

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



INTRODUCCION A LA AUTOMATIZACION  
INDUSTRIAL A BASE DE PLC

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN CONTROL Y COMPUTACION

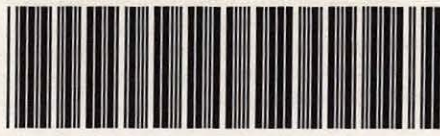
PRESENTA:

MANUEL HERNANDEZ PEÑA

CD. UNIVERSITARIA

MARZO DE 1996

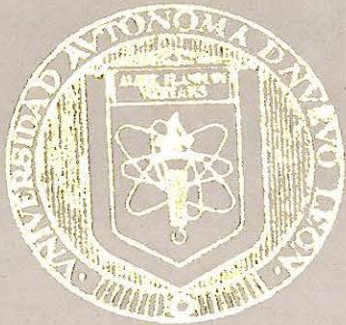
T  
TJ223  
.P76  
H4  
C.1



1080064351

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



INTRODUCCION A LA AUTOMATIZACION  
INDUSTRIAL A BASE DE PLC

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN CONTROL Y COMPUTACION

PRESENTA:

MANUEL HERNANDEZ PEÑA

CD. UNIVERSITARIA



MARZO DE 1996

T  
TS 223  
H.4P76  
H4





## CONTENIDO

### PARTE I.

#### INTRODUCCION A LOS PLC'S

1.1. Definición del PLC.....	4
1.2. Origen del PLC.....	4
1.3. Primeras Innovaciones.....	5
1.4. Ventajas del PLC.....	6
1.5. Desventajas.....	6
1.6. Estructura del PLC.....	7
1.7. Funcionamiento.....	10

### PARTE II.

#### DESARROLLO DEL PROYECTO “MAQUINA CORTADORA AUTOMATICA DE LAMINA FORJADA A BASE DE PLC”

2.1. Objetivo del proyecto.....	12
2.2. Descripción del proyecto.....	12
2.3. Características de funcionamiento y operación.....	14
2.4. Generalidades del circuito hidráulica.....	17
2.5. Diagrama del circuito hidráulica.....	19
2.6. Esquema físico de la maquina.....	20
2.7. Simbología usada en el esquema físico de la maquina.....	21
2.8. Definición de entradas/salidas en los diagramas.....	22
2.9. Diagrama Eléctrico del proceso.....	24
2.10. Diagrama Escalera.....	28
2.11. Codificación del diagrama Escalera.....	32

## 1.1. DEFINICION DEL PLC

### DEFINICION. *PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)* *CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE*

El controlador lógico programable, es un instrumento electrónico a base de microprocesadores, el cual es utilizado para la automatización de procesos industriales, mediante un programa previamente diseñado en formato escalera y cargado a la memoria del mismo.

Este es capaz de almacenar instrucciones para implementar funciones de control tales como secuencia, regulación de tiempo, conteo, aritmética, manipulación de datos y comunicación con máquinas y procesos industriales.

Un controlador lógico programable puede verse en términos simples como una computadora industrial.

## 1.2. EL ORIGEN DEL PLC

Los PLC's fueron diseñados en la década de los 60's y se han ido modernizando a través de los años; su principal objetivo fue sustituir a los circuitos de control mediante relevadores, debido al gran costo y al gran mantenimiento que estos requieren.

Algunas especificaciones iniciales incluían lo siguiente:



- Precio competitivo con los sistemas de relevación existentes.
- Capaz de mantenerse en ambiente industrial.
- Interfaces de entrada/salida fácilmente intercambiables.
- Diseño en forma modular para que los subensambles se puedan quitar fácilmente para reparación o reemplazo.
- Capacidad de pasar datos recolectados a un sistema central (control distribuido).
- Sistema capaz de volverse a utilizar.
- El método de programación del sistema debe ser simple.

Los primeros PLC's ofrecen funcionalidad en la relevación, reemplazando así a la lógica de relevación y el uso en ambiente industrial fue alcanzado.

### 1.3. PRIMERAS INNOVACIONES

El avance de la tecnología de los procesadores creó un dramático cambio en los PLC's estos nuevos procesadores aumentaron la flexibilidad e inteligencia de los PLC's.

En adición a las funciones de relevación, los PLC's son ahora capaces de ejecutar funciones aritméticas y manipulación de datos, comunicación e interacción con el operador y comunicaciones con computadoras.

El tubo de rayos catódicos (CRT) usado en las computadoras es ahora una herramienta de programación para interacción del

programador y del PLC (workmaster). Esta fue una alternativa en el proceso tedioso de programación manual.

La implementación de funciones aritméticas y el mejoramiento de instrucciones permitió las aplicaciones de los PLC's con dispositivos de instrumentación.

#### 1.4. VENTAJAS DEL PLC

- Son modulares, debido al rack; esto es para ajustar el PLC a una necesidad específica.
- Son económicos en comparación con los sistemas a base de relevación
- Requieren poco espacio.
- El mantenimiento es mínimo.
- Facilita la detección de fallas.
- Se reemplaza la lógica alambrada.
- Son reprogramables
- Son confiables debido a su fabricación con microprocesadores y circuitos electrónicos.
- Están diseñados para uso industrial.
- Son fáciles de programar y configurar.

#### 1.5. DESVENTAJAS DEL PLC.

- Se usan sólo en control, no en potencia, ya que la corriente máxima puede ser hasta de 3 amperes a 120 volts en algunos modelos.

- No presentan una información gráfica, aunque ésta limitación desaparece conectando en interface con una PC (Computadora Personal). para observar el proceso.

## 1.6. ESTRUCTURA DEL PLC.

Todos los PLC se componen de las siguientes partes:

- Rack
- Fuente de Poder.
- CPU
- Batería de Respaldo.
- Módulos de I/O (Locales y Remotos).
- Programador.

### Rack.

Es un gabinete debidamente diseñado con conector tipo peine, para quitar o insertar fácilmente los módulos que contenga; esta dividido en slots (ranuras), cada slot puede alojar un módulo.

Los racks se clasifican en:

- Rack maestro
- Rack local
- Rack remoto.

### Fuente de poder.

Es un circuito electrónico que convierte el VCA en VCD, y debe tener la capacidad de corriente de proveer energía al CPU y a los módulos de I/O.

La alimentación de las fuentes de poder puede ser de 120 VCA ó 240 VCA.

### CPU

Es el cerebro del controlador donde reside la memoria del usuario y el procesador, el cual ejecuta el programa almacenado en la memoria. La capacidad de memoria disponible varía dependiendo de la marca y modelo del PLC. La memoria RAM puede expandirse adicionalmente un módulo coprocesador programable (PCM).

En algunos CPU además contienen un coprocesador VLSI para mejor funcionamiento con operaciones booleanas; otros contienen espacio para ampliar la memoria y para añadir un coprocesador programable.

### Batería de respaldo

Es una batería de Litio de larga duración, la cual sirve para respaldar la información del CPU, en el momento de que éste se encuentra desenergizado.

El tiempo de vida típico de ésta batería para el CPU oscila entre los 6 meses y dos años aproximadamente, en operación. Y el tiempo de vida típico de la batería fuera de operación es de 8 a 10 años.

### Módulos de I/O (Locales y Remotos)

Módulos de Entrada. Son aquellos módulos que reciben la información de dispositivos externos que ejercen la acción para mantener el control del proceso.

Módulos de Salida. Son aquellos módulos a través de los cuales se envían señales para actuar dispositivos externos que ejercen la acción para monitorear el control del proceso.

Módulos de I/O Locales. Son aquellos módulos que se encuentran en el mismo rack que el CPU (o rack local).

Módulos de I/O Remotos. Son aquellos módulos que se encuentran a una distancia considerable retirado del rack en mención.

Los módulos de I/O los podemos dividir básicamente en cuatro tipos:

- a) Módulos digitales
- b) Módulos analógicos.
- c) Módulos de comunicación.
- d) Módulos de propósitos específicos

## Programador

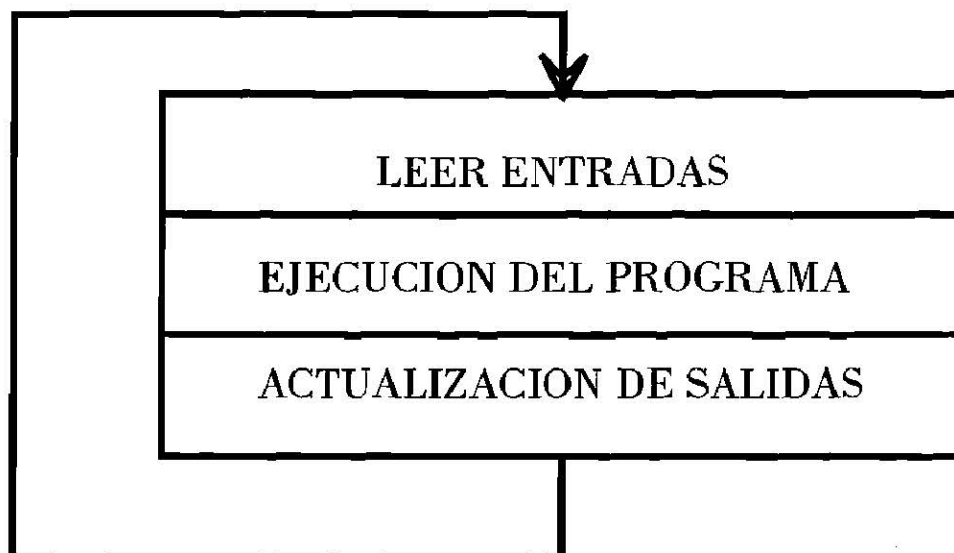
Es el instrumento utilizado para insertar la lógica de operación del proceso, mediante instrucciones de programación al CPU, además sirve para monitorear el estado de los elementos programados.

