



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS**

**PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA EN  
ELECTRICIDAD, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**PROGRAMACION PARA EL CONTROL AUTOMATICO DE  
TRASPASO DE TUBOS EN UN PROCESO DE RANURADO**

**Proyecto de grado**

**Previa la obtención del Título de:**

**TECNOLOGO EN MECATRONICA**

**Presentado por:**

**MARCOS ADRIÁN MERCHÁN ANCHUNDIA**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2013**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico principalmente a mis padres, quienes son el pilar fundamental para seguir avanzando tanto en lo espiritual como en lo profesional y a mis hermanos, por estar continuamente apoyándome en cada paso de mi vida.

**Marcos Adrián Merchán Anchundia**

## **AGRADECIMIENTOS**

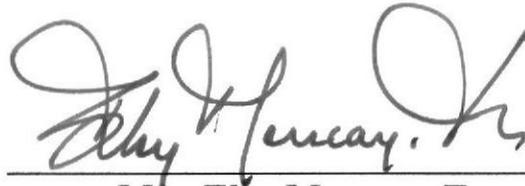
Agradezco infinitamente a Dios por la fortaleza y sabiduría que me ha dado, para de esta manera poder culminar con éxito esta carrera.

A mis padres, ya que sin su apoyo en el arduo camino que me ha tocado recorrer, no habría podido llegar a ser el profesional de provecho que soy ahora.

A los profesores, quienes con empeño y dedicación me impartieron su conocimiento y de quienes también aprendí la dedicación y responsabilidad que debemos ponerle a cada cosa a lo largo de nuestra carrera profesional.

**Marcos Adrián Merchán Anchundia**

**TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**



---

**Msc. Eloy Moncayo T.  
DIRECTOR DEL INTEC-PRESIDENTE**



---

**Lic. Camilo Arellano A.  
DIRECTOR DE PROYECTO**



---

**Lic. Diego Muso P.  
PROFESOR VOCAL DEL PROYECTO**

## DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Grado, corresponde exclusivamente al autor; y al patrimonio intelectual de la misma ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

  
Marcos Adrián Merchán Anchundia

## **RESUMEN**

Con la finalidad de mejorar la efectividad de la producción de la empresa se programó un autómata de acuerdo al proceso de ranurado, el cual era efectuado de manera manual por los operarios y para ello se dispuso la manera de hacerlo de forma automática.

Es de mucha importancia implementar un proceso con un autómata ya que además de beneficiar a la empresa con la producción y efectividad le brinda mayores ingresos económicos.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN .....	iv
DECLARACION EXPRESA .....	v
RESUMEN .....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
CAPÍTULO 1.....	1
1 GENERALIDADES .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	3
CAPÍTULO 2.....	4
2 ESTUDIO DEL PROCESO .....	4
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	4
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS PARTES A AUTOMATIZAR.....	7
2.3 DEFINICIÓN DE SEGURIDADES, ELEMENTOS DE MANEJO Y VISUALIZACIÓN .....	9
2.4 DESARROLLO DE ESQUEMA DE CONFIGURACIÓN PARA EL SISTEMA.....	10
CAPÍTULO 3.....	11
3 DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN .....	11
3.1 SELECCIÓN DE PLC E INSTRUMENTACIÓN.....	11
3.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA Y ESQUEMA ELÉCTRICO.....	12
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	21
CONCLUSIONES .....	21
RECOMENDACIONES.....	22
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	23
ABREVIATURAS.....	24
ANEXOS .....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1: Descripción del proceso para ranurado de tubos. ....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 2: Máquina Ranuradora de tubos .....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 3: Ranurado de tubo .....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 4: Definición de áreas de proceso. ....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 5: Panel de mando.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 6: Esquema de configuración.....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 7: Descripción de entradas y salidas. ....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 8: Diagrama de control.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 9: Diagrama de fuerza. ....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 10: Diagrama neumático. ....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 11: Diagrama de conexión del PLC.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 12: Partes del proceso de ranurado.....</b>	<b>25</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Áreas y aparatos correspondientes al proceso. ....	8
Tabla 2: Elementos electroneumáticos. ....	19



## **CAPÍTULO 1**

### **1 GENERALIDADES**

#### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Las tecnologías que triunfan en el mercado son aquellas que ofrecen las mejores ventajas y seguridad a los clientes, cada vez se están acabando con tecnologías cerradas; que en un mundo en proceso de globalización, es imposible que sobrevivan, a nivel industrial se está dando un gran cambio, ya que no solo se pretende trabajar con la afinidad de la instrumentación y el control automático, sino que existe la necesidad de mantener históricamente información de todos los procesos, además que esta información este también en tiempo real y que sirva para la toma de decisiones y se pueda así mejorar la calidad de los procesos. (Asensio & Arbós, 2006)

Las condiciones extremas a nivel industrial requieren de equipos capaces de soportar elevadas temperaturas, ruido excesivo, polvo, humedad y demás condiciones adversas; pero además requiere de personal, capaz de ver globalmente el sistema de control y automatización industrial junto con el sistema de red digital de datos. (Asensio & Arbós, 2006).

En el proyecto se utilizó Step7 Micro Win para S7-200, el cual es el más versátil de todos y ofrece un gran número de servicios útiles para el control de un proceso. STEP 7-Micro/WIN es un práctico y fácil software diseñado para la creación de un control y mantenimiento de autómatas programables SIMATIC S7-200.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

El objetivo general de este proyecto fue la implementación de un sistema simatic step7 que permita el avance y retroceso de los cilindros neumáticos para el control de traspaso de tubos en un proceso de ranurado.

### **Objetivos Específicos**

- Integrar software necesario para un control desarrollado internamente.
- Aumentar la capacidad de producción de ranurado de tubos mediante el sistema de control implementado.
- Escoger una herramienta específica de programación según el Standard IEC 6-1131/3.



### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Las empresas en el Ecuador, especialmente las de grande y mediano tamaño vienen demandando cada vez más, un manejo eficaz y eficiente de todos sus procesos permitidos por la empresa, con el fin de evitar varias acciones que puedan presentar riesgos de seguridad potenciales en el entorno de trabajo en la empresa. Es por esta razón que se necesita llevar un control centralizado de todos los procesos, ya que este no es el problema de una sola empresa.

La implementación de un autómata programable tiene como finalidad mejorar los problemas presentados como: eficiencia, rendimiento, tiempo y sobre todo la reducción de operadores para este proceso, ya que la mayor calidad en los productos se logra mediante la exactitud de las máquinas automatizadas y por la eliminación de los errores propios del ser humano, lo que a su vez repercuten grandes ahorros de tiempo y material al eliminarse la producción de piezas defectuosas.

