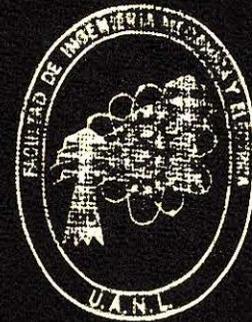
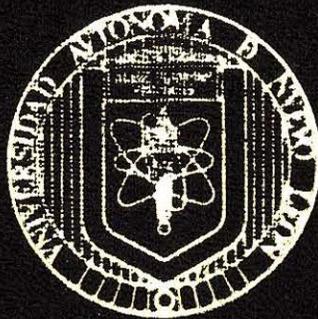


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA.**



**T E S I N A**

**INTRODUCCION A LA AUTOMATIZACION  
ATRAVEZ DE PLC'S**

**CONTROL DE BOMBEO**

**PRESENTA:**

**MARCO ANTONIO MEDRANO ZAVALA**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN CONTROL Y COMPUTACION**

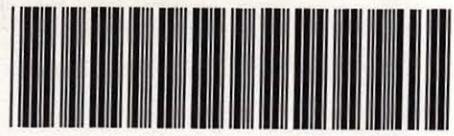
**ASESOR: ING. FRANCISCO J. ESPARZA RAMIREZ**

F  
TJ223

P26

M34

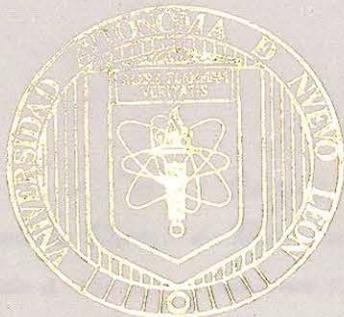
C.1



1080087011

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA.



## TESINA

INTRODUCCION A LA AUTOMATIZACION  
ATRAVEZ DE PLC'S

CONTROL DE BOMBEO

PRESENTA:

MARCO ANTONIO MEDRANO ZAVALA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN CONTROL Y COMPUTACION

ASESOR: ING. FRANCISCO J. ESPARZA RAMIREZ



T  
T 223  
. P 26  
M 34



## *AGRADECIMIENTO:-*

*A Dios . - Que me dio los mejores Padres del mundo, Francisco Medrano y Hermila Zavala de Medrano, que con su gran amor y sacrificio, nos ayudaron, tanto a mis hermanos como a mi, para que tuviéramos una carrera profesional de mis hermanos y la mía propia. Mil Gracias Padres...*

*A mi Novia. - Aida Itzamara Ramos, por todo su amor, paciencia y apoyo durante toda mi carrera.*

*A mis Hermanos. - Hermila, Santa y Francisco Javier Medrano Zavala, por todo su cariño y desinteresado apoyo durante toda mi vida.*

*A mis Amigos. - Lic. Hector Arnaldo Ramos G, Ing. Rey Hector Cerecedo Guerrero, Ing. Jesús Arturo Rodríguez, Ing. Ana Cristina Rodríguez Lozano, por todo su apoyo en las buenas y en las malas. Gracias Amigos.*

*Un Agradecimiento especial al Ing. Francisco Javier Esparza Ramírez, por todo su apoyo y paciencia para la elaboración de este proyecto.*

*Marco Antonio Medrano Zavala*

# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| <i>INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN</i>     | 1  |
| <i>DEFINICIÓN DE PLC</i>                    | 2  |
| <i>HISTORIA</i>                             | 2  |
| <i>VENTAJAS DEL PLC</i>                     | 3  |
| <i>DESVENTAJAS DEL PLC</i>                  | 3  |
| <i>PRIMERAS INNOVACIONES</i>                | 3  |
| <i>ESTRUCTURA DEL PLC</i>                   | 4  |
| <i>PROGRAMADOR</i>                          | 6  |
| <i>FUNCIONAMIENTO</i>                       | 6  |
| <i>CONTROL DE BOMBEO</i>                    | 7  |
| <i>FUNCIONAMIENTO DEL DIAGRAMA ESCALERA</i> | 7  |
| <i>PROCESO INDUSTRIAL</i>                   | 9  |
| <i>PROCESO</i>                              | 10 |
| <i>CONDICIONES DE CONTROL</i>               | 11 |
| <i>PROCESO DIAGRAMA ELÉCTRICO</i>           | 12 |
| <i>DIAGRAMA ESCALERA</i>                    | 13 |



# INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN

Las industrias de procesos no podrían existir sin instrumentos que indiquen, registren, controlen y en algunos casos se anticipen a los muchos cambios que ocurren en un proceso. Aun en procesos que requieren control manual, los instrumentos le avisan al operador cuando se debe de dar vuelta a una válvula u oprimir un botón.