### 1.7. FUNCIONAMIENTO.

La función básica del controlador programable es leer todos los dispositivos de entrada y ejecutar el programa, el cual de acuerdo a la lógica programada ajustará a los dispositivos de salida a ON u OFF.

Este proceso de lectura de entradas, ejecución del programa y actualización de las salidas es conocido como *scan*.

La figura siguiente muestra una representación gráfica del scan :



El tiempo que tarda el PLC para implementar el scan se le conoce como tiempo de scan.

Este tiempo está compuesto por el tiempo del scan del programa y el tiempo de actualización de I/O.

Este tiempo depende de la cantidad de memoria del programa y del tipo de instrucciones usadas en el mismo, además de la existencia de subsistemas remotos.

## 2.1. OBJETIVO DEL PROYECTO.

El objetivo principal que se persigue en este proyecto es optimizar la línea de corte de laminas forjadas en la industria metal mecánica, así como facilitar el embarque de las placas ya cortadas.

Debido a las características requeridas en la línea de corte de láminas como son: la calidad, la precisión, la rapidez y sobretodo la automatización; es la razón principal del diseño de este proyecto.

Por lo anterior se deduce que una forma excelente y eficiente de controlar este proceso es mediante el uso del PLC, debido a sus características y ventajas por lo que el funcionamiento óptimo de la máquina cortadora de lámina forjada está garantizada.

## 2.2. DESCRIPCION DEL PROYECTO.

El presente proyecto consiste en una máquina cortadora de lámina forjada que es manejada de manera automática por un PLC, y en este caso particular por el modelo MICRO-1 de la marca SQUARE-D.

Esta máquina realiza el corte de la máquina en placas de tamaño previamente establecido mediante el uso de un sensor, siendo la lámina suministrada en rollos. La lámina es enderezada al pasar por unos rodillos, que a su vez la jalan para hacerla llegar hasta la parte donde será cortada por una cuchilla accionada por pistones hidráulicos. Para tal efecto deja de moverse el rollo de la lámina debido al sistema de frenado que estará controlando el motor de



arrastre de la lámina con el fin de proporcionar un corte preciso. Se reactivará este motor después de haber hecho el corte.

Una vez cortada, la placa es transportada por la banda hacia un par de plataformas en donde al estar sobre ellas, un sensor detectará que la placa esta en posición, entonces las plataformas serán jaladas hacia afuera por pistones hidráulicos. Al realizarse esta acción la placa caerá en un contenedor que se ubica justo debajo de las plataformas.

Cuando se tenga una determinada cantidad de placas en el contenedor (cantidad previamente establecida), se activará una alarma que indicará que se ha llenado y que es necesario retirarlo e instalar otro. Para que esto ocurra habrá un contador interno en el PLC para predeterminar el número de cortes equivalentes al número de placas que deberá tener el contenedor. A su vez, el motor de arrastre será frenado con la finalidad de que el rollo no siga avanzando y no se realicen más cortes.

Posteriormente el motor vuelve a accionarse en forma automática después de haber transcurrido determinado tiempo de realizado el corte.

Por otra parte, si la máquina carece de rollo, o bien si el rollo se termina, habrá un sensor de proximidad que detectará esta ausencia y activará una alarma que indique tal, así mismo, transcurrido cierto tiempo, habrá un paro de motores para dar tiempo a la colocación de un nuevo rollo en la máquina. Cuando el rollo este listo se deberá arrancar de nuevo los dos motores.

Cabe señalar que el sistema hidráulico permanecerá activado mientras exista la intención de hacer corte automático, pero existe la posibilidad de hacer arranque y paro manual de ésta.

### 2.3. CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO Y OPERACION.

El proceso se inicia al energizarse la máquina en forma manual oprimiendo el botón de encendido (ON) por lo que se encenderá el indicador de energía. De la misma forma se arranca el motor de arrastre de la lámina, el motor de la banda transportadora y la unidad hidráulica. Así también, cuando la unidad hidráulica sea encendida, el PLC enviará una señal a las electroválvulas para que la cuchilla sea elevada y las plataformas de caída se cierren, esto con la finalidad de que se encuentren en la posición correcta cuando se inicie el proceso.

Si la máquina no tiene rollo, esto será detectado por el sensor de proximidad, el cual se desactivará provocando el encendido de la alarma de falta de rollo. Asimismo, los motores de arrastre de lámina y de la banda transportadora se apagarán. La lámina debe colocarse entre los rodillos y hacerse llegar hasta la plataforma de corte (esto deberá ser hecho por el operador en forma manual). En el momento en que la lámina esté lista y el sensor de rollo se encuentre activado, deberán encenderse los motores en forma manual para poder iniciar o continuar el proceso.

La lámina será jalada por los rodillos de arrastre, que a su vez son movidos por el motor de arrastre, y pasará entre los rodillos enderezadores para luego llegar a la plataforma de corte y pasar entre ella, llegando a la banda transportadora que la moverá a todo lo largo de esta. En esta parte se halla un sensor que será activado en el momento en que la parte más adelantada de la lámina mueva la palanca que lo activa. Este sensor determina el tamaño al que debe cortarse la lámina y puede ser posicionado de acuerdo al tamaño que

se quiera tener de la placa. Al momento de ser activado, la señal que produce es enviada al sistema de frenado por medio del PLC, por lo que el motor de arrastre se frenará y la lámina dejará de moverse (el motivo de esto es para que el corte de la lámina pueda hacerse de manera precisa y no haya movimiento de la lámina en el momento de efectuarse dicho corte). Una vez que el motor de arrastre se halla frenado, entonces el PLC enviará una señal a la electroválvula de la unidad de corte para que ésta cambie de posición, lo que hará que los actuadores que sostienen a la cuchilla la hagan descender, produciéndose así el corte de la lámina.

Después de transcurrir un tiempo desde el corte de la lámina, el PLC enviará otra señal a la electroválvula de la unidad de corte para volver a cambiarla de posición y que se eleve la cuchilla.

Una vez hecho lo anterior, el sistema de frenado se apagará, reactivando de nueva cuenta al motor de arrastre de lámina, continuando con el proceso. En el momento en que la lámina es cortada ésta se moverá a lo largo de la banda transportadora hasta llegar a las plataformas de caída. Al llegar a este punto, la placa activará un sensor del mismo modo como lo hizo con el sensor de corte. Este sensor denominado “de caída” se ubicará de acuerdo al tamaño de la placa. Al momento de activarse, el sensor enviará una señal al PLC para que éste, a su vez, envíe otra a la electroválvula de la unidad de caída y cambie de posición, haciendo que los actuadores que mueven a las plataformas retrocedan y hagan que éstas se abran, ocasionando que la placa caiga a un contenedor ubicado justamente debajo de las plataformas.

Luego de haber transcurrido cierto tiempo, el PLC enviará una nueva señal a la electroválvula de la unidad de caída para hacerla cambiar de posición por lo que los actuadores avanzarán cerrando las plataformas.

Con lo anterior concluye el ciclo de corte y embarque para una placa, reiniciándose dicho ciclo al activarse de nueva cuenta el sensor de corte y el de caída en su respectivo momento tras recibir la señal del PLC inmediatamente después de haberse cerrado las plataformas de caída.

En la etapa de embarque, cuando el contenedor tenga cierta cantidad de placas, se activará la alarma de contenedor lleno, provocando con esto que el sistema de frenado entre en acción parando al motor de arrastre de lámina, con el objetivo de que el contenedor lleno pueda cambiarse por otro vacío cómodamente y sin que exista el riesgo de que alguna placa sea cortada o caiga cuando se cambia dicho contenedor. El PLC esperará cierto tiempo antes de apagar al sistema de frenado y que a su vez se reactive el motor de arrastre para poder continuar con el proceso, iniciado dicho tiempo a partir de la activación de la alarma. De esta manera proseguirá el proceso normalmente.

La forma en que la cantidad de placas será detectadas es por medio de un contador del PLC siendo el sensor de caída el que incrementa dicha cantidad. (Para usos prácticos de este proyecto se tomará esa cantidad como 5).