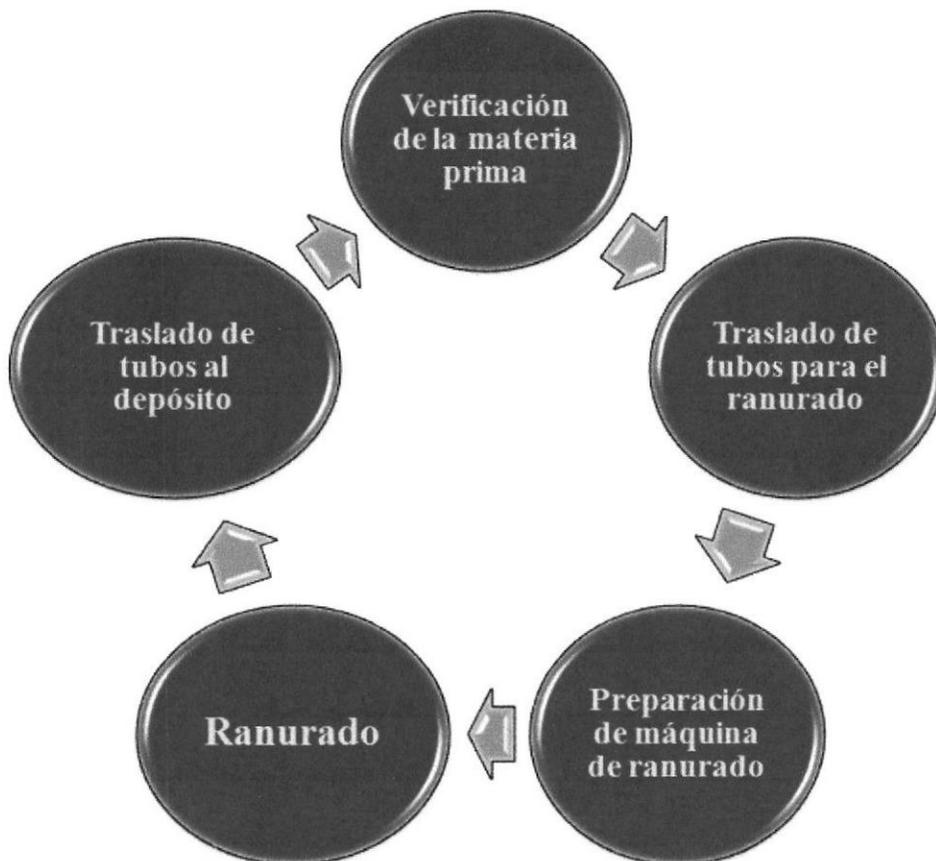
Con lo cual esta solución es aplicable a cualquier empresa dentro o fuera del Ecuador.



## CAPÍTULO 2

### 2 ESTUDIO DEL PROCESO

#### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO



**Figura 1:** Descripción del proceso para ranurado de tubos.

**Fuente:** Elaborado por el autor

### **1.- Verificación de la materia prima.**

Se disponía de un área llamada “Bodega de materia prima” en donde se almacenaban todos los tubos destinados para el proceso de ranurado.

### **2.- Traslado de tubos para el ranurado.**

Los operadores recibían y verificaban que la materia prima llevada por el montacargas sea la necesaria para el proceso. Una vez verificada empezaban a ubicar los tubos de manera que la ranuradora pueda operar sin ningún problema.

### **3.- Preparación de máquina de ranurado**

Cada operador se encargaba de verificar que la maquina se encuentre en perfecto estado de funcionamiento de modo que no se produzca ningún inconveniente durante el proceso.



**Figura 2:** Máquina Ranuradora de tubos

**Fuente:** [www.rothenberger.es/](http://www.rothenberger.es/)



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

#### **4.- Ranurado**

El sistema de la unión ranurada es un método eficiente, compacto, fácil y económico para la instalación de sistemas presurizados.

Para llevar a cabo el proceso el operador introducía el tubo de manera que este quede exactamente dentro de la máquina para luego, que otro operador se encargara de dar marcha a la misma.



**Figura 3:** Ranurado de tubo

**Fuente:** [www.rothenberger.es/](http://www.rothenberger.es/)

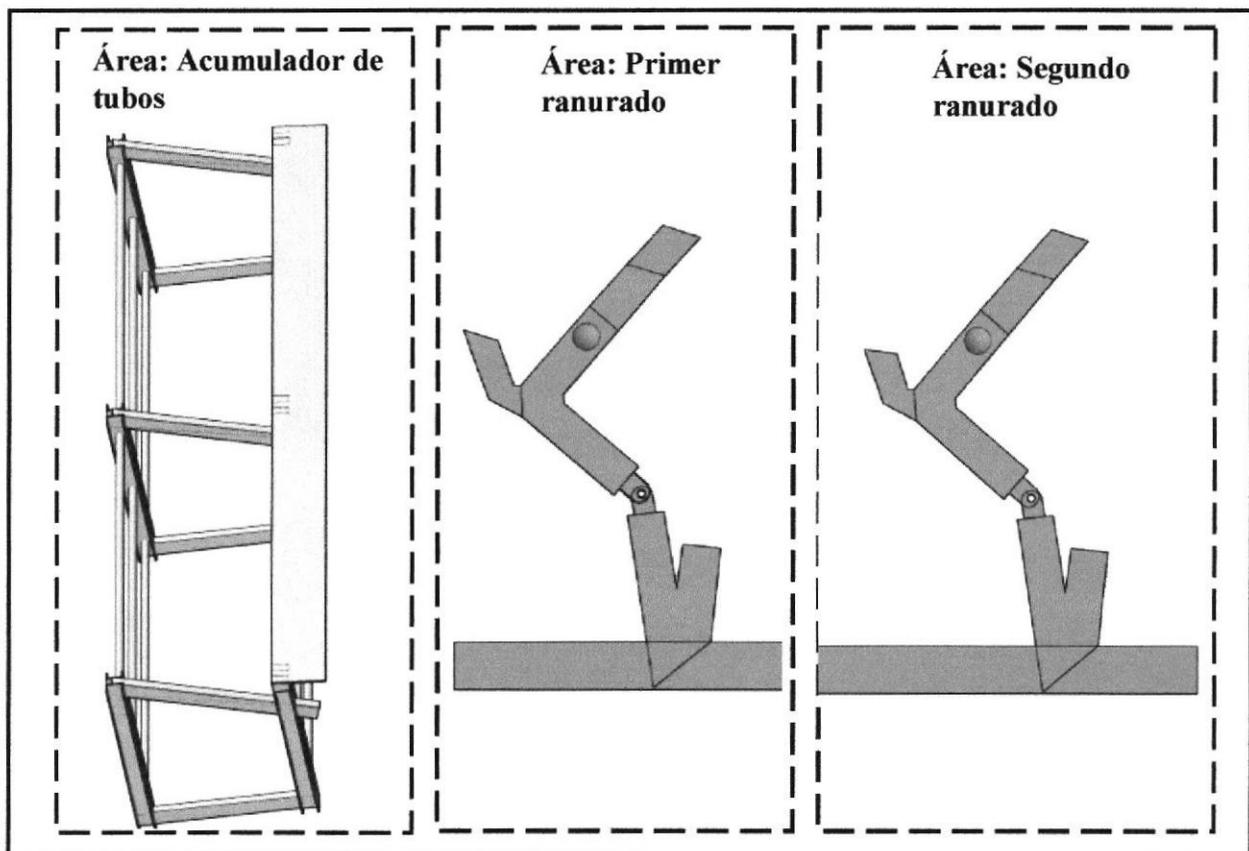
#### **5.- Traslado de tubos al depósito**

