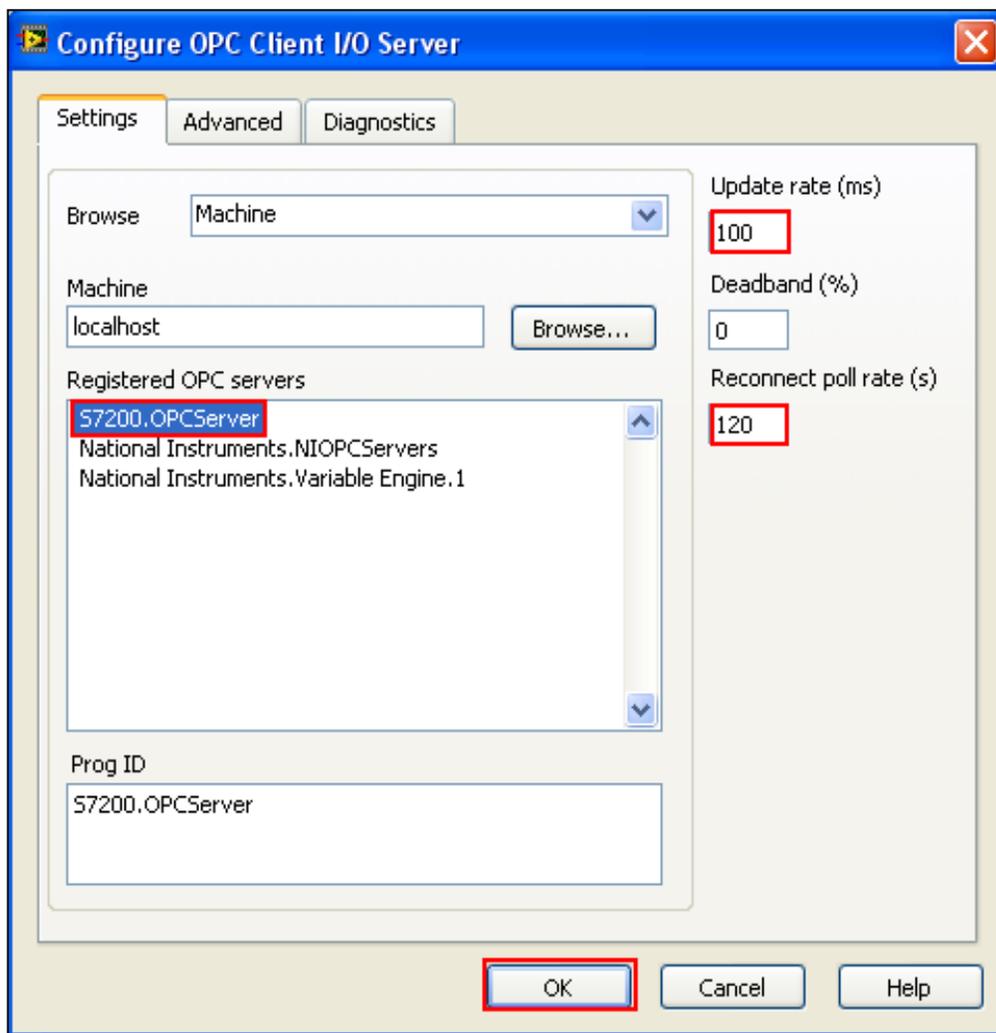


Figura 3.14. Parámetros de Configuración del Cliente OPC.

- 4) Seleccione **OK**. Una biblioteca se creará automáticamente en la ventana **project explorer** para manejar el **I/O Server**.

- 5) En la ventana LabVIEW **Project**, clic derecho en **My Computer** y seleccione **New » Library**, para crear una nueva biblioteca de variables compartidas, que son utilizadas para conectarlas a las etiquetas del OPC del PLC.
- 6) Clic derecho en la nueva biblioteca y seleccione **Create Bound Variables**. Observar la figura 3.15.

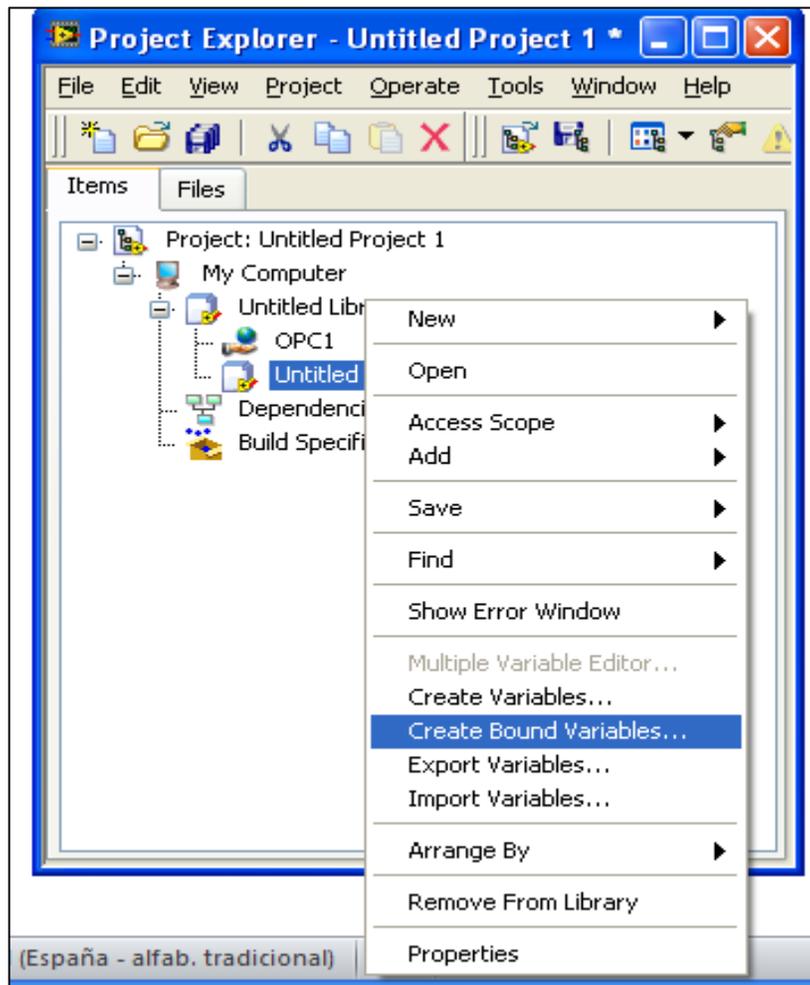


Figura 3.15. Creación de las Bound Variables en la nueva librería.

- 7) En la ventana **Create Bound Variables** seleccione las etiquetas del OPC para atarlas a las variables compartidas buscando los datos de las variables compartidas en el árbol del **OPC server** como se muestra en la Figura 3.16.

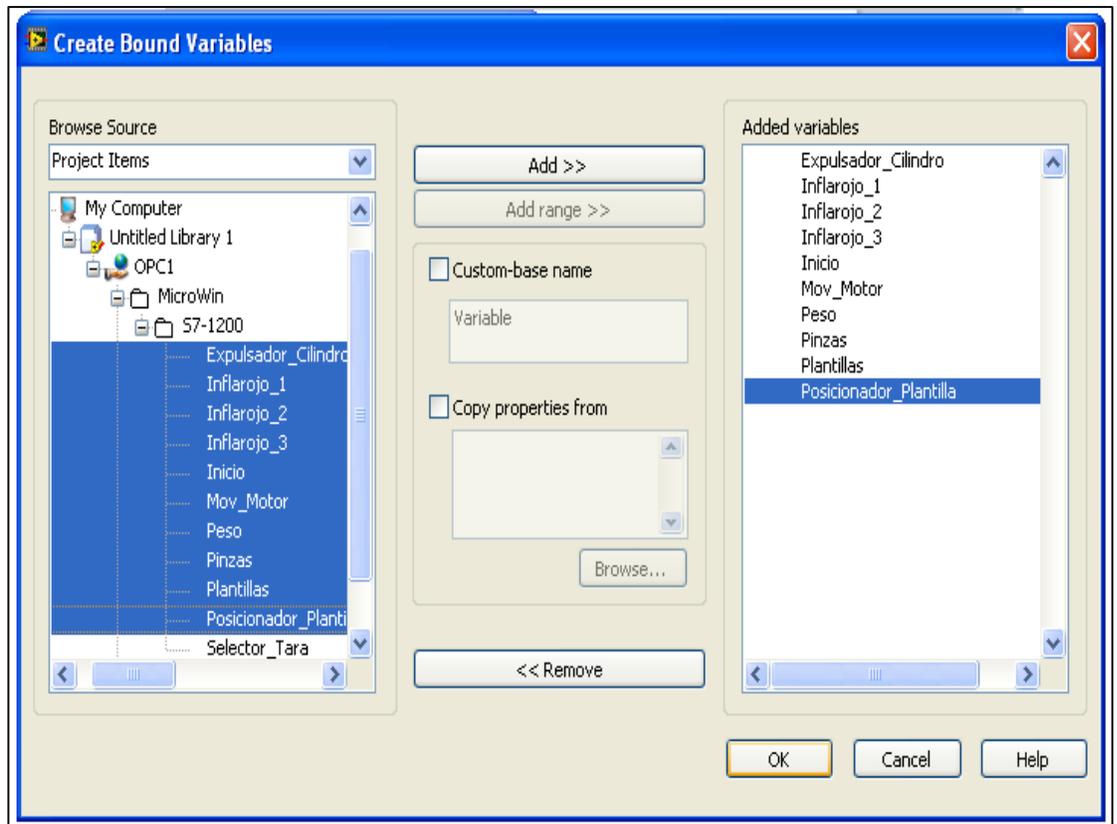


Figura 3.16. Adición de las Variables Compartidas a la nueva Librería.