Con lo anterior se concluye la explicación del funcionamiento de la máquina cortadora automática de lámina forjada.

**NOTA:** Para simular que el rollo se ha terminado se utiliza un contador que se incrementará cuando el sensor de caída sea activado. Este contador desactivará al sensor de rollo. La cantidad que se tomará para tal efecto será de 12.

## 2.4. GENERALIDADES DEL CIRCUITO HIDRAULICO.

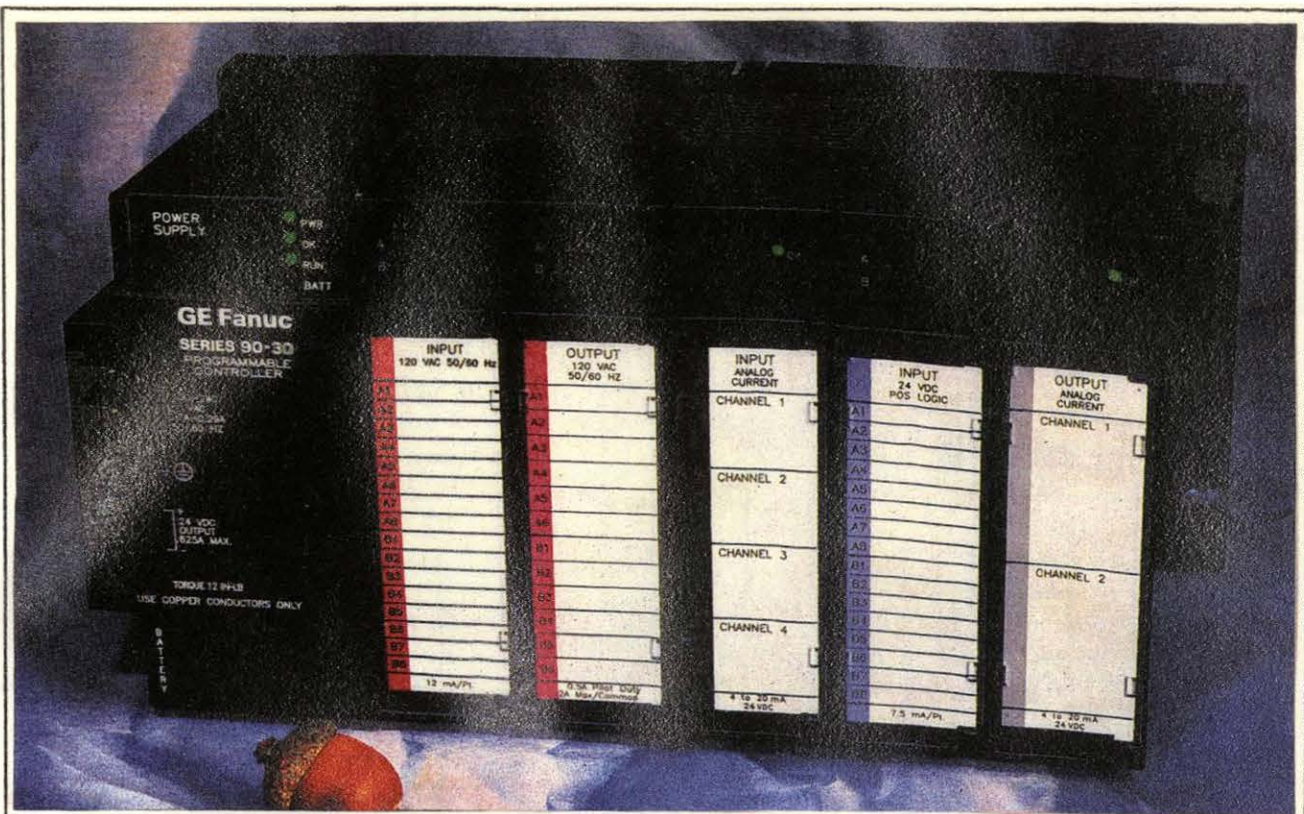
Este circuito hidráulico consta de los siguientes elementos:

1. Grupo de accionamiento, el cual está formado por:
  - motor.
  - bomba hidráulica.
  - tanque.
  - válvula de alivio directo.
  - filtro de aire.
2. Válvulas direccionales 4/3 (2 válvulas).
3. Circuito limitador de presión que se forma con:
  - válvula de alivio indirecto.
  - manómetro.
4. Válvula de contrabalance.
5. Válvula check.
6. Cilindros o actuadores (7 actuadores).
7. Tubería.

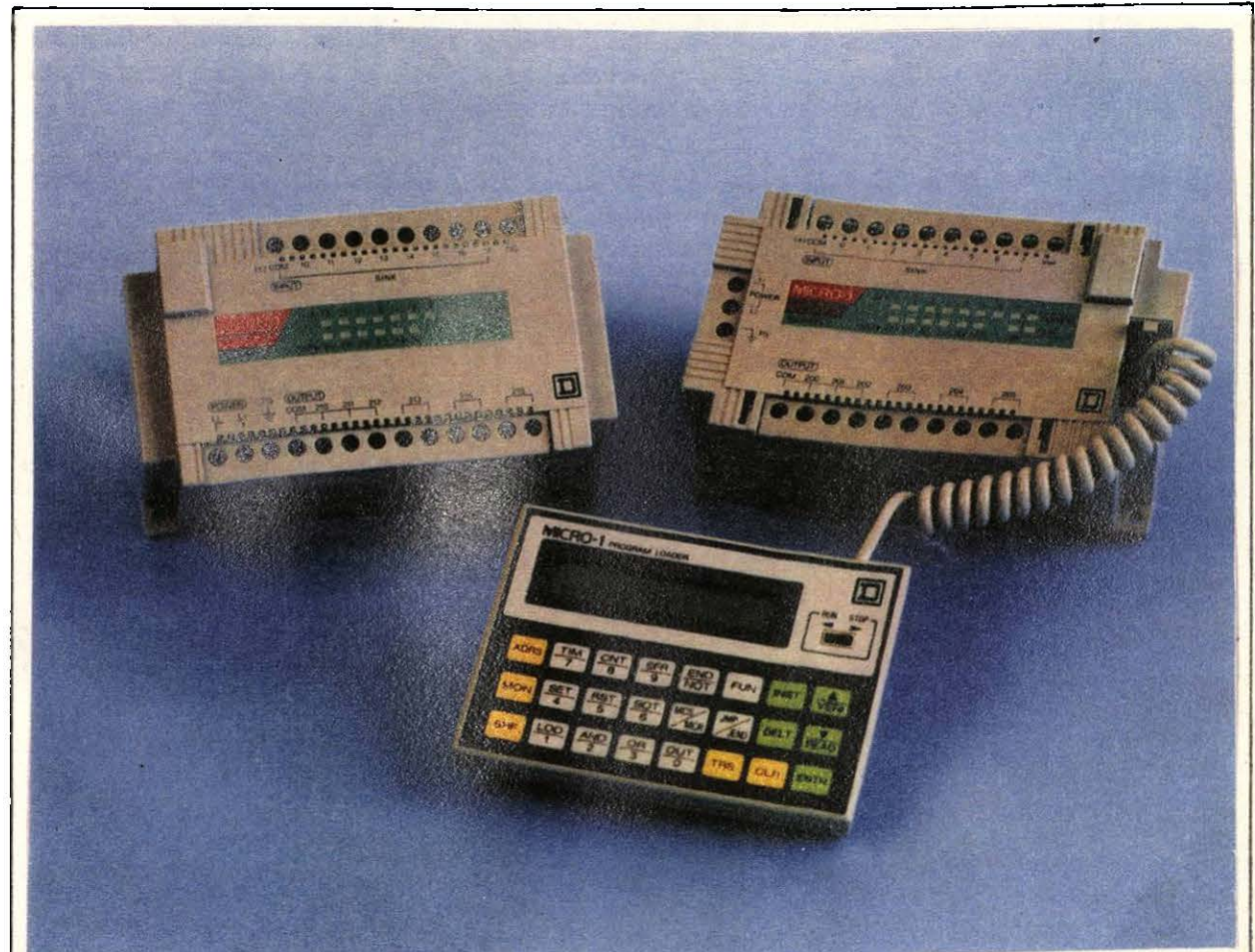
La función que desempeñan los elementos de este circuito es describe a continuación:

- El motor hace funcionar a la bomba, que a su vez proporciona el fluido a la tubería.
- La válvula de alivio directo que se encuentra en el grupo de accionamiento es utilizada como protección de la bomba en caso de que existan altas presiones y puedan causarle daño.