Una vez terminado el proceso de ranurado inmediatamente los operadores se encargaban de llevar el tubo procesado a su respectivo depósito cabe recalcar que esto se lo hacía manualmente.

## 2.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS PARTES A AUTOMATIZAR

Una vez presentada la propuesta de implementación de un autómeta para el proceso, identificar la parte a automatizar fue una labor muy sencilla ya que se requería una programación para el control automático de traspaso de tubos para el proceso de ranurado. Para ello se definió el área del proceso de la siguiente manera.

### ÁREAS DEL PROCESO



**Figura 4:** Definición de áreas de proceso.

**Fuente:** Elaborado por el autor

**Tabla 1:** Áreas y aparatos correspondientes al proceso.

<b>Área funcional</b>	<b>Aparatos correspondientes</b>
<b>Acumulador de tubos</b>	Cilindro de simple efecto del acumulador Cilindro de simple efecto de empuje Interruptor magnético tipo reed
<b>Primer ranurado</b>	Cilindro de simple efecto del primer ranurado Cilindro de simple efecto de traslado Sensor de proximidad inductivo de primer ranurado
<b>Segundo ranurado</b>	Cilindro de simple efecto del segundo ranurado Cilindro de simple efecto de traslado a depósito Sensor de proximidad inductivo de segundo ranurado

## 2.3 DEFINICIÓN DE SEGURIDADES, ELEMENTOS DE MANEJO Y VISUALIZACIÓN

### DISEÑO DEL CIRCUITO DE SEGURIDAD

Para el proceso de ranurado de tubos se utilizó el siguiente circuito de seguridad:

- Un pulsador de PARO DE EMERGENCIA que desconecta todas las salidas del PLC.
- Una entrada del autómatas capta el estado del pulsador de PARO DE EMERGENCIA.

### PANEL DE MANDO

El proceso de ranurado de tubos se pone en marcha a través de un interruptor localizado en el panel de mando. El panel de mando dispone de elementos de señalización que informa sobre su funcionamiento.



**Figura 5:** Panel de mando.  
**Fuente:** Elaborado por el autor

El panel de mando de la figura 5 está conformado por:

Un pulsador de traslado a segundo ranurado, el cual una vez que es accionado por el operador, traslada el tubo para que sea procesado por la máquina.

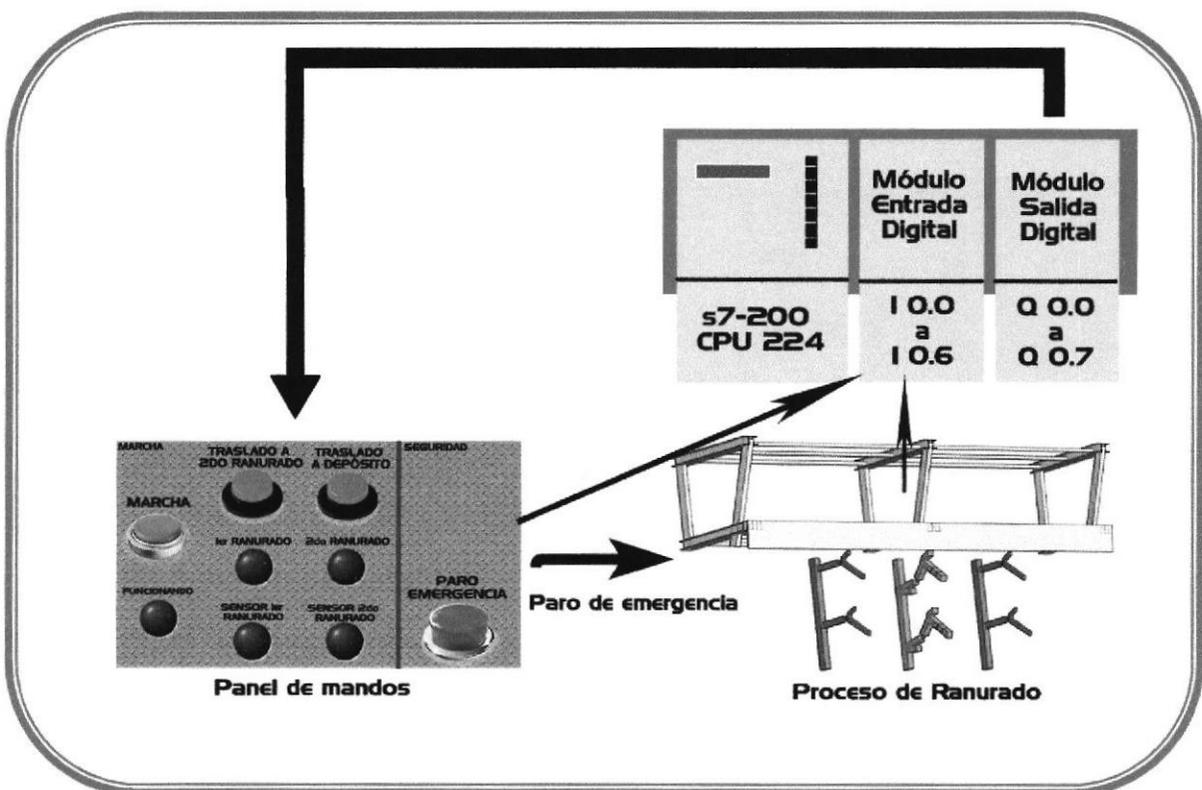
Un pulsador de traslado a depósito el cual se encarga de trasladar al tubo al respectivo depósito una vez que ya haya sido procesado.

Está conformado también por luces piloto las cuales informan al operador de la secuencia del proceso y de cualquier anomalía por parte del mismo.

## 2.4 DESARROLLO DE ESQUEMA DE CONFIGURACIÓN PARA EL SISTEMA

El esquema de configuración está conformado por:

Los módulos de entrada y salida del PLC utilizado, los cuales son los responsables de controlar el proceso en su totalidad.