En los últimos años de la década de 1930, los instrumentos y los dispositivos de control eran relativamente sencillos y se usaban en unos cuantos tipos standard.

Cualquier persona capacitada podría comprenderlos y aplicarlos para casi todas las condiciones. Durante la segunda guerra mundial, y a partir de entonces, los cambios han sido más rápidos y continuos a un ritmo acelerado.

Los mayores avances se refieren al uso de tales sistemas y los rápidos cambios debidos a la industria instrumental requiere que para poder seleccionar, aplicar y comparar instrumentos de este tipo, se tengan amplios conocimientos y estar al día con los últimos desarrollos de los mismos.

Para indicar o controlar una variable de proceso, un instrumento puede ser capaz de detectar los cambios de dicha variable, la parte sensible del instrumento, puede ser llamada elemento primario. Por medios electrónicos, neumáticos o mecánicos, el instrumento traduce este impulso primario para una indicación o registro visible. También puede actuar sobre otros dispositivos para cambiar condiciones de procesos, a manera de que, la variable, detectada puede ser regresada a cierto punto determinado. Por consiguiente, un instrumento esta constituido por algún tipo de dispositivos sensible primario en contacto con el fluido o sustancia, una unidad amplificadora, y finalmente, una unidad física que indica o registra y traduce el impulso sensible primario en alguna clase de energía o movimiento.

La automatización o instrumentación no se limitan , a estas características, si no que se ha desarrollado para detectar casi todas las características físicas y químicas conocidas, Estas influyen; la presión la temperatura, densidad, fluido, viscosidad, color, PH o composición. Sin embargo normalmente no es necesario controlar con posición y de manera simultánea cada variable de proceso.

Generalmente, únicamente ciertas variables necesitan ser controladas para obtener las condiciones deseadas del objetivo fijado.

## **DEFINICIÓN DEL PLC**

PLC: Programmable Logic Controller.

El controlador lógico programable (PLC), es un instrumento electrónico a base de microprocesador, el cual es utilizado para la automatización de procesos industriales, 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, multiplicación de datos y comunicaciones con maquinas de proceso industriales.

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

## **HISTORIA**

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 el de sustituir a los circuitos de control mediante relevadores, debido al gran costo y al gran mantenimiento que estos requieren.

\* Algunas de las especificaciones iniciales incluían lo siguiente:

- Precio competitivo con los sistemas de relevación existentes.
- Capaz de mantenerse en el ambiente industrial.
- Interfases de entrada y salida fácilmente intercambiables.
- Diseño en forma modular para que los subensambles se puedan quitar fácilmente para reparación o remplazo.
- Capacidad de pasar datos recolectados a un sistema central.
- El método de programación del controlador debe ser simple.

Los primeros PLC'S ofrecieron funcionalidad en la relevación reemplazando así la lógica de relevación y uso en ambiente industrial fue alcanzado.

## **VENTAJAS DEL PLC**

- Son modulares.
- Debido al RACK esto para ajustar el PLC a una necesidad específica.
- Son reusables ya que no se diseñan para una necesidad específica.
- Son reusables a comparación de los sistemas a base de relevadores.
- Requieren menos espacio con respecto a los sistemas de relevación.
- Requieren de un mantenimiento mínimo.
- Facilitan la detección de fallas.
- Se reemplaza la lógica alambrada.
- Son fácilmente realambrables y reprogramables.
- Son confiables debido a su fabricación con microprocesadores y circuitos electrónicos.
- Están diseñados para uso industrial, ya que soportan altas temperaturas, variaciones de voltaje, ruido magnético, humedad, etc.
- Son Fáciles de programar y configurar.