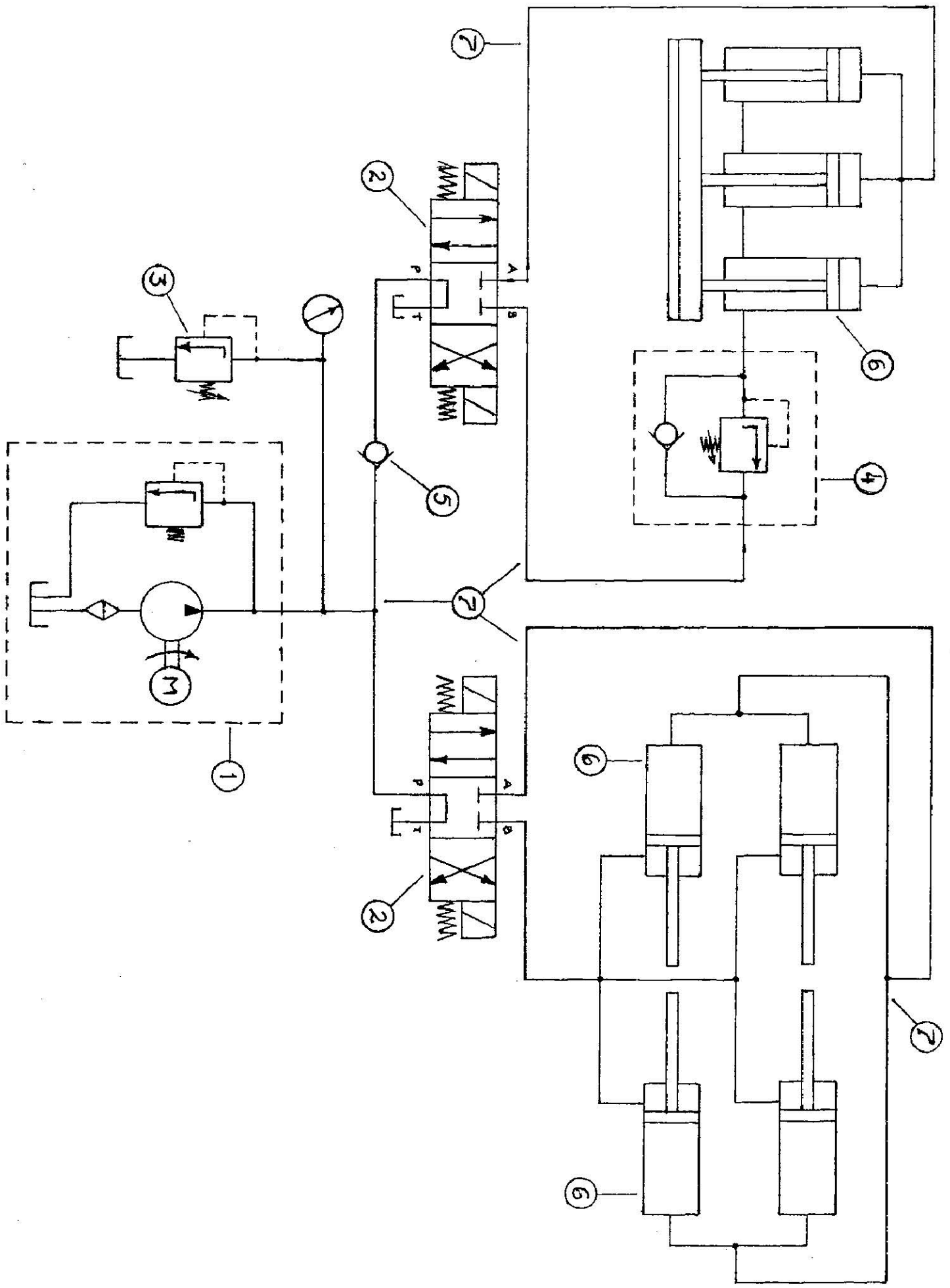
- La válvula de alivio indirecto que forma parte del circuito limitador de presión junto con el manómetro es utilizada como protección del todo el circuito hidráulico, ya que al aumentar la presión más allá del límite establecido, es cuando esta válvula empezará a funcionar. El por qué se escogió una indirecta y no una directa es porque la primera evita los golpes de presión.
- El manómetro del circuito limitador de presión se utiliza para la lectura de la presión del sistema.
- Las válvulas direccionales son las que harán avanzar o retroceder a los actuadores, según sea la posición en la que sean ubicadas al recibir la señal del solenoide correspondiente a tal o cual posición.
- La válvula de contrabalance se utiliza en este caso para evitar que el peso que sostienen los activadores (en este caso la cuchilla de acero) los haga descender de golpe, siendo el descenso de estos de manera normal.
- La válvula check es usada para impedir que haya paso de aceite a la válvula direccional proveniente de la otra válvula direccional.
- Los actuadores o cilindros en este caso, son los que mueven a la cuchilla y a las plataformas de caída.
- NOTA: Las válvulas direccionales son de 4 vías / 3 posiciones, con centro tándem y son actuadas por solenoide y su retroceso es por resorte.



PLC GE-FANUC SERIE 90-30

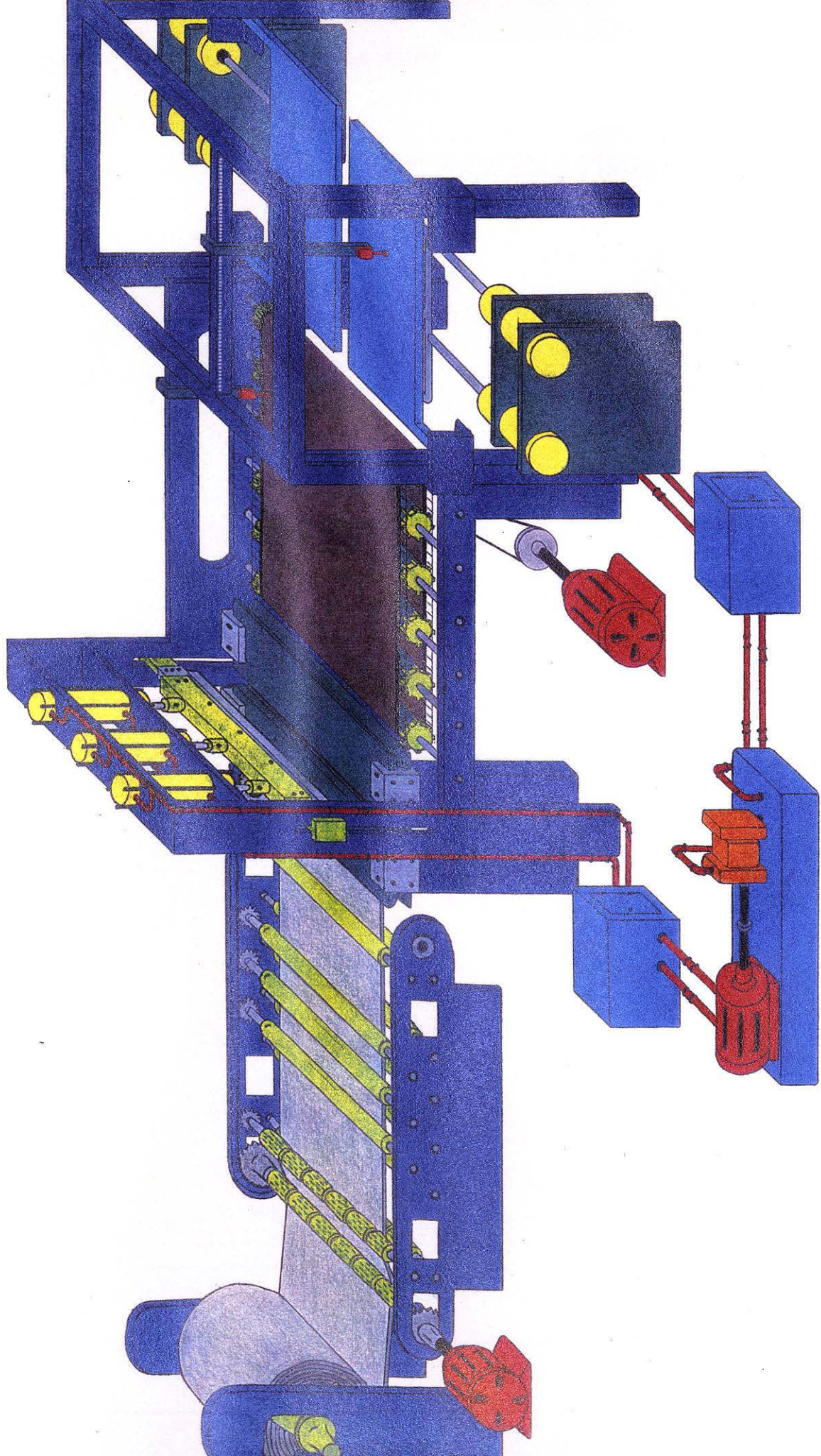


PLC MICRO-1, DE SQUARE-D



5. CIRCUITO HIDRAULICO





## 2.7. SIMBOLOGIA USADA EN EL ESQUEMA FISICO DE LA MAQUINA.

MA	Motor de arrastre de lámina
MB	Motor de banda transportadora
UH	Unidad hidráulica (motor, bomba y tanque)
EC	Electroválvula de la unidad de corte
ED	Electroválvula de la unidad de caída
SP	Sensor de rollo
SC	Sensor de corte
SD	Sensor de caída
PC	Plataforma de corte
RA	Rodillos de arrastre
RE	Rodillos enderezadores
UC	Unidad de corte (cuchilla y actuadores)
UD	Unidad de caída (plataformas y actuadores)
CA	Sistema de frenado del motor de arrastre de lámina