**Figura 6:** Esquema de configuración.

**Fuente:** Elaborado por el autor

## **CAPÍTULO 3**

### **3 DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN**

#### **3.1 SELECCIÓN DE PLC E INSTRUMENTACIÓN**

Existen diversos métodos para crear una solución de automatización con un PLC. Las reglas generales siguientes se pueden aplicar a numerosos proyectos. No obstante, también deberá tener en cuenta las reglas de su empresa y su propia experiencia.

Los criterios básicos para la selección de PLC son:

- Características de entrada y salida.
- Capacidad de entradas y salidas.
- Comunicaciones.
- Memoria de programa.
- Módulos funcionales.
- Ciclo de ejecución.
- Conjunto de instrucciones.

Para poder controlar el número de variables determinadas en el proyecto, y por tema de confiabilidad para la industria se ha escogido de la familia SIEMENS el modelo S7-200. El CPU como mínimo deberá ser el 224 ya que este permite comunicación vía Ethernet con la ayuda de una tarjeta de comunicación CP243-1.

### 3.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA Y ESQUEMA ELÉCTRICO

Para el desarrollo del programa que va a controlar el proceso de traspaso de tubos en el ranurado se subdividieron áreas de proceso las cuales facilitan el manejo del mismo. En la figura 7 se muestran las entradas y salidas utilizadas para controlar el proceso. Y en la figura 8 se muestra el programa en lenguaje KOP.

PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE TRASPASO DE TUBOS EN UN PROCESO DE RANURADO /  
USR1 (USR1)

	 	Símbolo	Dirección	Comentario
1		Marcha	I0.0	Botón Inicio
2		Paro	I0.1	Botón Paro
3		FC	I0.2	Final de Carrera
4		BT	I0.3	Botón Traslado al segundo Ranurado
5		BT2	I0.4	Botón Traslado al deposito
6		SR1	I0.5	Sensor Primer Ranurado
7		SR2	I0.6	Sensor Segundo Ranurado
8		SCA	Q0.0	Salida Cilindro del Acumulador
9		SCE	Q0.2	Salida Cilindro de Empuje
10		SCR1	Q0.3	Salida Cilindro de primer Ranurado
11		SCT	Q0.5	Salida Cilindro de Traslado
12		SCR2	Q0.6	Salida Cilindro del segundo Ranurado
13		SCD	Q1.0	Salida Cilindro de Traslado a depósito