- 8) Seleccione todos los objetos y haga clic en **Add** y **OK** para crear las variables compartidas que están limitadas a las etiquetas del OPC del PLC y cargarlas dentro de **Multiple Variable Editor**.
- 9) En **Multiple Variable Editor**, seleccione **Done** para añadir las variables compartidas que fueron creadas anteriormente. Deben aparecer las variables creadas como se muestra en la siguiente figura 3.17.

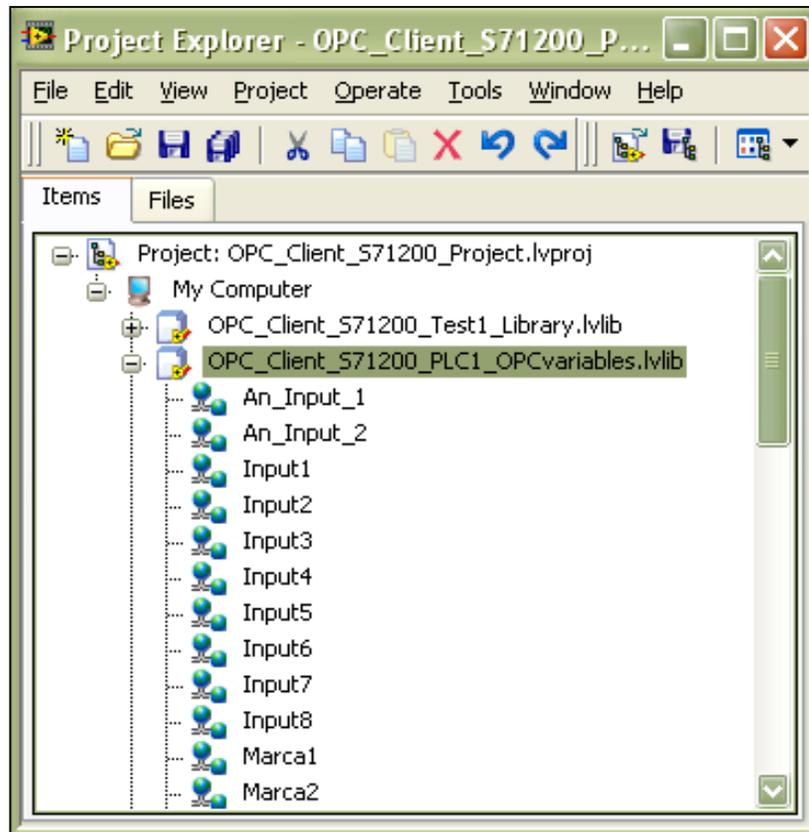


Figura 3.17. Creación de las Variables Compartidas.

- 10) Despliegue las variables compartidas haciendo clic derecho en la nueva biblioteca y seleccionando **Deploy All** para publicar las variables compartidas y hacerlas disponibles para otras redes.
- 11) Guarde el proyecto y las bibliotecas creadas con los nombres respectivos seleccionando **File » Save All** de la ventana **Project Explorer**.
- 12) Ver variables compartidas con **Distributed System Manager**:
 - Desde **Project Explorer**, seleccione **Tools » Distributed System Manager** para abrir una ventana donde puede manejar sus variables compartidas en diferentes formas.
 - En el árbol **Variable Manager**, expanda **local host** bajo la categoría de **My Systems**. Clic derecho en la biblioteca **OPC Items**, y seleccione **watch list** para desplegar las variables compartidas, donde se encuentran las etiquetas OPC del PLC.

- Las variables compartidas se estarán actualizando según se vayan activando. Observar la figura 3.18.

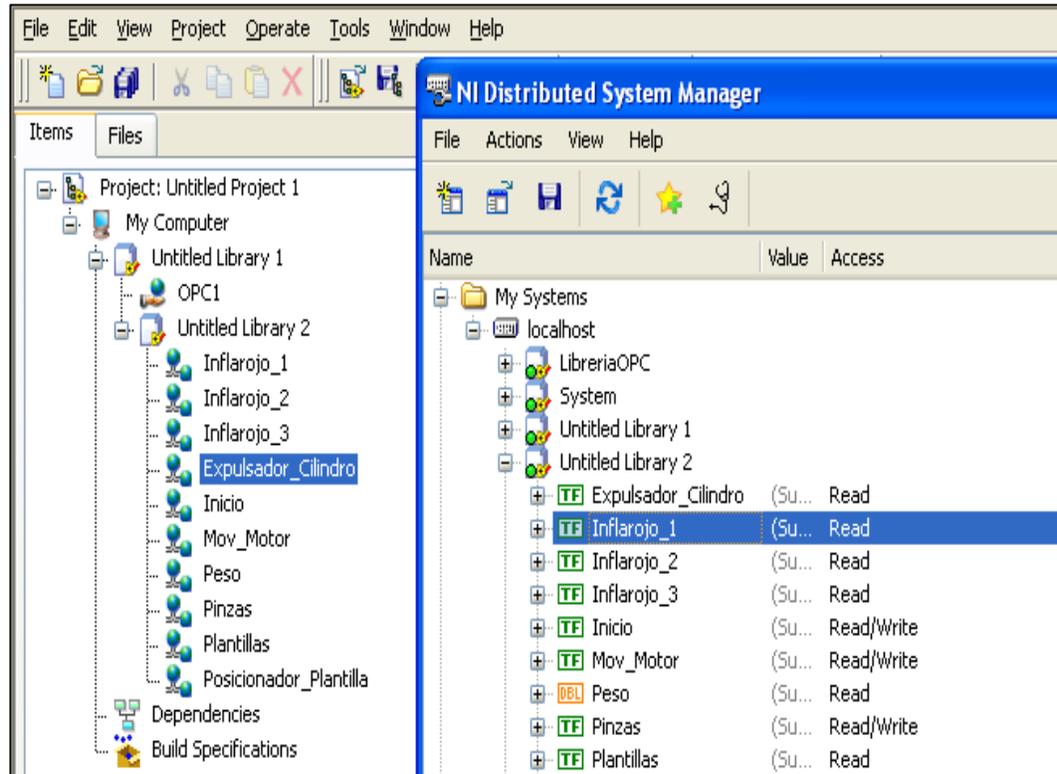


Figura 3.18. Muestreo de las Variables Compartidas.

- Desde **Project Explorer**, haga clic derecho en **My Computer** y seleccione **New** » **VI**. Para crear una interfaz de usuario y un código gráfico ejecutable.

CAPITULO IV

IMPLEMENTACIÓN DE LAS PARTES MECÁNICAS CON EL CONTROLADOR LÓGICO SIEMENS, APLICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA AUTOMATIZACIÓN.

4.1. Ensamble del Controlador Lógico con las Partes Mecánicas

El PLC que controlará las partes mecánicas de la máquina, es el SIMATIC S7 1200 con una CPU AC/DC/RELAY, las electroválvulas que se energizarán son 5/2 con una bobina de 110v para su activación y con retorno automático de muelle. Los pistones neumáticos que se comandarán, son de doble efecto, cinco son pistones lineales y uno será de rotación. El proceso de automatización está formado por 6 etapas las cuales serán descritas a continuación:

1) Etapa de retención de los cilindros

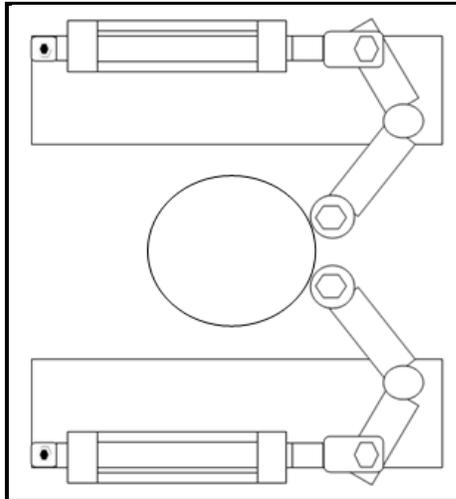


Figura 4.1 Brazos Neumáticos.

Esta primera etapa ayuda a detener los cilindros, a través de dos brazos neumáticos los cuales se muestran en la figura 4,1 están formados por 2 pistones neumáticos, estos se activan al presionar el pulsante de inicio y luego los brazos se abren automáticamente, al llegar la plantilla a su posición inicial. Cuando se manda la señal a

la entrada I0.0 del PLC se activa la salida Q0.0 que energiza la electroválvula 1, las salidas neumáticas están conectadas a una T, la cual ayuda a enviar el aire de la misma electroválvula hacia los 2 pistones a la vez. Los actuadores inicialmente se encuentran con su vástago hacia afuera y cuando se activa la electroválvula, el vástago va hacia adentro permitiendo así pasar al cilindro.