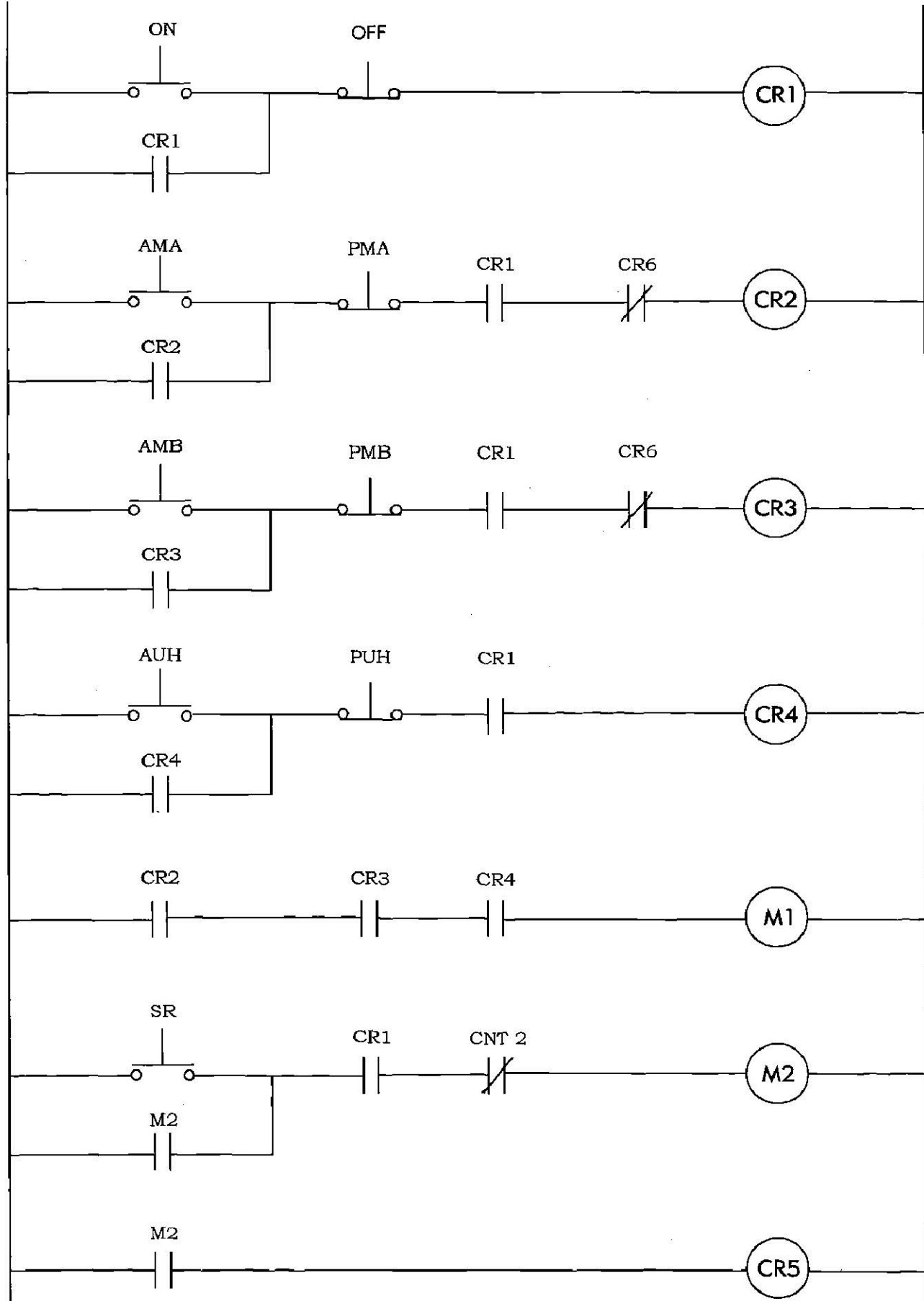
## 2.8. DEFINICION DE ENTRADAS / SALIDAS EN LOS DIAGRAMAS

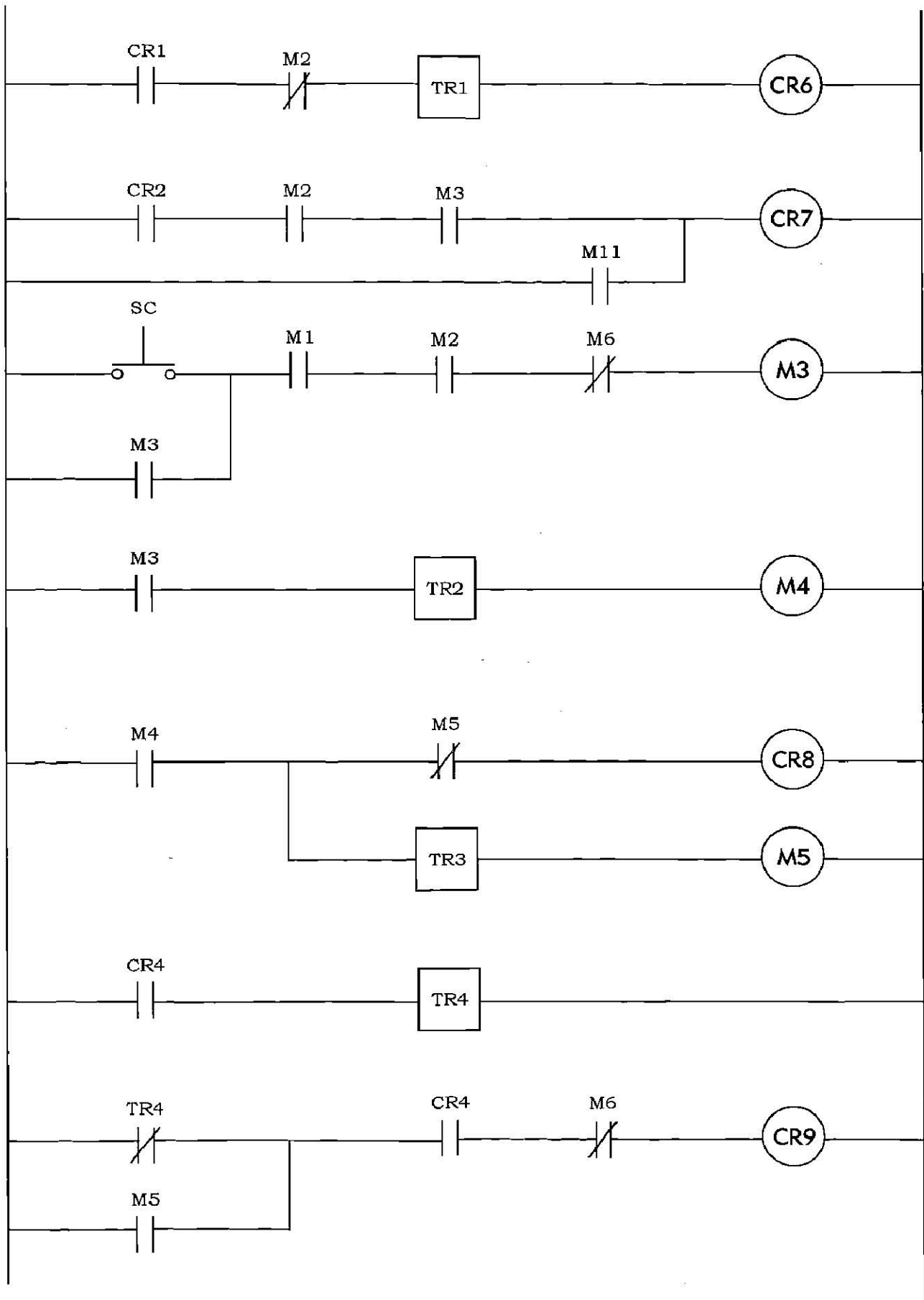
Para la realización de este proyecto se emplearán 11 entradas y 12 salidas.