**Figura 7:** Descripción de entradas y salidas.

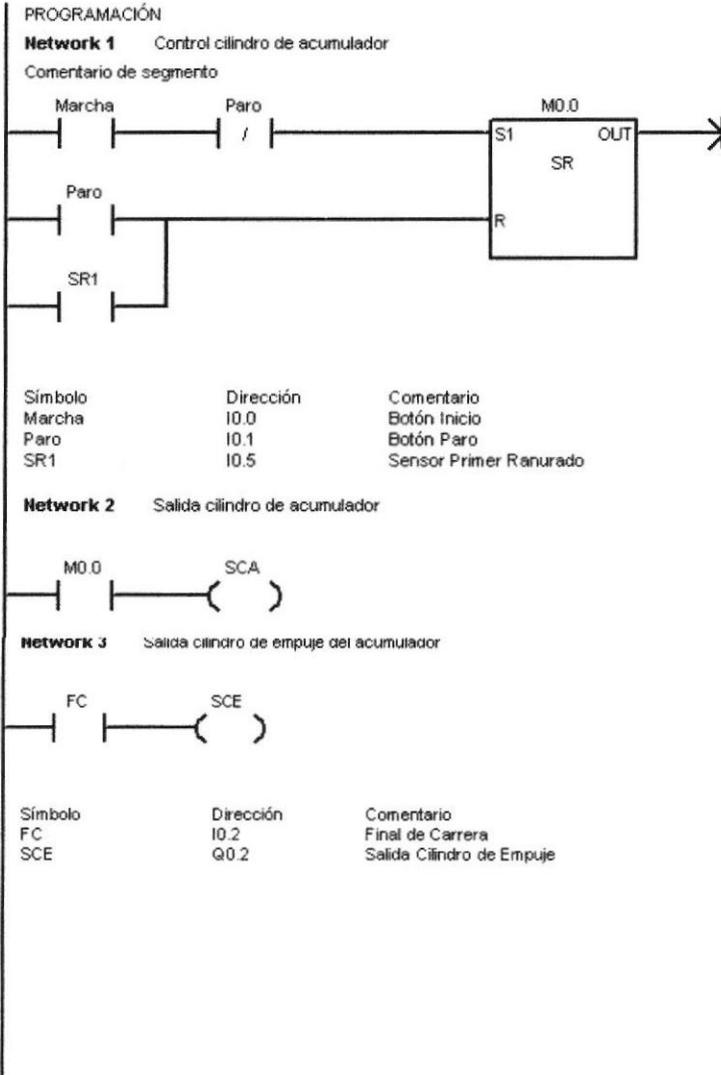
**Fuente:** Elaborado por el autor

**Programación para el control automático  
de traspaso de tubos en un proceso de ranurado**

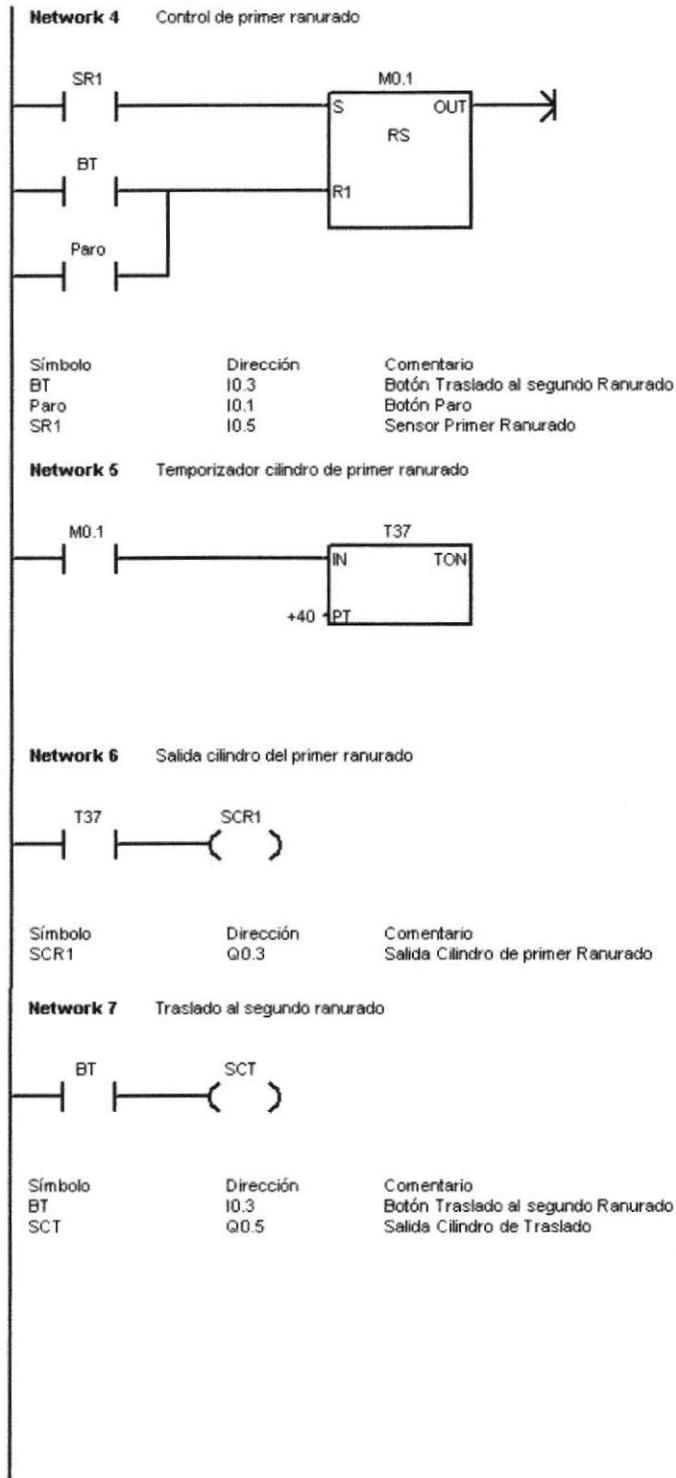
PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE TRASPASO DE TUBOS EN UN PROCESO DE RANURADO /  
PRINCIPAL (OB1)

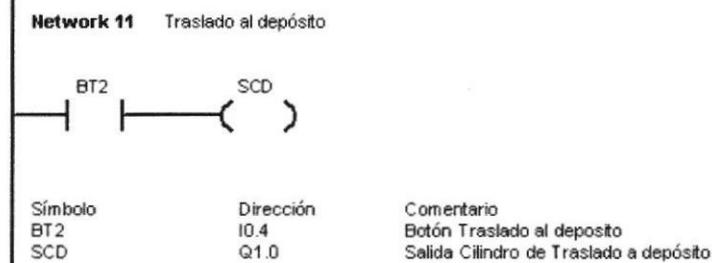
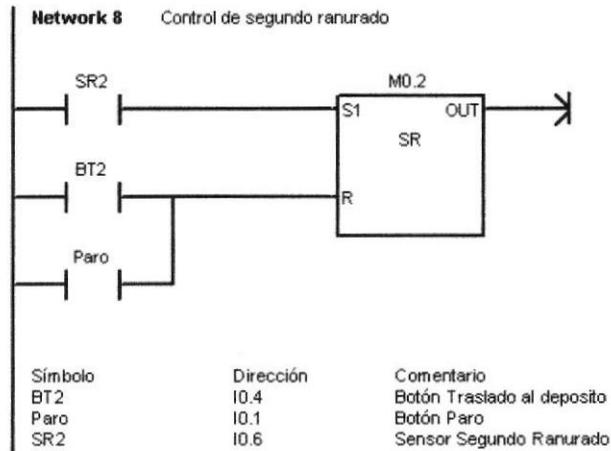
Bloque: PRINCIPAL  
 Autor: Marcos Merchán Anchundia  
 Fecha de creación: 14.03.2012 18:49:54  
 Última modificación: 27.04.2012 5:44:24

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		



*Programación para el control automático  
de traspaso de tubos en un proceso de ranurado*





## ESQUEMA ELÉCTRICO

El siguiente esquema eléctrico se llevó a cabo tomando en cuenta los actuadores neumáticos junto con los elementos de mando respectivos. En la figura 9 se puede visualizar el diagrama de fuerza del proceso el cual pertenece al control indirecto de cilindro neumático.