2) Etapa de pesado del cilindro

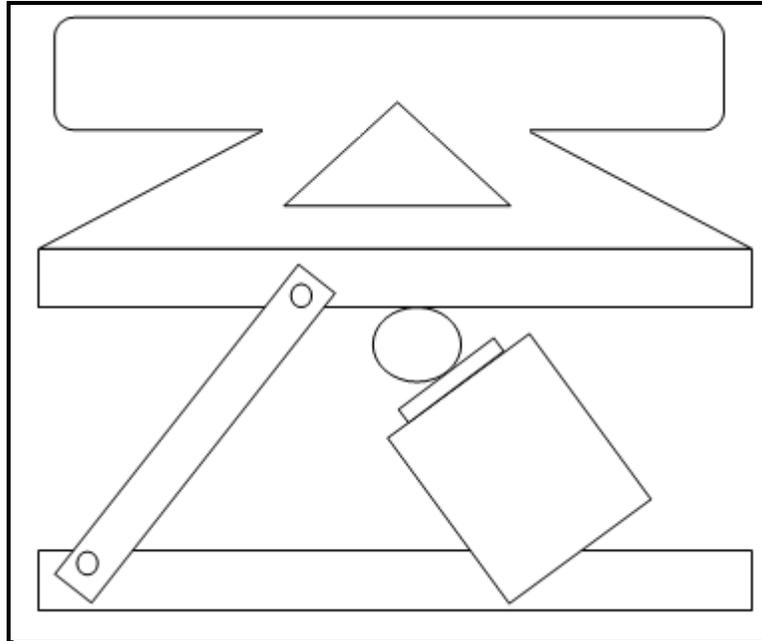


Figura 4.2. Celda de Carga.

En la figura 4.2, se muestra el funcionamiento mecánico para pesar los cilindros. El valor del peso se obtiene, cuando este llega al sensor infrarrojo 1, se envía una señal a la entrada I0.1 del PLC activando la salida Q0.1, está energiza la electroválvula 2, la cual activa el pistón que levanta la estructura mecánica elevando al cilindro de la cadena transportadora, luego de 3 segundos que el cilindro ya se encuentra con su peso original, se registra el valor del peso y la electroválvula se des energiza, dejando al cilindro sobre la cadena para que pueda llegar a la siguiente etapa del proceso que es el de las impresiones.

3) Etapa de sujeción del cilindro

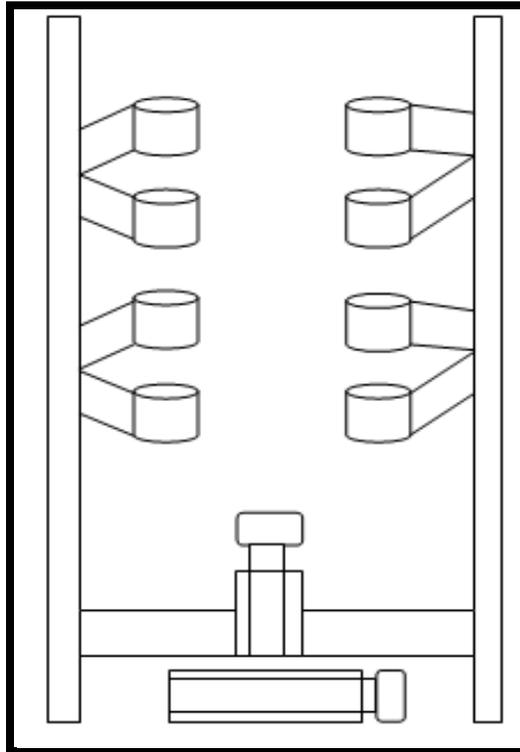


Figura 4.3. Levantamiento y Sujeción del Cilindro.

En la figura 4.3 se esquematiza el funcionamiento mecánico para sujetar al cilindro antes de realizar el proceso de impresión de la tara y el logo. Cuando el cilindro es detectado por el sensor infrarrojo 2, se activa la entrada I0.2 activando la salida Q0.2, la cual energiza a la electroválvula 3 que comanda el funcionamiento del pistón vertical, este levanta al cilindro de la cadena. Luego de un segundo de espera se activa la salida Q0.3 energizando la electroválvula 4, que comanda al pistón horizontal, el cual a través de un sistema mecánico coloca a los 4 brazos sobre el cilindro, sujetándolo de tal forma que no se pueda mover cuando se realice las impresiones.

4) Etapa de selección de la tara

Esta etapa se conforma por un motor de CC el cual tiene un juego de engranajes para aumentar su torque. Además posee un control de velocidad, por medio de un potenciómetro. En su eje se colocará el capuchón que contiene las plantillas de los distintos valores de las taras. Su funcionamiento será de la siguiente manera:

Al obtener el peso del cilindro se activará la salida Q0.6 del PLC haciendo girar al motor hasta que llegue a la plantilla que corresponde a este valor. Para posicionarlo se utilizan dos sensores inductivos.

- El primer sensor inductivo está conectado a la entrada I0.3, es el que da los pulsos hacia el contador dentro del programa del PLC, sirve para posicionar el valor de la tara.
- El segundo sensor inductivo posiciona las plantillas en un punto inicial, sirve para garantizar la calibración de las plantillas al comienzo del proceso y al final de cada selección de tara, este sensor está conectado a la entrada I0.4. Una vez que se imprima el valor de la tara en cada cilindro, este regresa a su posición inicial invirtiendo su giro activando la salida Q0.7.

5) Etapa de impresión de la tara y el logo

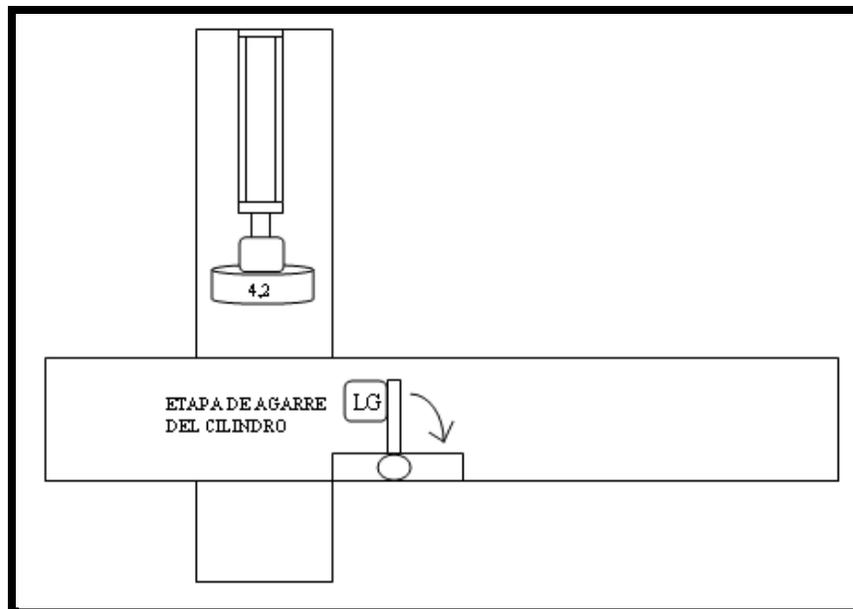


Figura 4.4. Etapa de Impresión de la tara y el logo.

En esta etapa como se puede observar en la figura 4.4, luego que el cilindro se encuentra agarrado con los brazos neumáticos se activa la salida Q0.4, energizando la electroválvula 5 permitiendo que el pistón de la plantilla de la tara baje hacia la asa del cilindro y que el pistón rotacional que sostiene la plantilla del logo se apegue hacia la parte posterior del mismo, estos dos pistones se encuentran conectados neumáticamente con una **T** para hacerlos funcionar simultáneamente. Luego de un

segundo se activa la salida Q0.5 la cual energiza la electroválvula que acciona las dos pistolas automáticas de pintura que son controladas por tiempo en el programa del PLC. Luego que se imprime el valor de la tara y el logo se desactivan las salidas Q0.5, Q0.4, Q0.3 y Q0.2 dejando nuevamente al cilindro libre sobre la cadena transportadora para que sea transportado hacia la última etapa del proceso.

6) Etapa de expulsión del cilindro

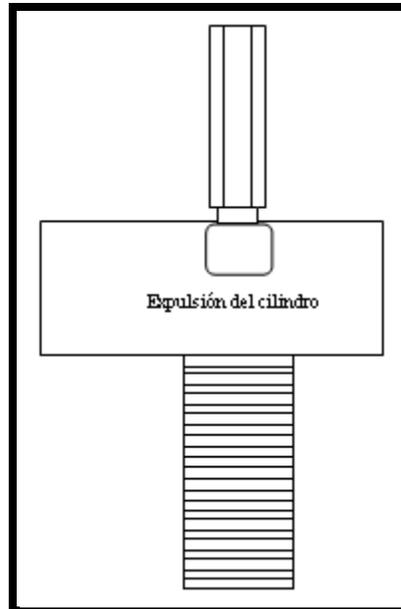


Figura 4.5. Expulsión del cilindro de la cadena transportadora.