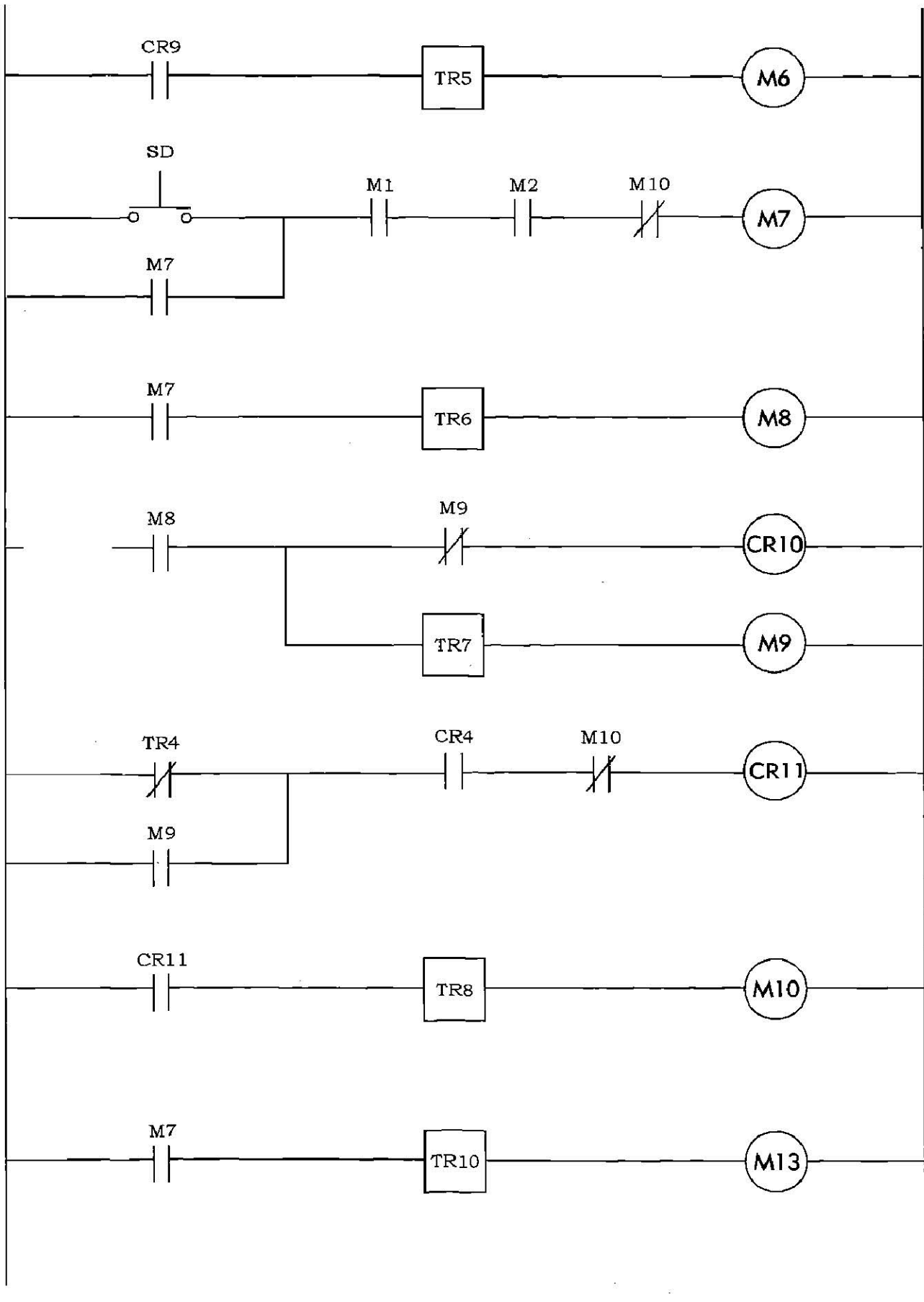
<i>E N T R A D A S</i>	<i>Diag. Elec.</i>	<i>Diag. Esc.</i>
01. Suministro de energía	<b>ON</b>	1
02. Paro general	<b>OFF</b>	2
03. Arranque del motor de arrastre de lámina	<b>AMA</b>	3
04. Paro del motor de arrastre de lámina	<b>PMA</b>	4
05. Arranque del motor de banda transportadora	<b>AMB</b>	5
06. Paro del motor de banda transportadora	<b>PMB</b>	6
07. Arranque de la unidad hidráulica	<b>AUH</b>	7
08. Paro de la unidad hidráulica	<b>PUH</b>	10
09. Sensor de rollo	<b>SR</b>	11
10. Sensor de corte	<b>SC</b>	12
11. Sensor de caída	<b>SD</b>	13

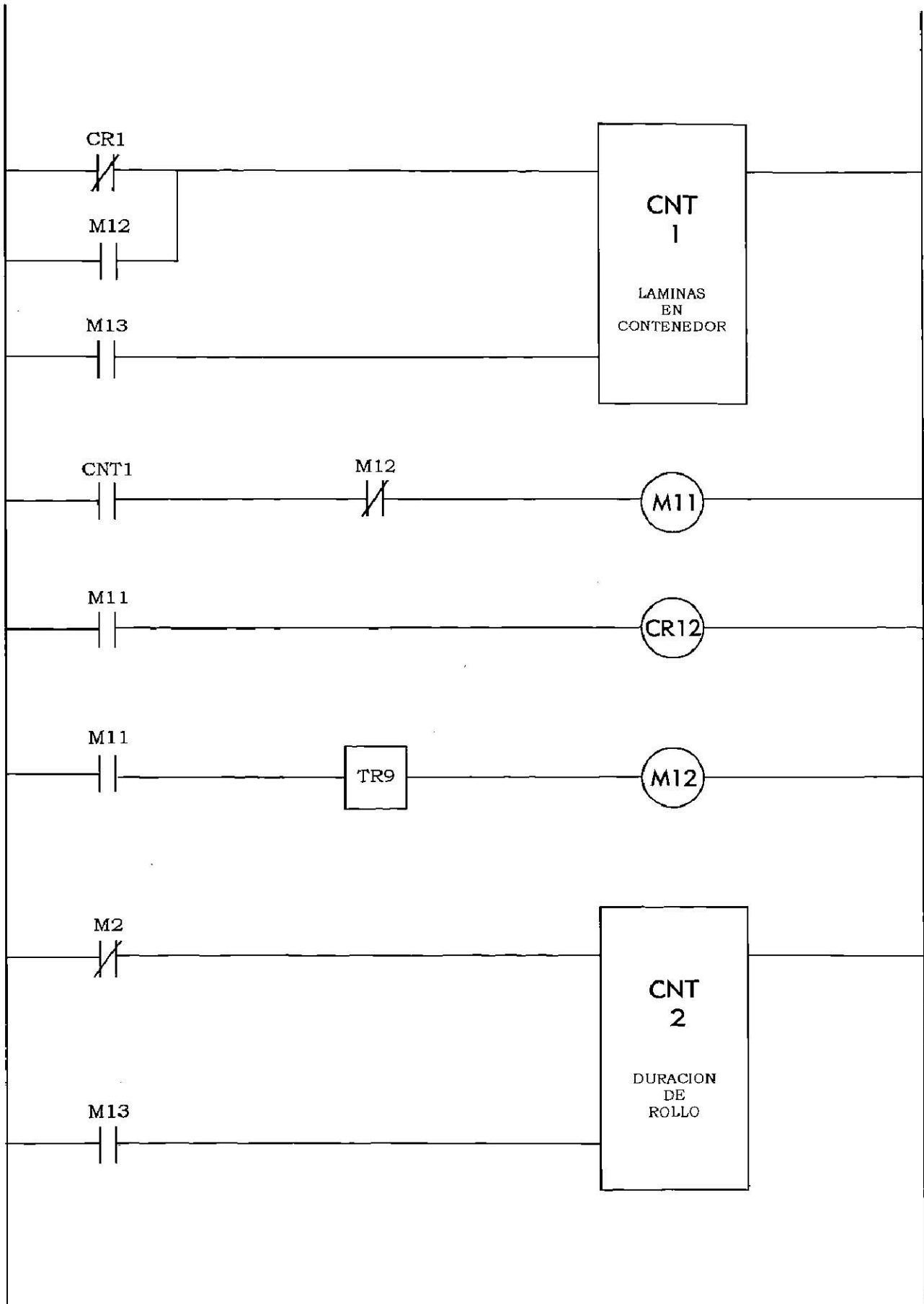
<i>S A L I D A S</i>	<i>Diag. Elec.</i>	<i>Diag. Esc.</i>
01. Sistema energizado	CR1	200
02. Motor de arrastre de lámina energizado	CR2	201
03. Motor de banda transportadora energizado	CR3	202
04. Unidad hidráulica energizada	CR4	203
05. Freno del motor de arrastre	CR7	210
06. Bajar cuchilla	CR8	211
07. Subir cuchilla	CR9	212
08. Abrir plataformas	CR10	213
09. Cerrar plataformas	CR11	214
10. Alarma ausencia de rollo	CR6	205
11. Alarma contenedor lleno	CR12	215
12. Sensor de rollo activado	CR5	204