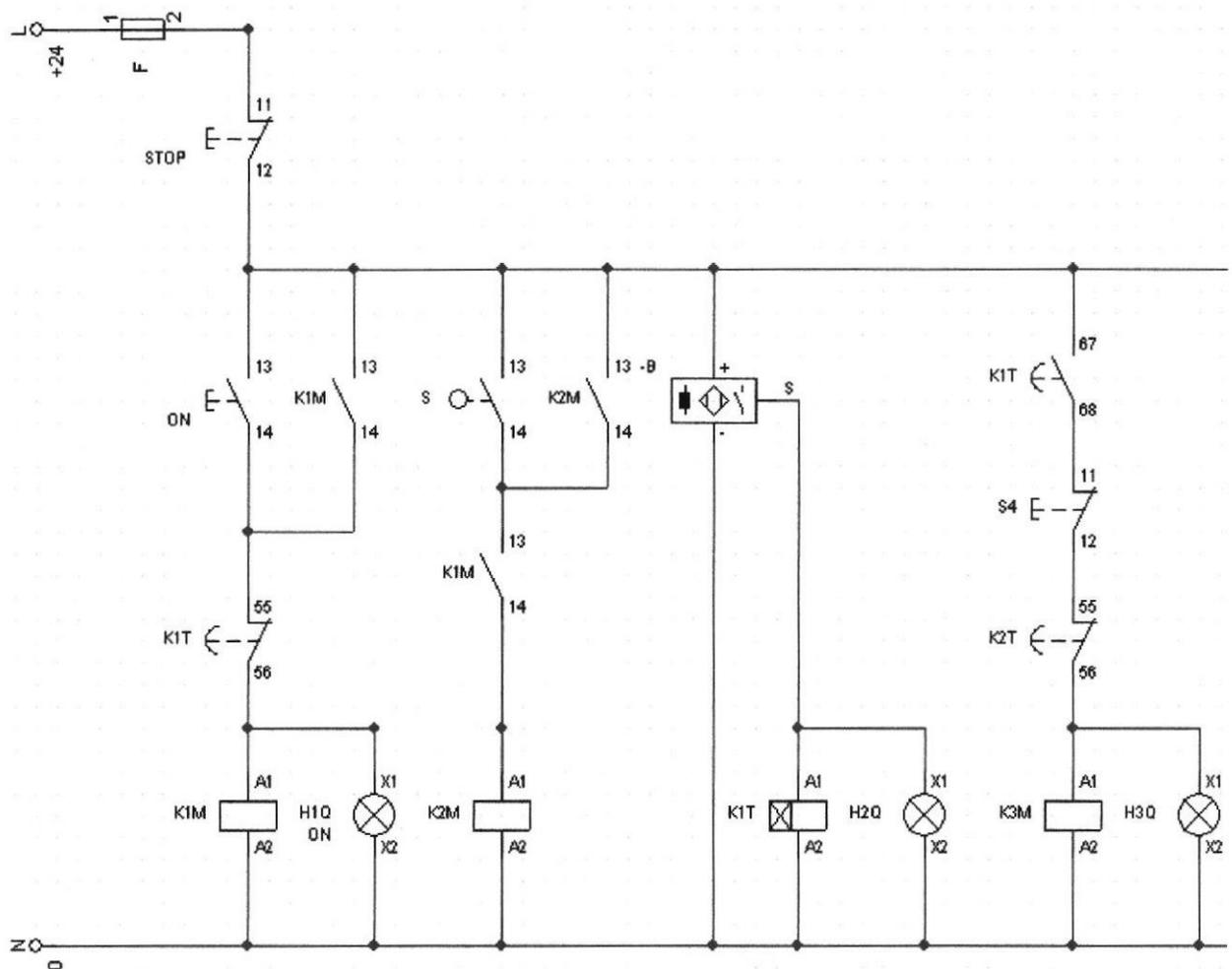
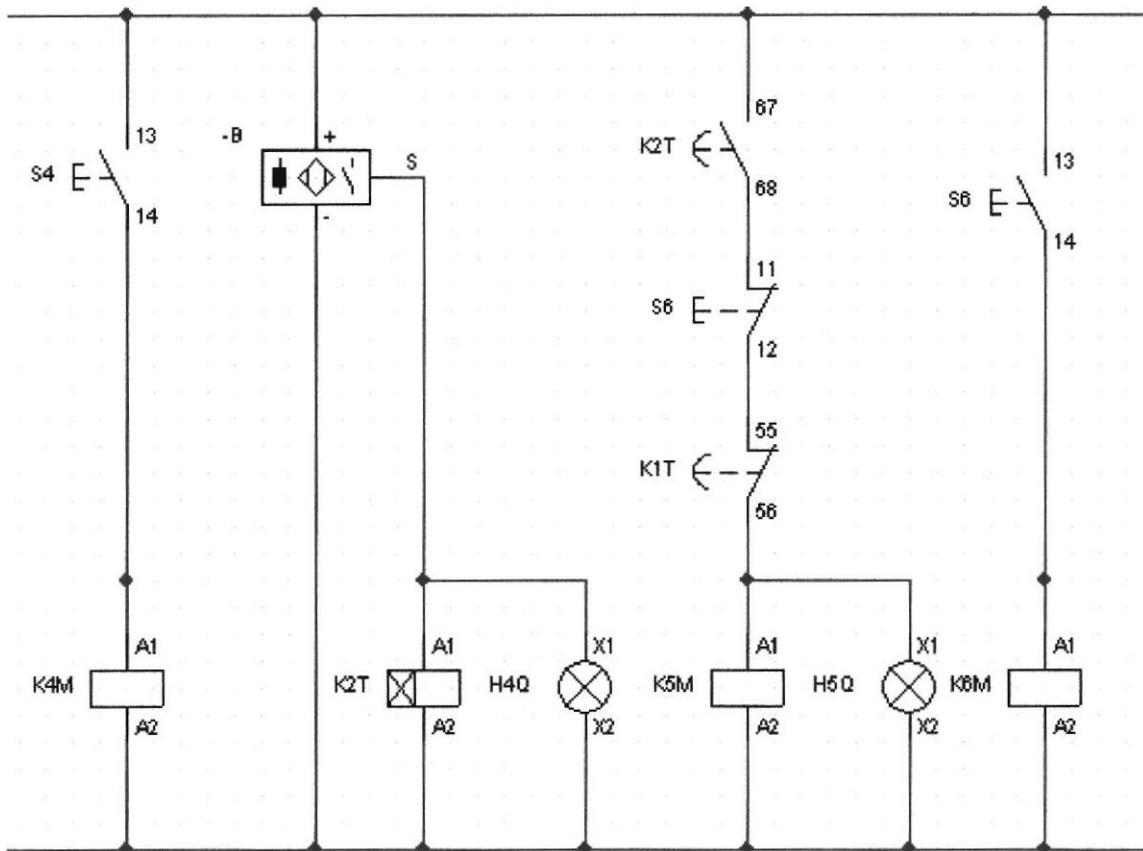


Figura 8: Diagrama de control.

Fuente: Elaborado por el autor

*Programación para el control automático  
de traspaso de tubos en un proceso de ranurado*