Como se muestra en la figura 4.5, cuando el cilindro es detectado por el sensor infrarrojo 3 se activa la salida Q1.0, la misma que energiza a la electro válvula 6 permitiendo que el pistón se active por 2 segundos enviando al cilindro hacia una meza de rodillos sacándolo de la cadena transportadora.

4.2. Aplicación y Descripción del Funcionamiento de la Automatización

- **Aplicación:**

La aplicación que tiene este proyecto es para imprimir de manera automática la tara, que es el valor del peso del cilindro vacío, como también para imprimir el logo de la empresa embazadora detrás del mismo, optimizando el tiempo del pintado de cada cilindro y evitando que el personal que realiza este trabajo estén expuestos a los gases

emanados por la pintura durante la jornada de trabajo. Con esta automatización se podrá tener un control del registro de la producción diaria: número de cilindros producidos, peso en kg, tiempo de impresión y la fecha. Estos datos se almacenan en hojas electrónicas de Excel.

- **Funcionamiento:**

El funcionamiento general del proyecto inicia cuando los cilindros ya pintados se colocan sobre la cadena transportadora de la máquina, estos avanzan hasta los brazos neumáticos, como se muestra en la figura 4.1. El operador debe presionar el pulsante de inicio (anexo 3), en caso de no estar calibrada la plantilla de las taras, primero se calibrarán y luego se debe presionar nuevamente el pulsante de inicio. De esta manera iniciará el proceso abriendo los brazos para permitir el paso del cilindro, estos se cierran automáticamente después de tres segundos para evitar que pasen dos a la vez. Al llegar el cilindro al primer sensor infrarrojo, se levanta el soporte de la celda de carga para adquirir el valor del peso del mismo, luego este se compara en las tablas dentro del programa del PLC y el motor de CC (figura 4.6) comienza a mover la plantilla, comparando el valor establecido en el contador con el valor que entrega el sensor magnético, cuando estos son iguales el motor se detiene, dejando calibrado el valor del peso en la plantilla.



Figura 4.6. Motor de CC para mover las plantillas.

Mientras se realiza la selección de la plantilla, el cilindro se baja del soporte de la celda de carga y sigue su recorrido por la cadena hasta llegar al segundo sensor infrarrojo, en donde se lo levanta nuevamente de la cadena mediante un pistón que se encuentra abajo de la base del cilindro y se cierran los cuatro brazos neumáticos para sujetarlo, como se muestra en la figura 4.3, una vez cerrado los brazos el pistón que sostiene las plantillas, baja hacia la asa del cilindro y el actuador neumático rotacional que sostiene la plantilla del logo, se apega al cilindro por la parte posterior del mismo, después de un segundo se activan las pistolas de pintura, dejando impreso el valor de la tara y el logo, como se puede apreciar en le figura 4.7.



Figura 4.7. Cilindro impreso la tara y el logo

Después de este proceso se levanta el pistón de las plantillas y el del logo se va hacia la parte lateral de la máquina, luego se abren los cuatro brazos de sujeción y el pistón de la base se desactiva, permitiendo que el cilindro siga en la cadena transportadora, una vez que el motor de CC con las plantillas regresan a su posición inicial, los brazos que retienen los cilindros se abren automáticamente, para que sé de paso al siguiente, al cilindro que ya se le imprime la tara y el logo cuando llega al tercer sensor infrarrojo esté es expulsado de la cadena, quedando listo para ser retirado por el operador. En caso de que el cilindro no esté con su peso dentro del rango determinado (14.1Kg a 15.8Kg), al bajar de la celda de carga, el cilindro pasara sin ser retenido por la etapa de impresiones y será expulsado cuando llegue al tercer sensor infrarrojo; aquí será revisado por parte del operador.

Todo el proceso estará visualizado en la pantalla del computador del gerente de producción (figura 4.8) y los datos adquiridos como el peso y el número del cilindro estarán directamente almacenados en su computador.



Figura 4.8. Pantalla de visualización gráfica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El proyecto implementado para realizar la impresión de la tara y el logo en los cilindros de gas producidos por la fábrica INSERMET S.A., tiene muchos beneficios al realizarlo de forma automática.

Al pesar el cilindro después que pase por la cabina de aplicación de pintura y del horno se obtiene el peso real del mismo, ya que al hacerlo de forma manual después de pasar por la prueba hidrostática y la granalla se cometen errores, el peso es alterado por el difícil proceso de sacar toda el agua dentro del cilindro al realizarle las respectivas pruebas de fuga. Además ya no se trabajará con valores aproximados en el peso de la pintura que lleva cada cilindro, si no que ahora se pesará directamente al cilindro pintado, evitando así errores en el valor final de su peso.

El tiempo de selección de la tara puede modificarse, dependiendo del requerimiento que se tenga, ya que el motor de CC puede variar su velocidad sin necesidad de alterar ningún parámetro en el programa principal del PLC, únicamente se necesita mover el potenciómetro que se encuentra en la parte posterior en el tablero de conexiones como se muestra en el anexo 11.

Al trabajar con las pistolas automáticas de pintura, el personal ya no estará expuesto a los diferentes gases emanados por la pintura durante la jornada de trabajo.

Al tener los registros de producción de forma directa en el computador se ahorra tiempo y se evita cualquier tipo de error humano. Además este sistema automatizado de impresión, facilita la revisión y manipulación de los datos, al tenerlos ya de forma digital en hojas electrónicas.

RECOMENDACIONES

Tener presente que, en el circuito acondicionador de la celda de carga (anexo 12) cuando empieza a oscilar el led uno, significa que la celda esta descalibrada por lo que es necesario presionar el pulsante uno, por dos segundos para acerarla y así nuevamente lograr su calibración.

Antes de iniciar el funcionamiento de la máquina de pintura, se debe arrancar el software de LabVIEW y el PC Access S7-200 para poder enlazar las variables entre el PLC y la PC. Para almacenar los datos del proceso, al arrancar el software LabVIEW, es necesario determinar la dirección donde se desea guardar la información dentro de la PC y para finalizar el mismo se debe pulsar el botón STOP.

Cuando se realice un proyecto dentro de una fábrica, es recomendable trabajar con dispositivos robustos y que soporten cualquier tipo de alteración en la alimentación de su voltaje, debido a que están expuestos a perturbaciones electromagnéticas, por el uso simultáneo de maquinaria eléctrica.

Los elementos electrónicos son frágiles frente al ruido que se presenta en la red eléctrica, por lo cual sufren distorsiones en su funcionamiento. Si en el proyecto es necesario utilizar tarjetas electrónicas, se las debe diseñar con un buen filtrado y trabajar con fuentes aisladas.

BILIOGRAFIA

- [1] LOYOLA Iván, “Automatización”,
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm> [Consulta 27 de Enero del 2012]
- [2] Ing. R. MODESTI Mario “Actuadores Dispositivos Neumáticos”.
<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT2/UNI3300.pdf>
[Consulta 10 de Febrero del 2012]
- [3] TOLOCKA Ernesto “Curso de introducción a la Neumática”.
<http://es.scribd.com/doc/35532718/Neumatica-4-Valvulas-Neumaticas>
[Consulta 12 de Febrero del 2012]
- [4] NEUMATICA. Circuitos neumáticos básicos para control y automatización.
<http://guindo.pntic.mec.es/crangil/neumatica.htm> [Consulta 13 de Febrero del 2012]
- [5] BUENO Antonio. Unidad didáctica “Neumática e Hidráulica”.
http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html
[Consulta 16 de Febrero del 2012]
- [6] SCADA. “Supervisory, Control and Data Acquisition”.
<http://html.rincondelvago.com/scada.html> [Consulta 25 de Marzo del 2012]
- [7] SIEMENS AG. Manual de sistema, controlador programable S7-1200.
Alemania. 11/2009. A5E02486683-0.
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/Manual%20de%20sistema%20SIMATIC%20S7-1200%20Ed.2009-11.pdf
[Consulta 15 de Enero del 2012]
- [8] SIEMENS. ProductSupport. ¿Cómo se puede acceder a un PLC S7-1200 mediante un PC Access y que se debe tener en cuenta?

<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objId=26435986&load=treecontent&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csview&extranet=standard&viewreg=WW> [Consulta 29 de Marzo del 2012]

[9] SIEMENS AG. SIMATIC S7-1200 Easy Book. Alemania 11/2009.A5E02486778-01.http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_S71200%20_EasyBook.pdf [Consulta 30 de Marzo del 2012]

[10] NATIONAL INSTRUMENTS. LabVIEW Advanced Course Manual.Mayo/2001.
http://www.inele.ufro.cl/apuntes/LabView/Manuales/Introduccion%20_A%20_Labview%20_Entorno.pdf [Consulta de 5 Abril del 2012]

[11] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. Buffered Network-Published Shared Variables: Components and Architecture.
<http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/12176> [Consulta 5 de Abril del 2012]

[12] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. Conecte LabVIEW a Cualquier PLC. <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/7906>
[Consulta 6 de Abril del 2012]

[13] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. Conecte LabVIEW a Cualquier PLC Utilizando OPC. [Video].
<http://zone.ni.com/wv/app/doc/p/id/wv-475> [Consulta 7 de Abril del 2012]

[14] NATIONAL INSTRUMENTS.NI Developer Zone.LabVIEW 2009 Shared Variable Examples. <https://decibel.ni.com/content/docs/DOC-7804>
[Consulta 10 de Abril del 2012]

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de conexión eléctrica del PLC S7-1200 AC/DC/Relay.