## **DESVENTAJAS DEL PLC**

- Se usan solo en control, no en potencia ya que la corriente máxima es de 3 amps, a 120 volts en algunos modelos.
- No representan una información gráfica, aunque esta limitación desaparece adaptándole pantallas o monitores para observar el proceso.

## **PRIMERAS INNOVACIONES**

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

Además de las funciones de relevación, en los PLC'S son ahora capaces de realizar operaciones aritméticas y manipulación de datos, comunicación e interacción con el operador y comunicaciones con computadoras.

El tubo de rayos catódicos (CTR) 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.

Además de funciones aritméticas y el mejoramiento de instrucciones permitió las aplicaciones de los PLC'S con dispositivos de instrumentación.

## **ESTRUCTURA DEL PLC**

-Todos los PLC'S se componen básicamente 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 instalar o quitar fácilmente los módulos que contenga, esta dividido en slots (ranuras), cada slot puede alojar un modulo.

-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 una capacidad de proveer energía al CPU y a los módulos de I/O.

#### **\*CPU.**

Es el cerebro del controlador donde reside la memoria del usuario y del procesador; el cual ejecuta el programa almacenado en la memoria. La capacidad de memoria es de 16 Kb.

En algunos CPU además contienen un coprocesador ULSI para mejor funcionamiento con operaciones booleanas; y 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 este se encuentra desenergizado.

El tiempo de vida típico de esta batería para el CPU oscila entre los 2 años y los 6 meses aproximadamente en operación. Y el tiempo de vida típico de la batería fuera de operaciones 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 que actúen dispositivos externos, que ejercen la acción para monitorerar el control del proceso.

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

Módulos de I/O locales.- Son aquellos que se encuentran en el mismo RACK.

Los módulos de I/O los podemos dividir básicamente en 4 tipos:

- 1.- Módulos digitales.
- 2.- Módulos analógicos.
- 3.- Módulos de comunicación.
- 4.- Módulos de propósitos específicos.

## **PROGRAMADOR**

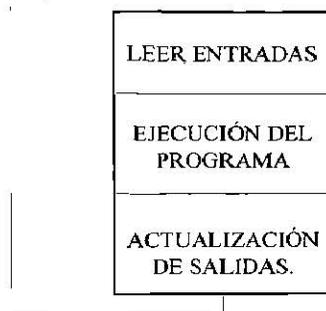
Es el instrumento utilizado para insertar la lógica de operación del proceso mediante instrucciones de programación al CPU, además sirve para monitorear el estado de los elementos programados.

## **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 ajustara 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 siguiente fig. 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 esta compuesto por el tiempo de SCAN del programa y el tiempo de actualización de Y/O.

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

## **CONTROL DE BOMBEO**

### **FUNCIONAMIENTO**

Siempre deben estar funcionando 2 motores-bombas, según el diagrama si falla uno de los motores que están trabajando debe estar el de reserva e indicar una falla.

Si no se restablece la falla al termino del turno se parara el proceso indicando con la luz de falla.

## **FUNCIONAMIENTO DEL DIAGRAMA ESCALERA**

### **ARRANQUE Y PARO**

Para comenzar el proceso se activa el botón de arranque (1) el cual esta normalmente abierto, el botón de paro (2) se encuentra normalmente cerrado lo cual al oprimir el de arranque el de paro deja conducir la señal al igual que el contacto de paro de falla (404) que también esta normalmente cerrado, al ocurrir esto se energiza la bobina interna (400); como el botón de arranque solo da una transición se le adapto a este mismo un candado con un contacto normalmente abierto (400) para que la bobina interna siempre estuviera energizada, a menos que se pare el proceso con el botón paro (3) o una vez que se abra el contacto de paro por falla (404).

También al energizarse la bobina interna (400) se cierra otro contacto el cual energiza una salida (203) y así prendiendo un foco el cual indica el encendido.

## **TIEMPO, TURNO DE 8 HRS.**

Una vez energizada la bobina interna (400) y prendido el foco de encendido (203) se cierra otro contacto el cual habilita un timer (TIM1) para que cuente hasta 60 (al llegar a 60 el timer representa una hora del proceso) y una vez que el timer llega a 60 se abre un contacto normalmente cerrado que es el que da el pulso para que se resetee el timer.

Al termino de contar hasta 60 el timer 1, cierra un contacto en el contador 1, que es el que cuenta los pulsos (TIM1) en el contador.