### DIAGRAMA DE FUERZA

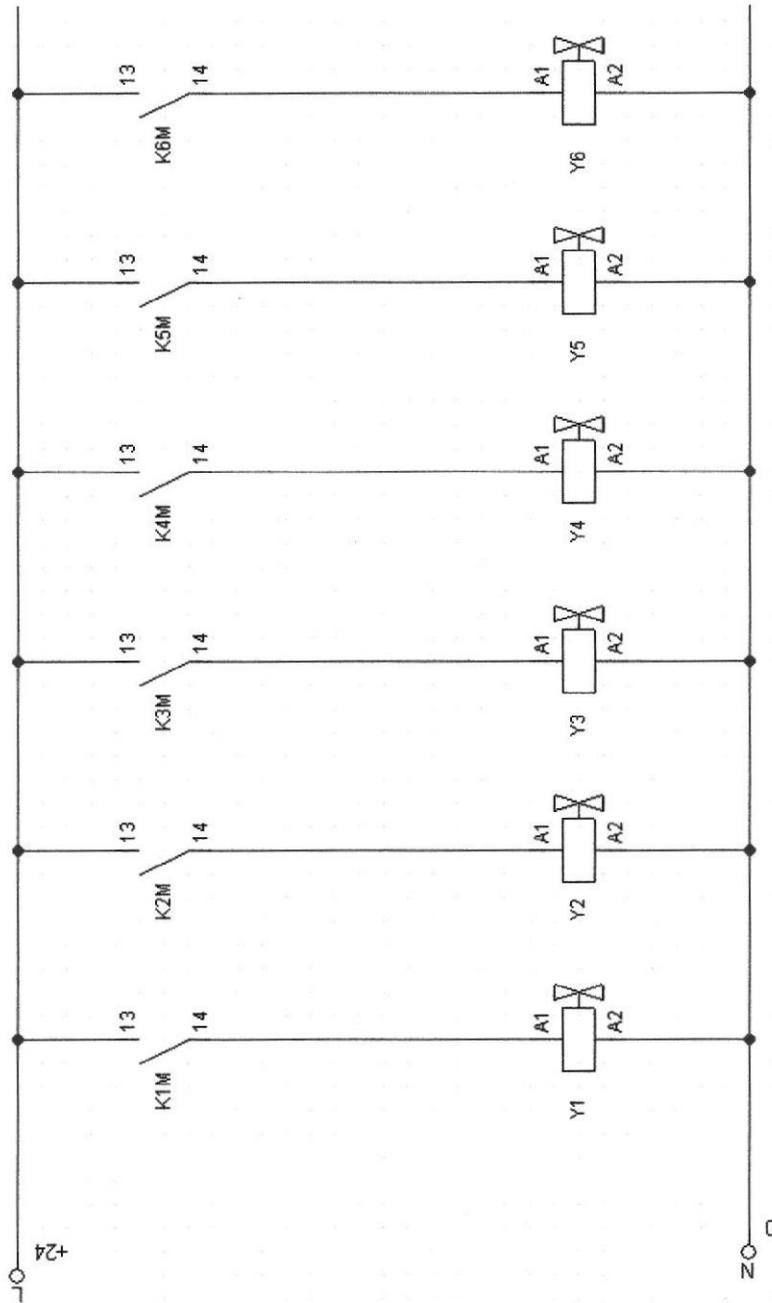


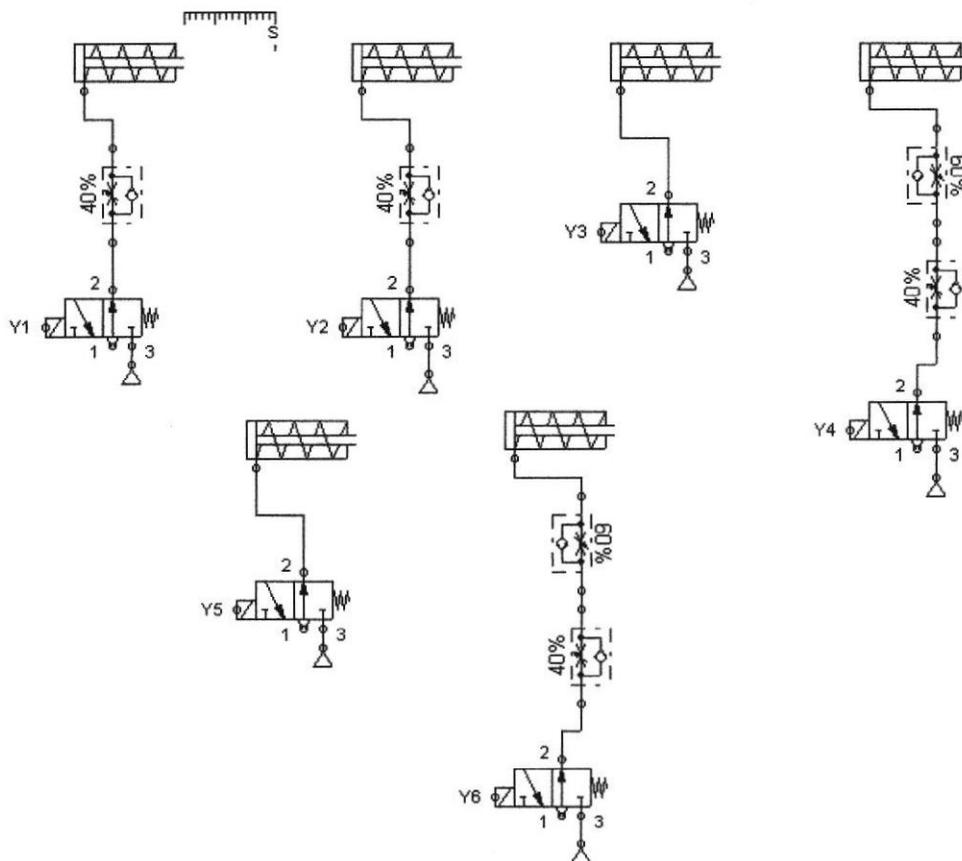
Figura 9: Diagrama de fuerza.  
Fuente: Elaborado por el autor

## DIAGRAMA ELECTRONEUMÁTICO

Para el proceso de traspaso de tubos en el ranurado se utilizaron las siguientes válvulas electro neumáticas detallados a continuación:

**Tabla 2: Elementos electroneumáticos.**

Nombre	Cantidad
<b>Válvula electro neumática de 3 vías 2 posiciones Monoestable con retorno por muelle.</b>	6
<b>Regulador de caudal unidireccional</b>	6



**Figura 10: Diagrama neumático.**

**Fuente:** Elaborado por el autor

## DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL PLC

En la siguiente figura se muestra la conexión del PLC s7-200 CPU 224, para ello se utilizó la nomenclatura americana para la representación de los pulsadores y sensores. La alimentación es de 24 voltios DC, la salida del PLC va a activar a los respectivos solenoides de las válvulas electroneumáticas que van a proceder al avance y retroceso de los cilindros neumáticos.