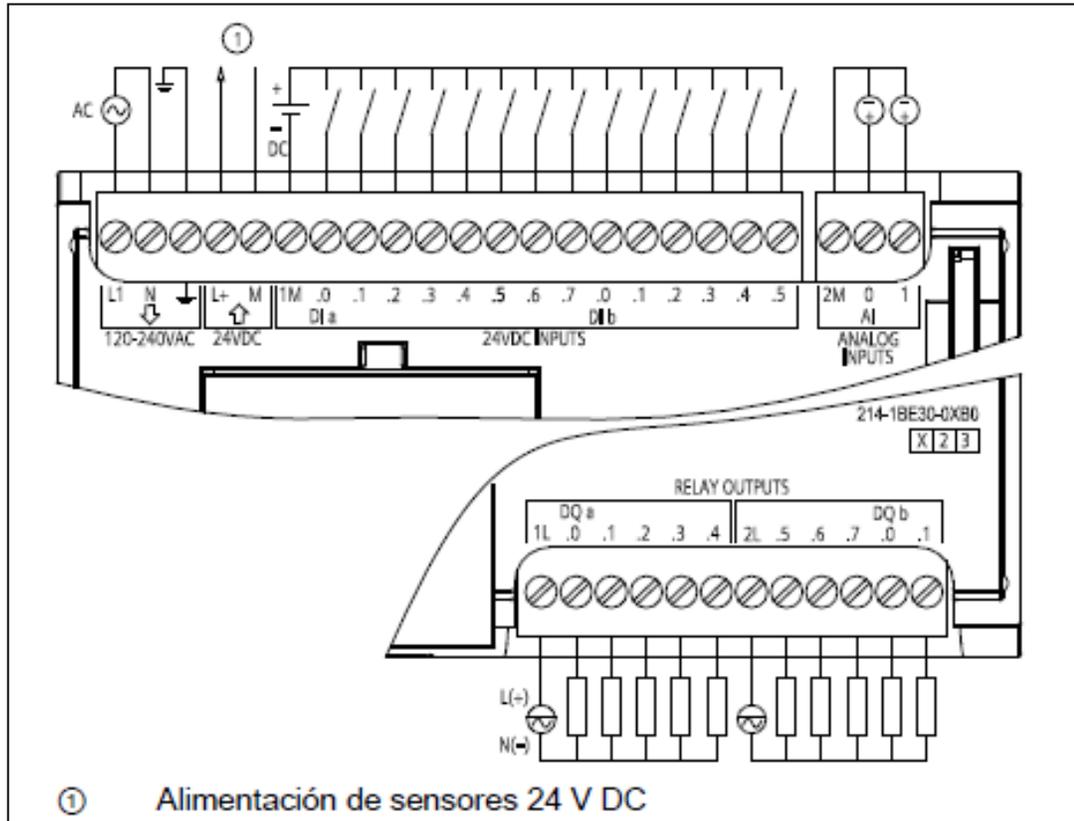


Figura A1.1. Diagrama de conexión eléctrica de un PLC S7-1200 AC/DC/Relay
Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0.

Anexo 2. Representación mecánica y descripción de las partes que forman la máquina de pintura.

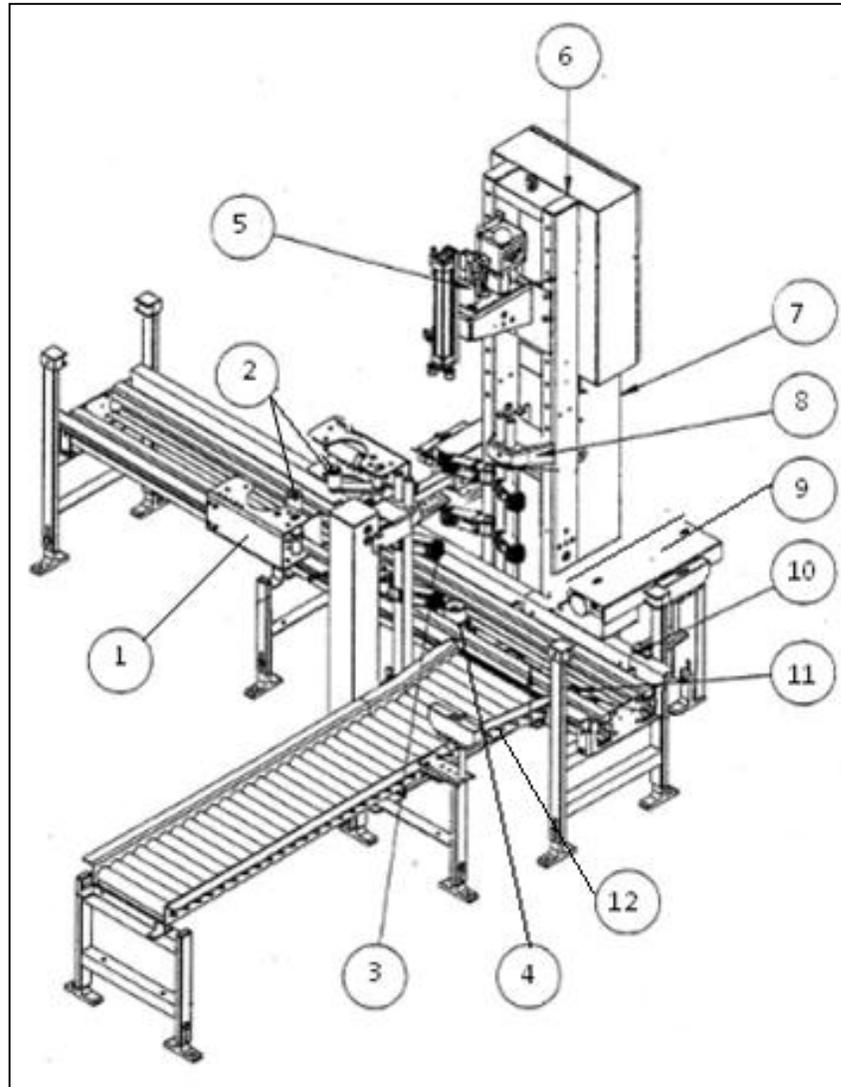


Figura A1.2. Representación mecánica de la máquina de pintura.

Descripción de las partes mecánicas:

1. Soporte de los pistones, para los brazos neumáticos.
2. Brazos para detener el cilindro.
3. Brazos de agarre del cilindro.
4. Pistón para levantar al cilindro de la cadena.
5. Pistón para bajar y subir la plantilla de la taras.
6. Tablero de conexiones eléctricas.
7. Tablero de conexiones neumáticas.
8. Ejes para mover los brazos de agarre.
9. Pistón para expulsar el cilindro de la cadena.
10. Guías para la cadena.
11. Cadena transportadora.
12. Meza de rodillos para sacar al cilindro de la línea.

Anexo 3. Imagen física de la máquina de pintura construída.