Esta operación se cicla hasta que el contador 1 (CNT1) cuenta hasta ocho que representa las ocho horas, en ese momento se cierra y se abre (una transición) el contacto (CNT1) que es el que resetea al contador y vuelve a empezar en cero; el contacto normalmente cerrado (400) es para que se pare el proceso y el contador todavía no llegaba a las ocho hrs., se resetea instantáneamente.

## **CONTEO DE LOS TURNOS**

Una vez que el contador (CNT1) llega a las ocho horas se cierra el contacto de los pulsos del contador 2 (CNT2) que es el que va a contar los pulsos cada ocho horas (es decir cada turno); en el momento en que el contador llega a tres, se cierra el contacto (CNT2) (una transición) que es el que resetea al contador 2 y hace que vuelva a contar desde cero.

## **PERMISO DE ARRANQUE DE MOTORES**

En el momento que arranca el proceso se energiza la bobina interna (400), en ese instante el contador 1 (CNT1) y el contador (CNT2) están en cero y es cuando las funciones comparan su valor con el valor que tenga el contador en ese instante y en ese momento se energiza la bobina interna (401) correspondiente a la función va a ir cambiando de acuerdo conforme va cambiando el contador, cada cambio de funciones y del contador 2 (CNT2) es un turno de ocho horas.

## **MOTORES EN FUNCIONAMIENTO**

En condiciones de arranque (CNT2) y la función (102) con valor cero; energizan la bobina interna (401), la cual hace que se cierre el contacto (401) que esta normalmente abierto y en ese instante se energiza la salida (202) y es cuando empieza a trabajar el motor 1 y el motor 3, siempre y cuando los contactos 3 y 5 (OLS) que corresponden a las protecciones térmicas sobre cargas no se encuentren energizadas.

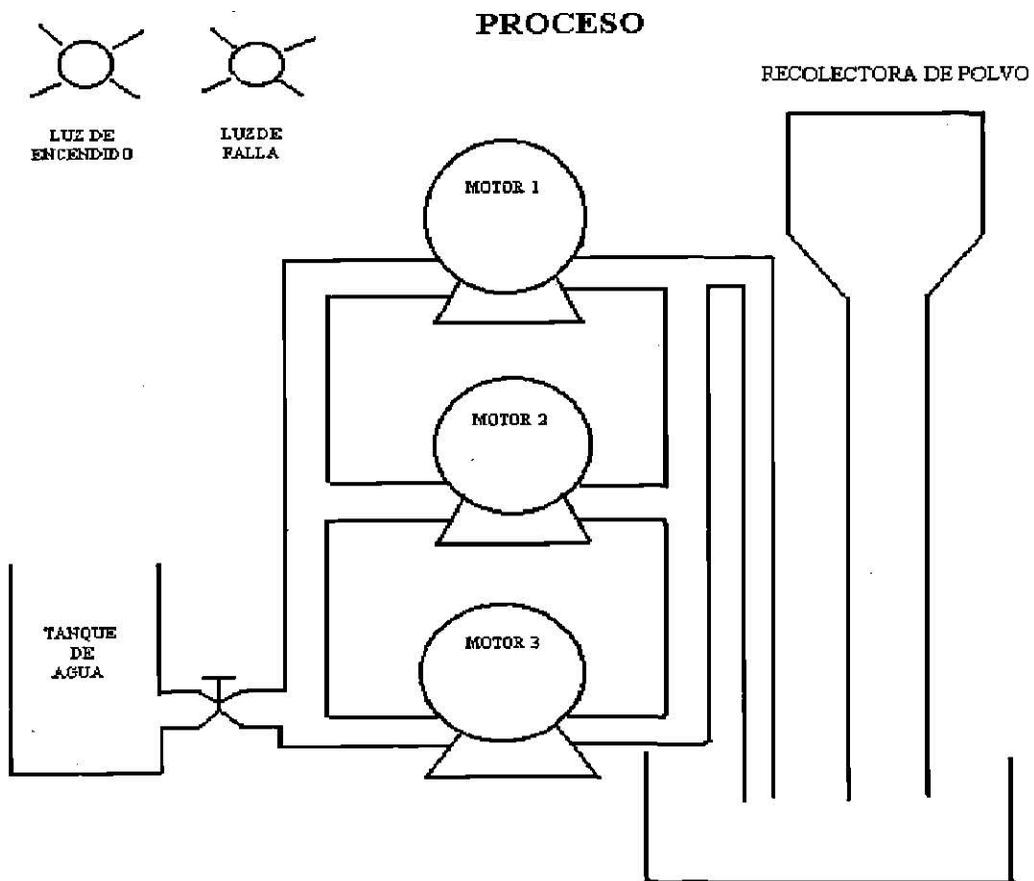
Cuando el contador 2 (CNT2) tiene el valor de uno, se energiza la bomba (402) y en ese momento empieza a trabajar el motor 1 y el motor 2 y esto corresponde al segundo turno ocasionando instantáneamente que se apague el motor 3 y así sucesivamente para el tercer turno donde trabajan el motor 2 y 3 .