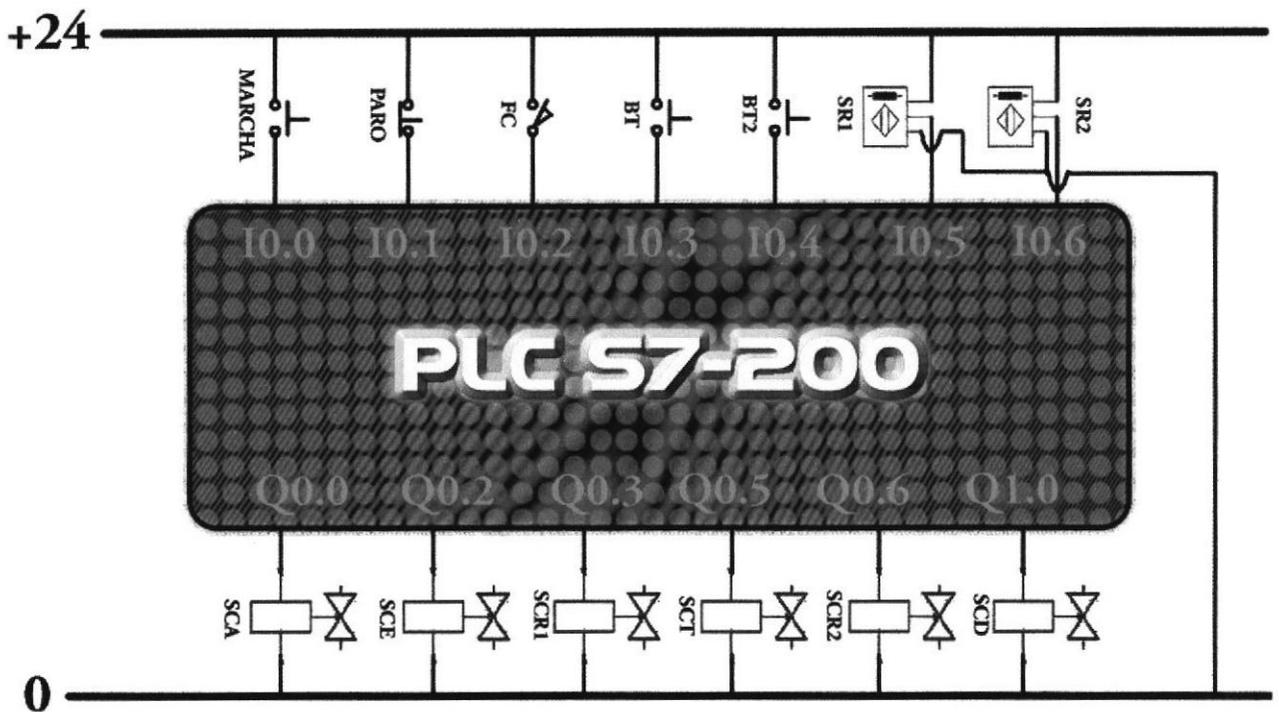


Figura 11: Diagrama de conexión del PLC.  
Fuente: Elaborado por el autor

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Una vez realizado el trabajo de grado previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecatrónica, con el tema titulado “PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE TRASPASO DE TUBOS EN UN PROCESO DE RANURADO”, se pueden destacar las siguientes conclusiones y recomendaciones.

### **CONCLUSIONES**

- SIMATIC S7-200 al poseer diferentes funciones, permite la creación de todo tipo de facilidades en el manejo del software y del hardware y están orientadas a satisfacer las necesidades de cualquier empresa.
- Mediante la implementación de un autómeta se consiguió mitigar las diferentes vulnerabilidades que existen en el proceso permitiendo a los operarios desarrollar otras actividades durante la ejecución del mismo.
- A través de las utilidades que proporciona el SIMATIC S7-200, se realizó de manera centralizada y optima la programación del autómeta de acuerdo a las necesidades del proceso.



## **RECOMENDACIONES**

- Una recomendación antes de escoger el autómatas es el análisis sistemático de una serie de factores, pero considerando no solo las características actuales de la tarea de control, sino también las necesidades futuras en función de los objetivos de la empresa.
- Otro punto es considerar la formación del personal respecto a nuevos componentes para lo cual, simplemente bastara una ampliación de conocimientos previos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Asensio Ponsa, V. A. *Automatización de procesos mediante la guía GEMMA*. Ediciones UPC. Barcelona, España. (2006).

*Siemens*. Simatic. Manual del sistema de automatización S7-200. Número de referencia: 6ES7298--8FA24--8DH0. Edición 08/2008.

*Siemens*. Recuperado el 18 de Febrero de 2013, de automatización simatic: "STEP 7 Micro/Win para S7-200. Software para enchufar y listo"  
[http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/software/steps7\\_s7200/Pages/STEP7MicroWinparaS7-200.aspx](http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/software/steps7_s7200/Pages/STEP7MicroWinparaS7-200.aspx)

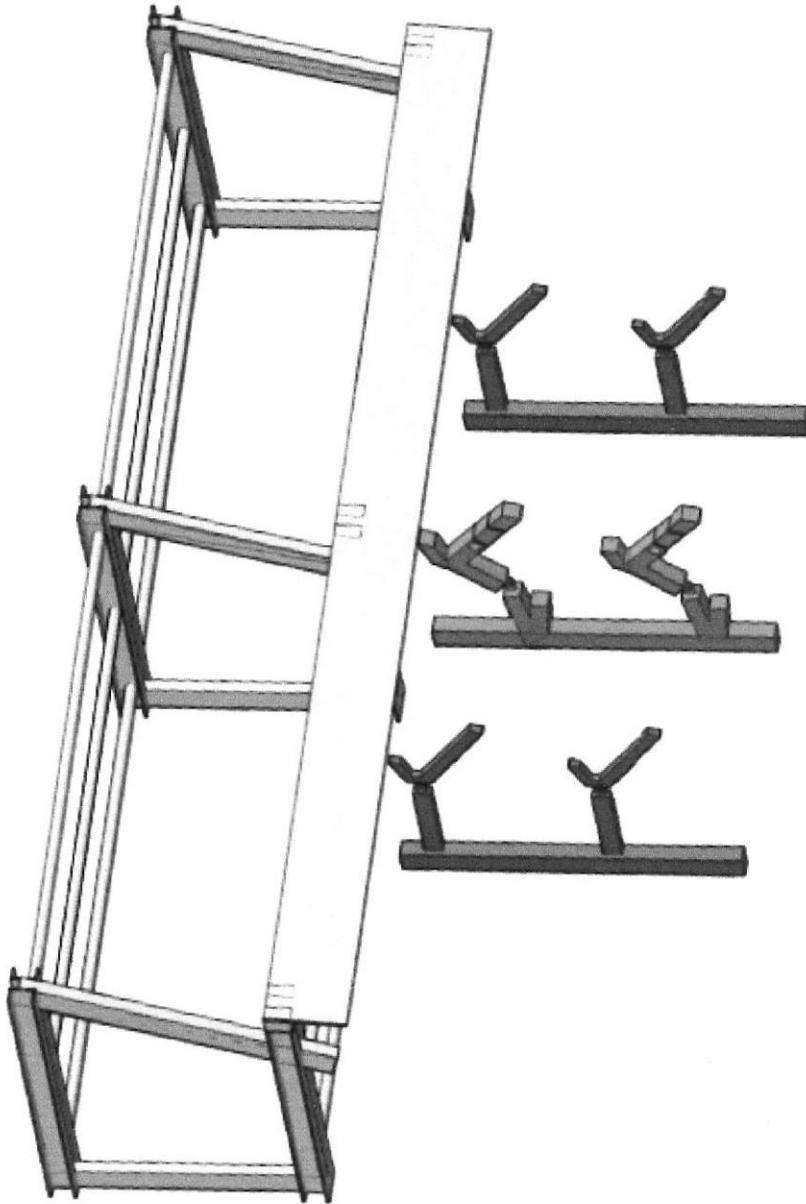


## **ABREVIATURAS**

<b>PLC</b>	<b>Controlador Lógico Programable</b>
<b>INPUT</b>	<b>Entrada</b>
<b>OUTPUT</b>	<b>Salida</b>
<b>TON</b>	<b>Temporizador con retardo a la conexión</b>
<b>FUP</b>	<b>Lenguaje de programación mediante funciones lógicas.</b>
<b>KOP</b>	<b>Lenguaje de programación mediante esquemas de contactos.</b>
<b>AWL</b>	<b>Lenguaje de programación mediante nemotécnica de las operaciones.</b>
<b>HMI</b>	<b>Interface hombre-máquina</b>



## ANEXOS



**Figura 12:** Partes del proceso de ranurado