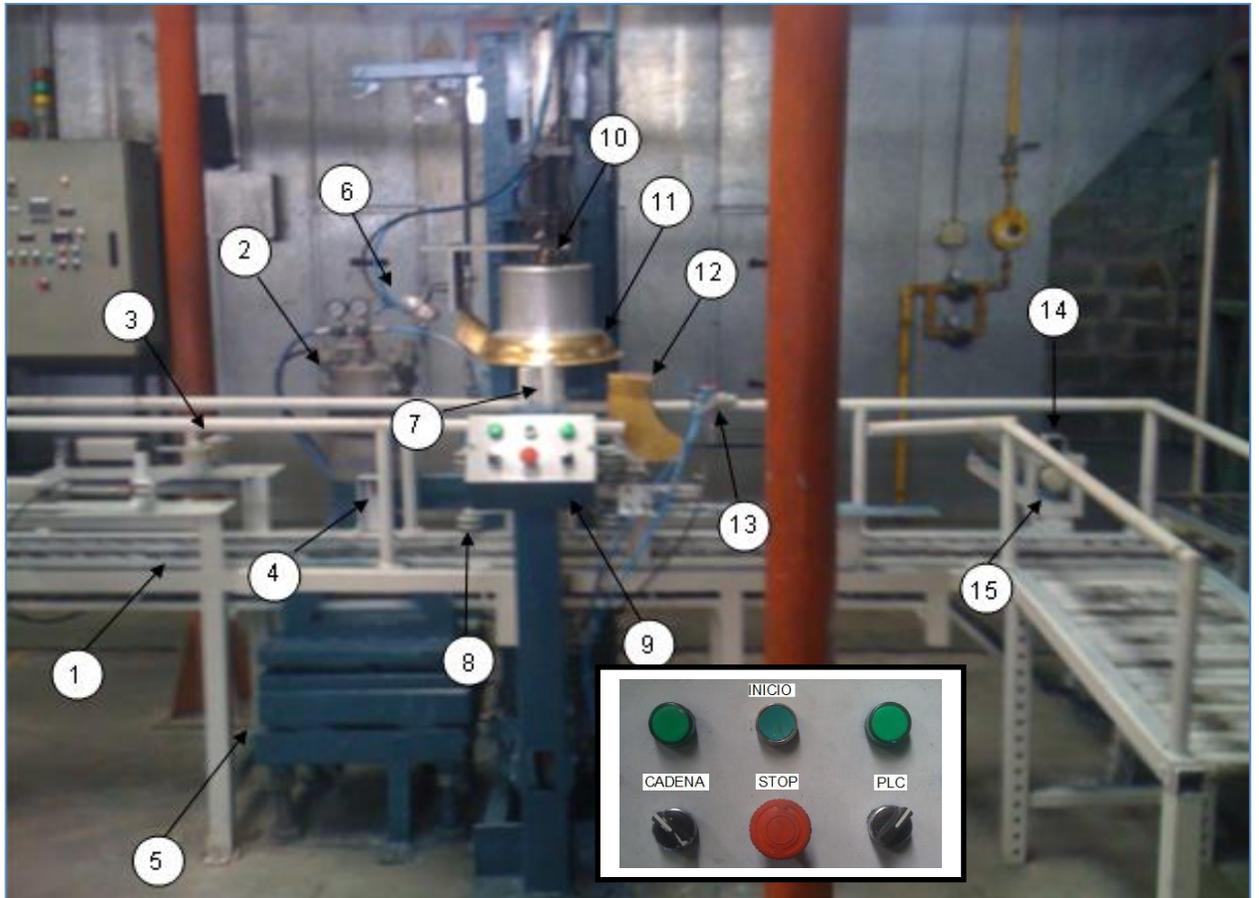


Figura A1.3 Imagen física de la máquina de pintura.

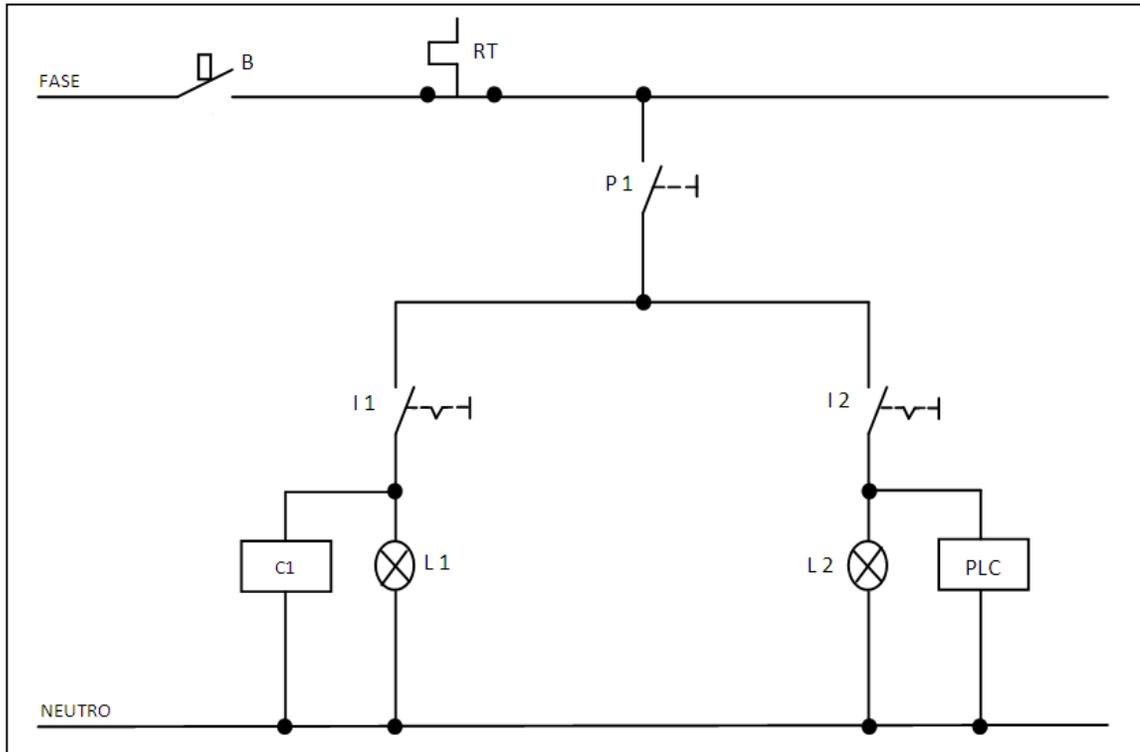
Descripción de las partes de la máquina de pintura.

1. Cadena transportadora.
2. Marmita de pintura.
3. Brazos de detención del cilindro.
4. Sensor infrarrojo 1.
5. Celda de carga
6. Pistola de pintura para imprimir la tara.
7. Sensor infrarrojo 2.
8. Brazos de sujeción del cilindro.
9. Tablero de control.
10. Sensor inductivo para seleccionar la tara.
11. Plantilla de taras.
12. Plantilla del logo.
13. Pistola de pintura para imprimir el logo.
14. Sensor infrarrojo 3.
15. Pistón para expulsar el cilindro.

Anexo 4. Tabla de descripción de las entradas y salidas del PLC S7-1200.

PLCS7-1200	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Entrada I0.0	Pulsante Inicial	Calibra la plantilla e inicia el proceso
Entrada I0.1	Sensor Infrarrojo 1	Inicia la etapa de pesado del cilindro
Entrada I0.2	Sensor Infrarrojo 2	Inicia la etapa de impresiones
Entrada I0.3	Sensor Magnético 1	Realiza la selección de la tara
Entrada I0.4	Sensor Magnético 2	Controla la calibración inicial de las plantillas y el paro del motor
Entrada I0.5	Sensor Infrarrojo 3	Inicia la expulsión del cilindro
Entrada AI0	Sensor de peso	Recepta la señal de la celda carga
Salida Q0.0	Electro válvula 1	Controla el P1-P2 de los brazos neumáticos
Salida Q0.1	Electro válvula 2	Controla el P3 que levanta la balanza
Salida Q0.2	Electro válvula 3	Controla el P4 que levanta al cilindro
Salida Q0.3	Electro válvula 4	Controla el P5 de los brazos de sujeción
Salida Q0.4	Electro válvula 5	Controla el P6-P.rot.7 para impresiones
Salida Q0.5	Electro válvula 7	Controla las pistolas de pintura
Salida Q0.6	Relé 1	Energiza al motor en sentido horario
Salida Q0.7	Relé 2	Realiza la inversión de giro del motor
Salida Q1.0	Electro válvula 6	Controla al P8 para la expulsión del cilindro

Tabla A1.1 Descripción de las entradas y salidas del PLC S7-1200

Anexo 5. Diagrama eléctrico del tablero de control de la máquina de pintura.**Figura A1.4.** Diagrama eléctrico del tablero de control.

- B: Breaker.
- RT: Relé térmico.
- P1: Pulsante de emergencia (rojo).
- I1: Interruptor del motor.
- I2: Interruptor del PLC.
- C1: Contactor para encendido del motor.
- PLC: Encendido del PLC.
- L1: Luz piloto para encendido del motor.
- L2: Luz piloto para encendido del PLC.

Anexo 6. Circuito de fuerza del motor trifásico que mueve la cadena transportadora.

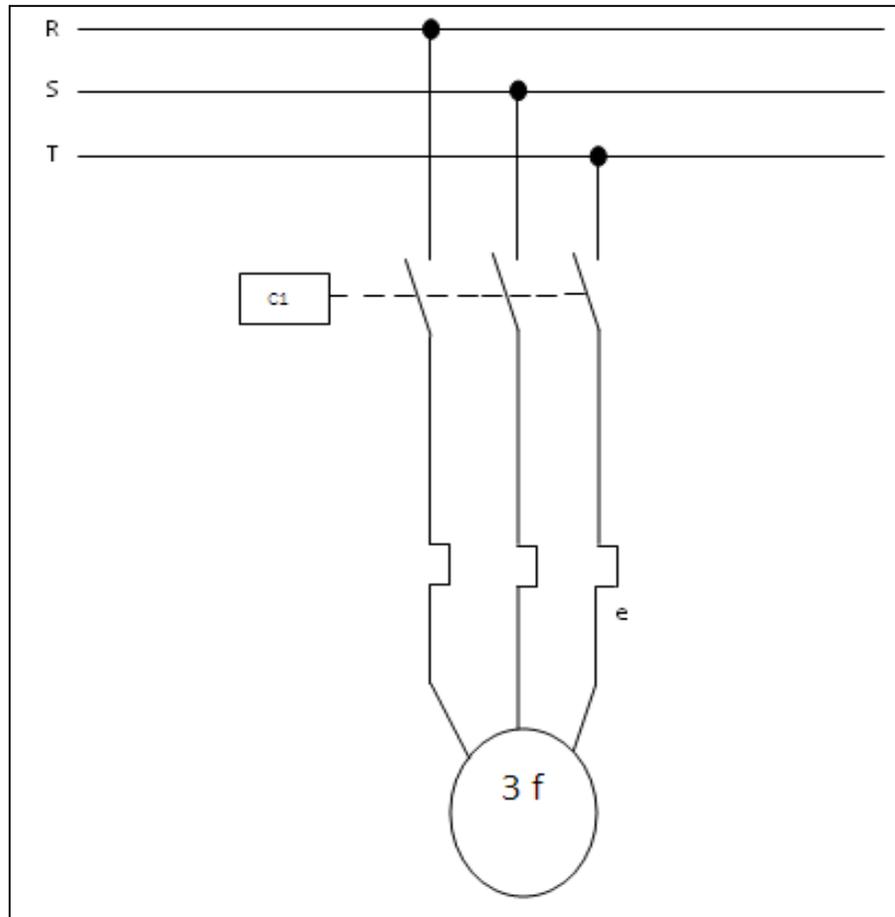


Figura A1.5. Circuito de fuerza del Motor trifásico.