## 2.9. DIAGRAMA ELECTRICICO



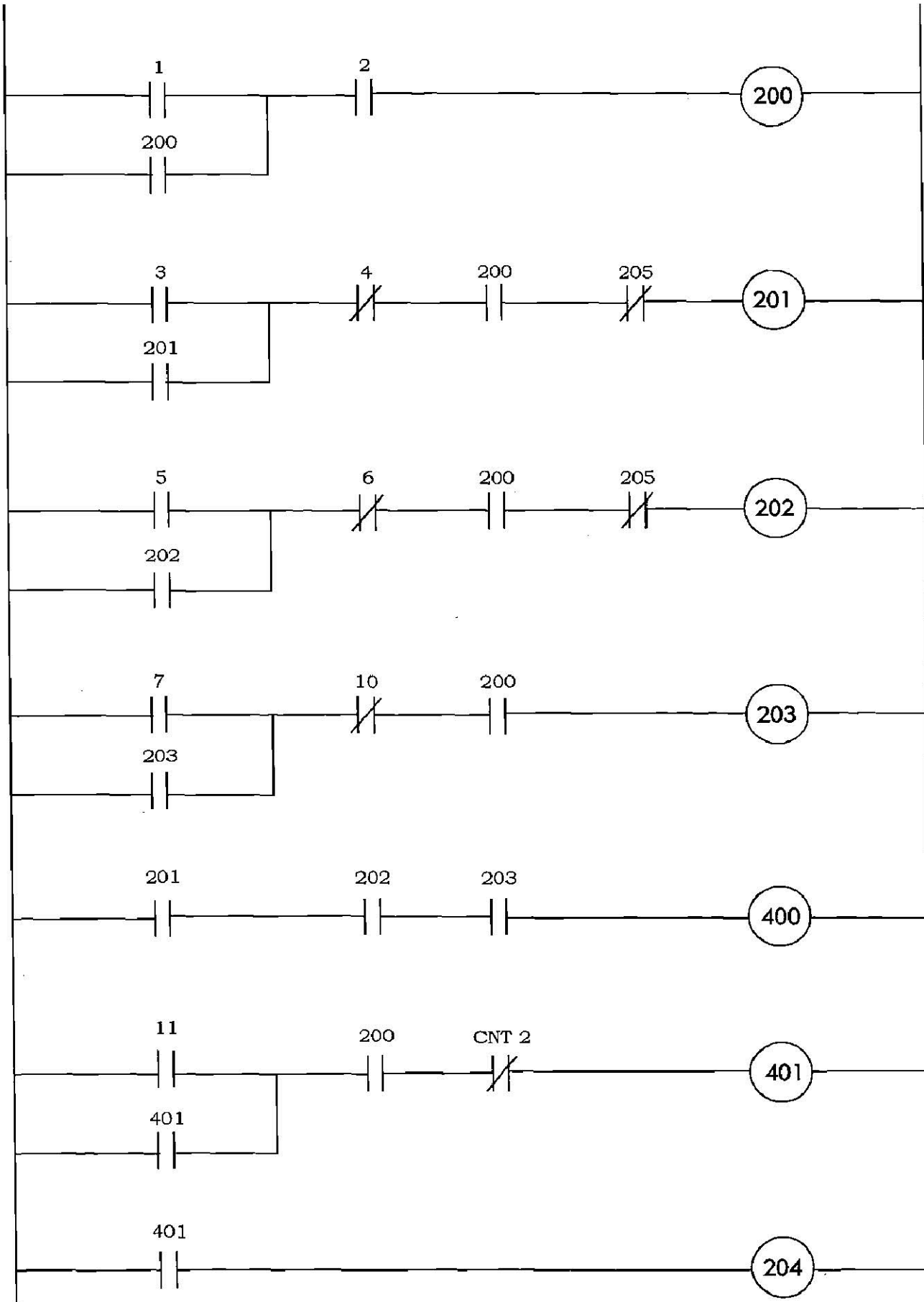


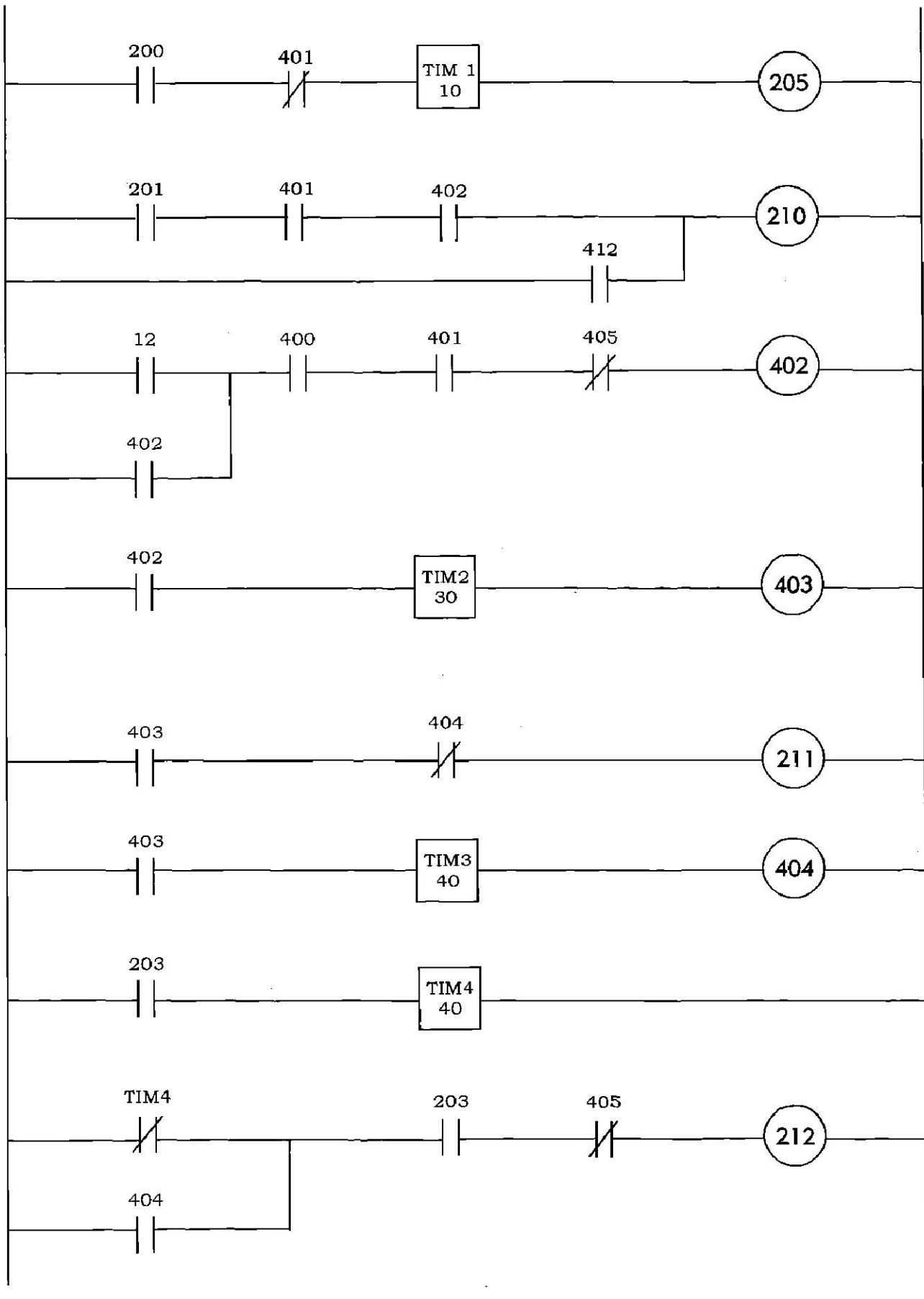


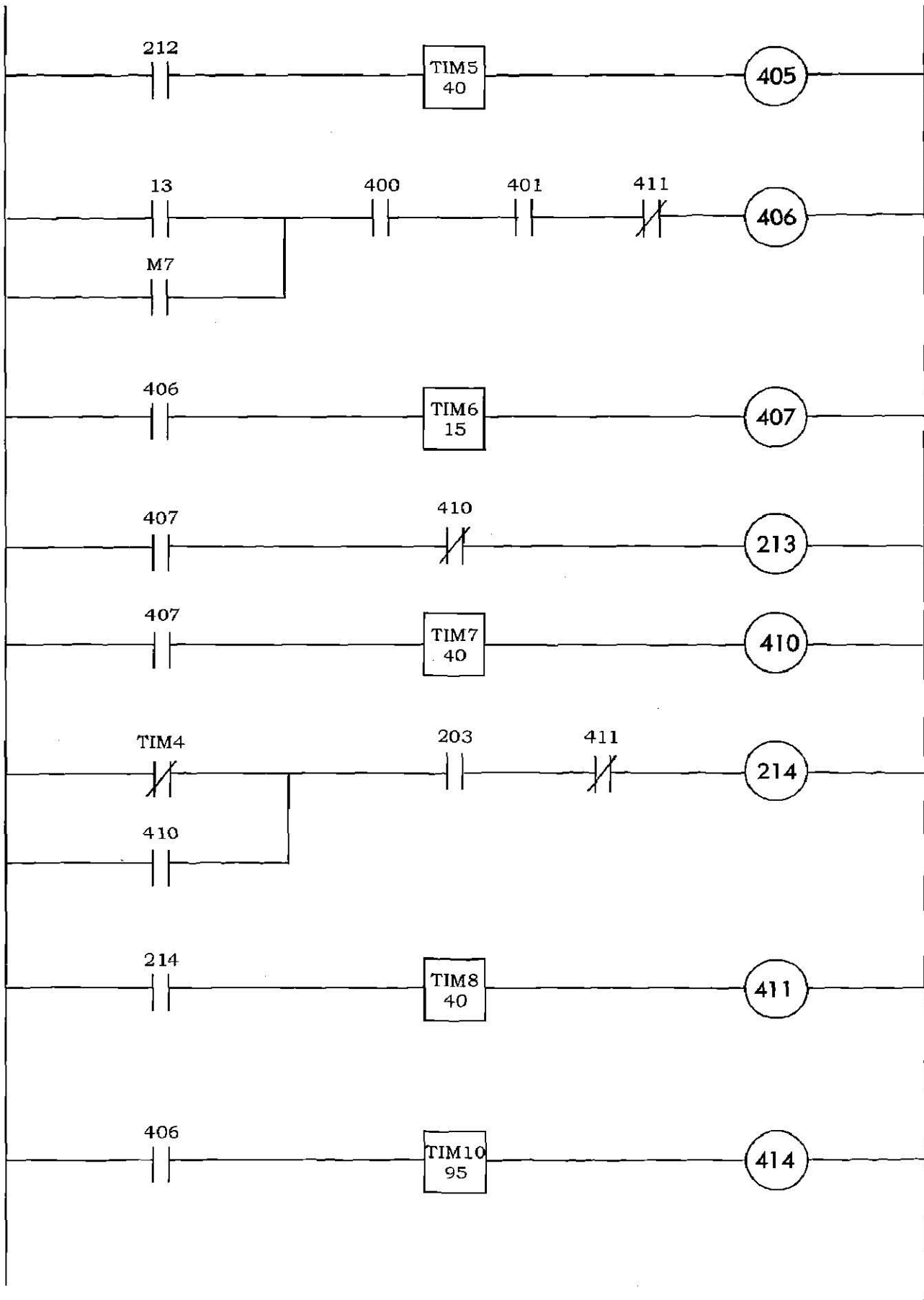


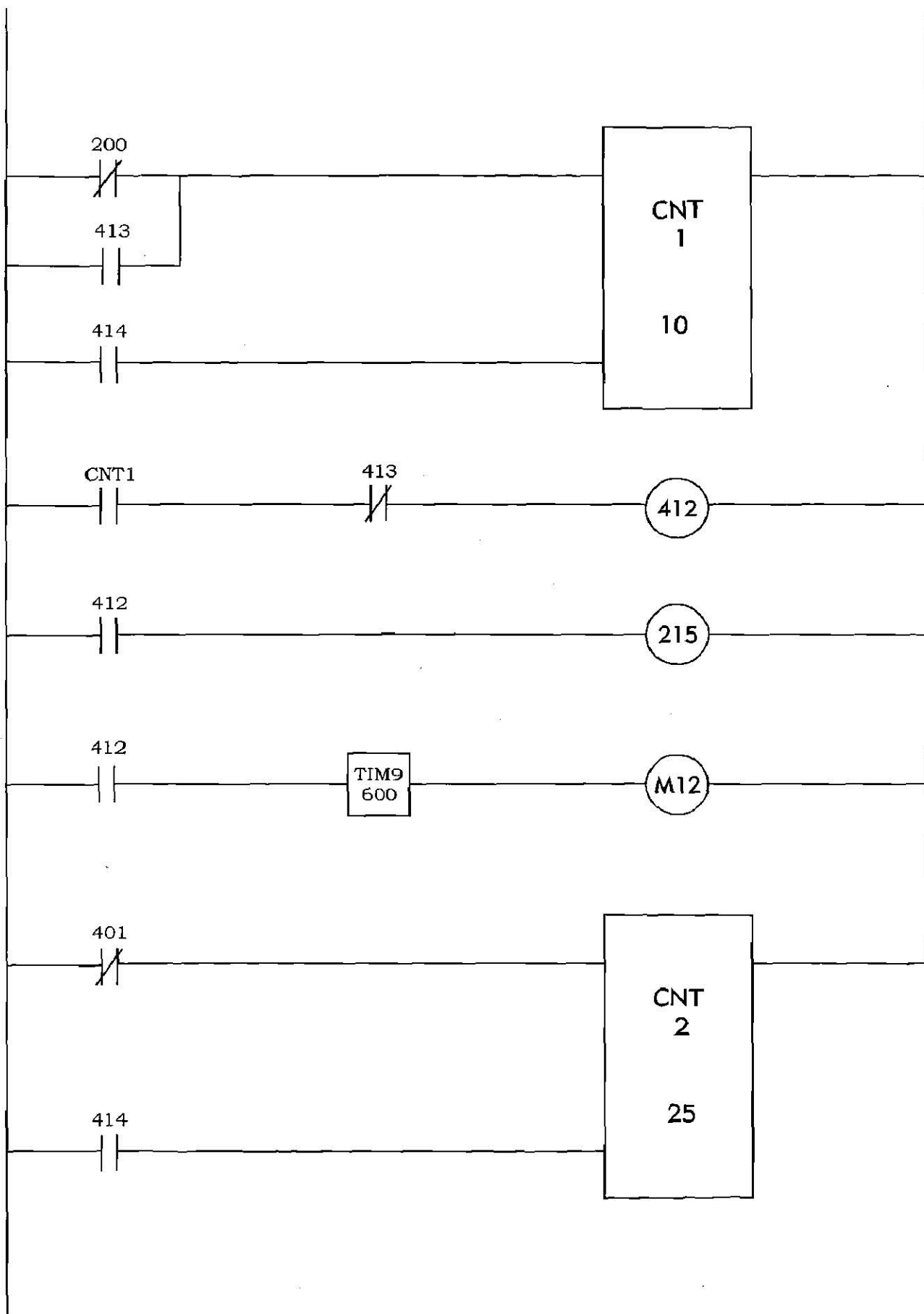


## 2.10. DIAGRAMA ESCALERA









## **2.11. CODIFICACION DEL DIAGRAMA ESCALERA PROGRAMACION DEL PLC (MICRO 1 SQUARE-D)**

0. LOD 1
1. OR 200
2. AND NOT 2
3. OUT 200
4. LOD 3
5. OR 201
6. AND NOT 4
7. AND 200
8. AND NOT 205
9. OUT 201
10. LOD 5
11. OR 202
12. AND NOT 6
13. AND 200
14. AND NOT 205
15. OUT 202
16. LOD 7
17. OR 203
18. AND NOT 10
19. AND 200
20. OUT 203
21. LOD 201
22. AND 202
23. AND 203
24. OUT 400
25. LOD 11
26. OR 401
27. AND 200
28. AND NOT SHF CNT2
29. OUT 401
30. LOD 401
31. OUT 404
32. LOD 200

33. AND NOT 401
34. TIM 2
35. 10
36. OUT 205
37. LOD 201
38. AND 401
39. AND 402
40. OR 412
41. OUT 210
42. LOD 12
43. OR 402
44. AND 400
45. AND 401
46. AND NOT 405