Anexo 7. Diagrama eléctrico de la conexión de los relés para el funcionamiento del motor de CC para seleccionar la tara.

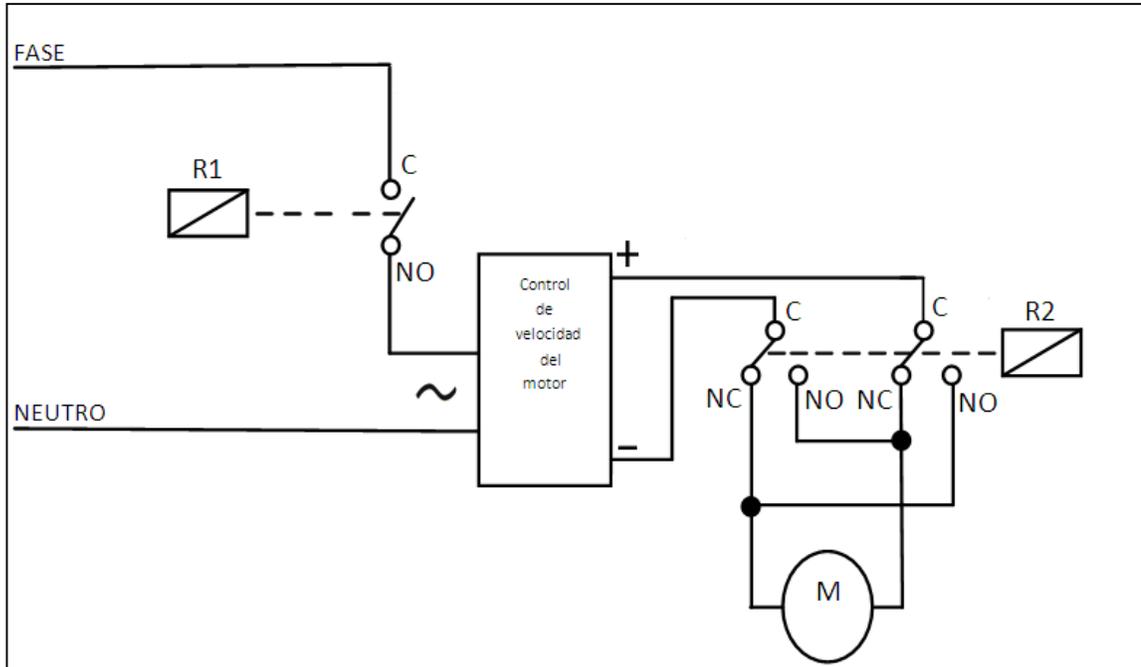


Figura A1.6. Conexión eléctrica de los relés para el funcionamiento del Motor de CC.

Cuando se energiza el relé (R1), el motor realiza su movimiento en sentido horario y cuando se energiza el relé (R1) y el relé (R2) a la vez este invierte su sentido de giro, debido al cambio de polaridad del voltaje en su alimentación. La tarjeta electrónica del motor también ayuda a controlar la velocidad del mismo a través de un potenciómetro.

Anexo 8. Esquema de conexión neumático.

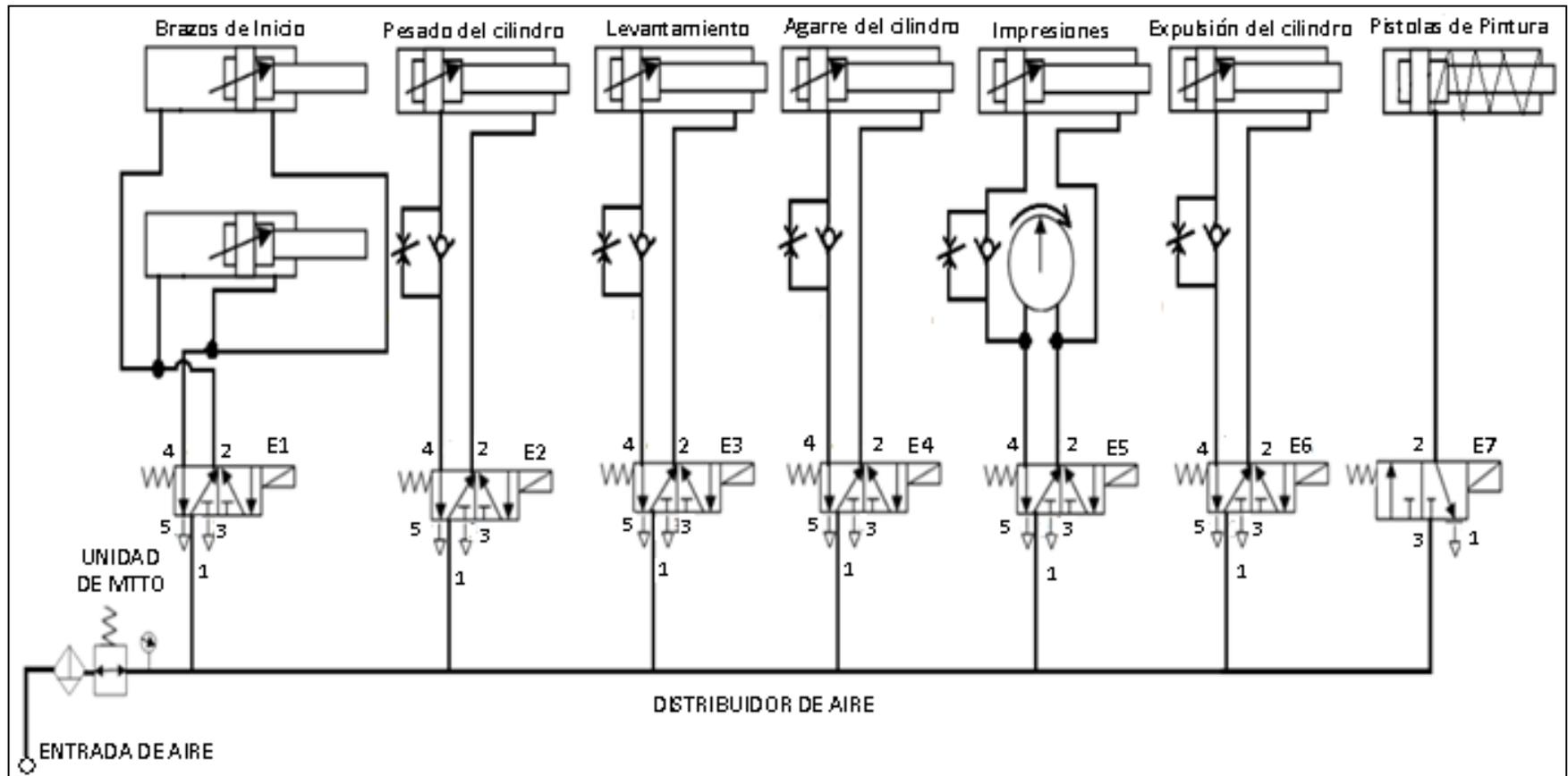


Figura A1.7. Diagrama de conexiones neumáticas.

Anexo 9. Diagrama de flujo para la programación del PLC S7-1200 en el software STEP 7 Basic.

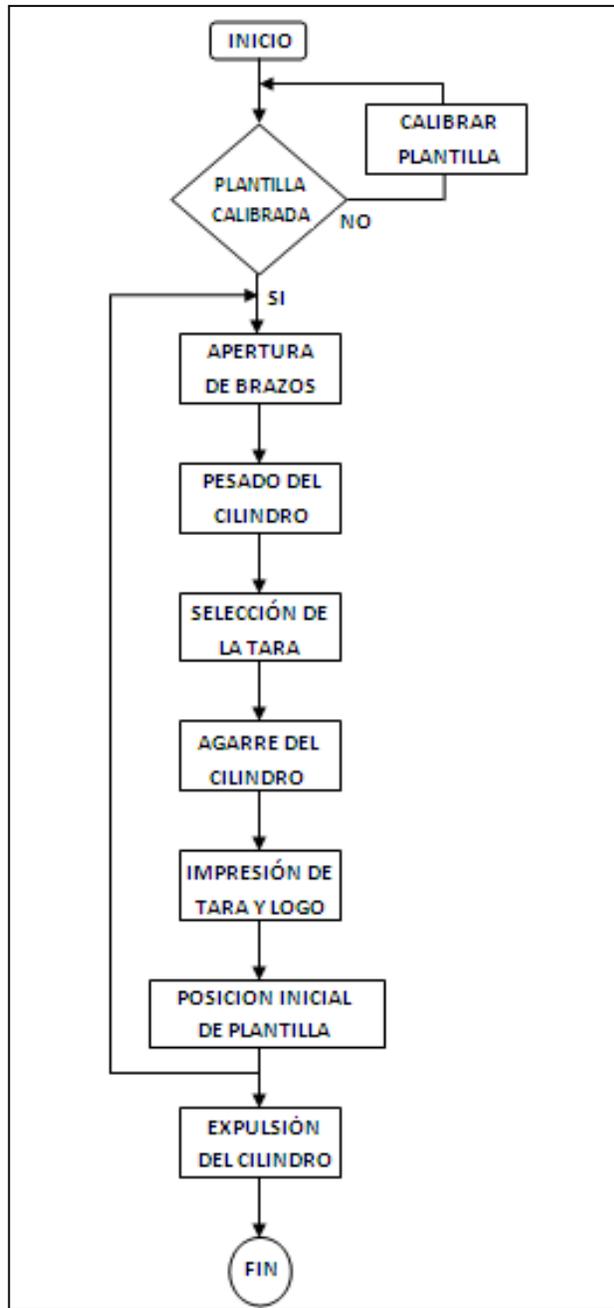


Figura A1.8. Diagrama de flujo para la programación del Software STEP 7 Basic.

Anexo 10. Imagen y descripción de la pantalla gráfica, para la visualización de las variables del proceso, en el panel frontal del Software de LabVIEW.

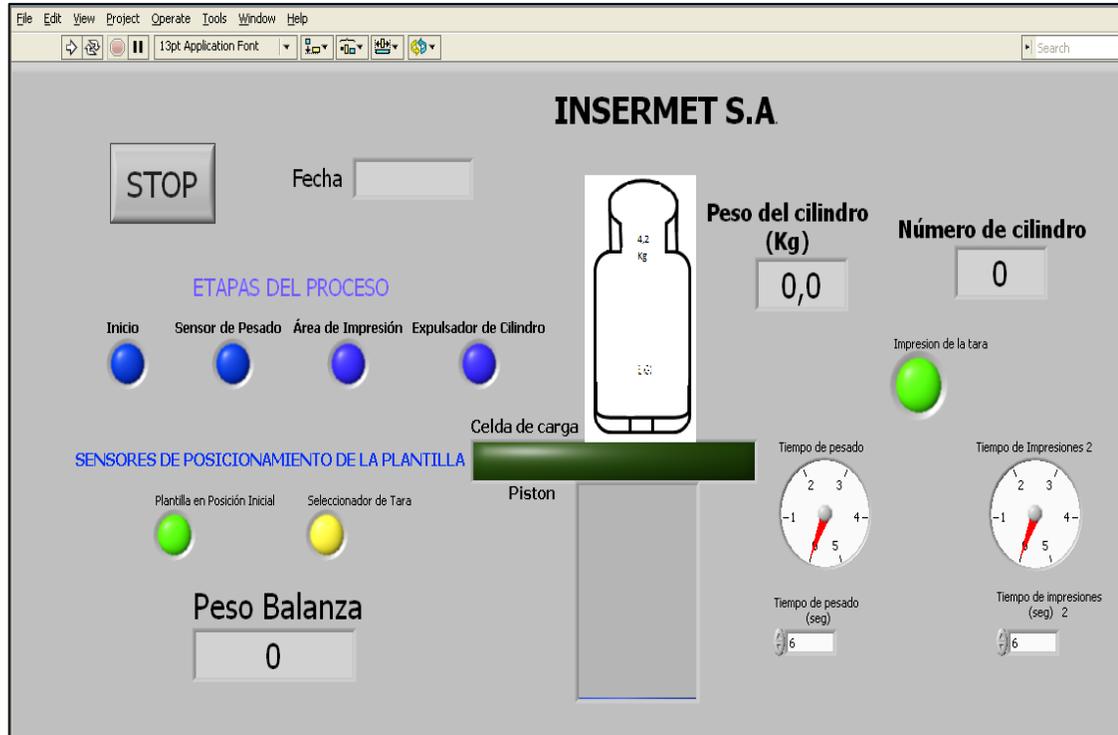


Figura A1.9. Panel frontal del software deLabVIEW.

En el panel frontal se encuentran los indicadores booleanos, para visualizar cada una de las etapas por las que va pasando el cilindro y también para observar que los sensores que controlan la calibración y el posicionamiento de las plantillas estén funcionando correctamente. Además tiene dos indicadores booleanos para visualizar la etapa de pesado del cilindro, cuando se lo levanta de la cadena para obtener su peso neto, se activan los indicadores que tienen el nombre de (Pistón y Celda de Carga). Para observar el peso real de la balanza, el peso neto del cilindro, el número de cilindro y la fecha se tienen indicadores numéricos los cuales se los distingue por su respectivo nombre. Los dos indicadores numéricos tipo reloj sirven para visualizar el tiempo empleado para pesar el cilindro y el tiempo empleado para la impresión de la tara y el logo en el mismo. El control booleano de (STOP) sirve para detener el programa una vez finalizado el proceso del pintado.

Anexo 11. Imagen y descripción del tablero de conexiones eléctricas de la máquina de pintura.

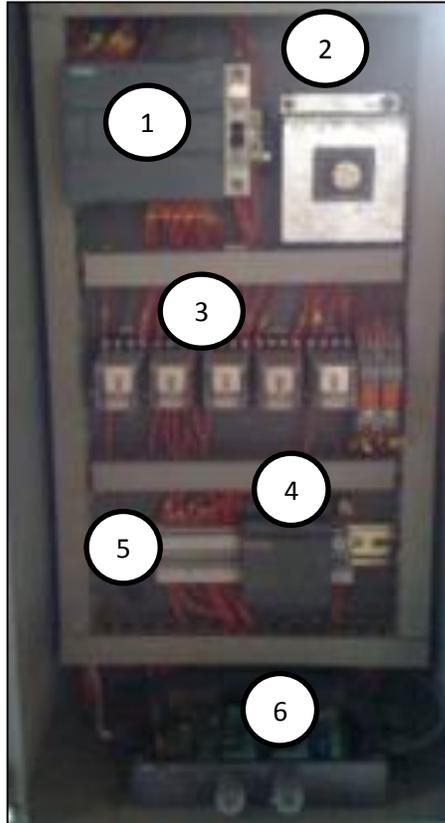


Figura A1.10. Tablero de conexiones eléctricas de la máquina de pintura.

1. PLC S7 1200
2. Control de velocidad del motor de CC
3. Relés para el control de movimiento del motor de CC
4. Fuente de alimentación de 24v para sensores.
5. Borneras para conectar las salidas del PLC con las electroválvulas.
6. Tarjeta electrónica para el acondicionamiento de la celda de carga.

Anexo 12. Imagen de la PCB del circuito electrónico, para el acondicionamiento de la celda de carga.

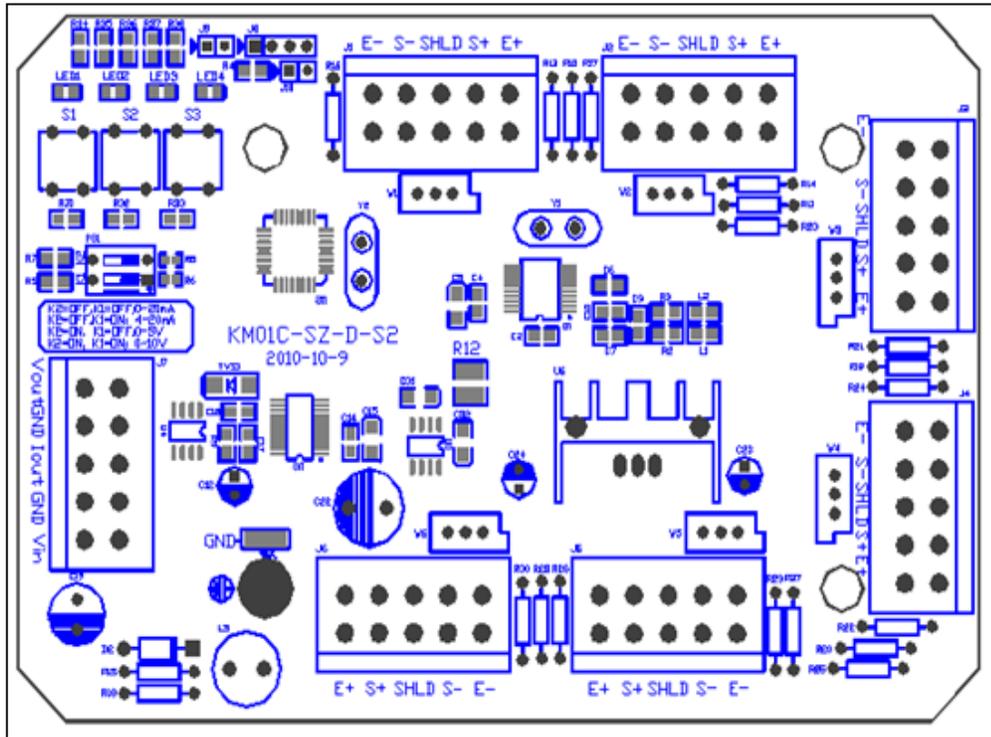


Figura A1.11 PCB del circuito electrónico para el acondicionamiento de la celda de carga.