47. OUT 402
48. LOD 402
49. TIM 3
50. 30
51. OUT 403
52. LOD 403
53. AND NOT 404
54. OUT 211
55. LOD 403
56. TIM 4
57. 40
58. OUT 404
59. LOD 203
60. TIM1
61. 40
62. LOD NOT SHF TIM1
63. OR 404
64. AND 203
65. AND NOT 405
66. OUT 212
67. LOD 212
68. TIM5

69. 40
70. OUT 405
71. LOD 13
72. OR 406
73. AND 400
74. AND 401
75. AND NOT 411
76. OUT 406
77. LOD 406
78. TIM6
79. 15
80. OUT 407
81. LOD 407
82. AND NOT 410
83. OUT 213
84. LOD 407
85. TIM 7
86. 40
87. OUT 410
88. LOD NOT SHF TIM 1
89. OR 410
90. AND 203
91. AND NOT 411
92. OUT 214
93. LOD 214
94. TIM 8
95. 40
96. OUT 411
97. LOD 406
98. TIM 10
99. 95
100. OUT 414
101. LOD NOT 200
102. OR 413
103. LOD 414
104. CNT 1

105. 10  
106. LOD SHF CNT 1  
107. AND NOT 413  
108. OUT 412  
109. LOD 412  
110. OUT 215  
111. LOD 412  
112. TIM 9  
113. 600  
114. OUT 413  
115. LOD NOT 401  
116. LOD 414  
117. CNT 2  
118. 25  
119. END