Si por cualquier motivo llegara a fallar cualquiera de los tres motores, va a entrar un permiso de falla el cual consiste en que en el momento de que falla un motor independientemente de la función que este corriendo y de los motores que estén funcionando en este turno, se va a energizar una bobina interna; la cual va a depender de que función se este ejecutando; si la función (102) con valor cero se energiza la bobina (405), si es la función (102) con valor uno se energiza la bobina (406) si es la función (102) con valor dos se energiza la bobina (407).

Al energizar cualquiera de estas bobinas internas ya mencionadas (405, 406, 407) se va a energizar una salida (204) la cual va a hacer que entre en funcionamiento las tres funciones al mismo tiempo excepto en la que presento la falla y así corresponder a la condición de que siempre estén funcionando dos motores; si al termino de este turno en el que se presento la falla el contador 1 va a resetearse mediante una transición y al mismo tiempo cierra otro contacto (CNT1) el cual esta en serie con otro contacto que corresponde a la salida (204) y estos energizan una bobina interna (404) que es la que hace se pare todo el proceso debido a que no fue reparada la falla durante el turno en que se presento.

## **PROCESO INDUSTRIAL**

El proceso de mezclado de lodo, consta de tres motores-bomba los cuales bombean el agua que esta contenida en el tanque y es llevada hasta la pila en la que se va ha mezclar con el polvo que fue recolectado con la recolectora de polvo para asi convertirla en lodo y poder desécharlo, esto se utiliza para no tirar el polvo directamente al ambiente y asi evitar que los polvos contaminen el exterior.



## CONDICIONES DE CONTROL

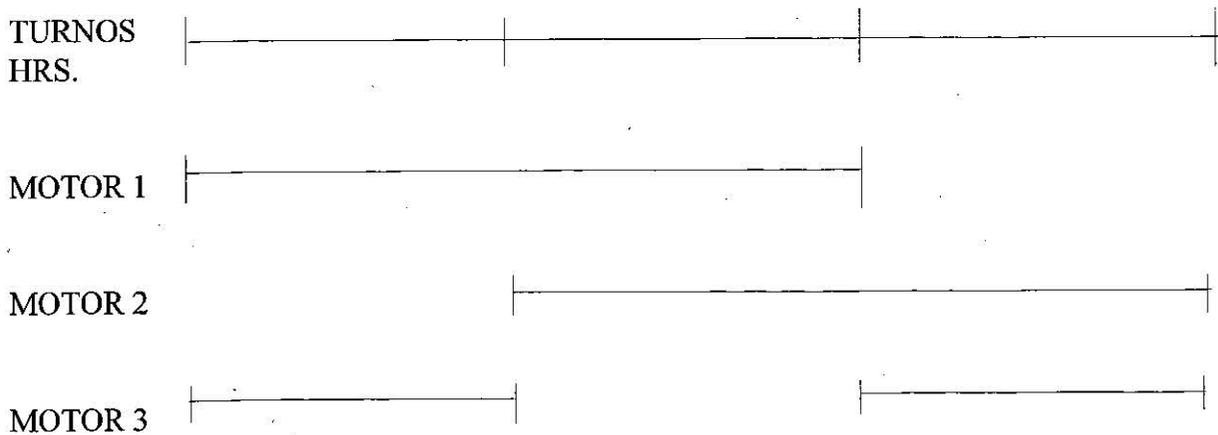
**ENTRADAS** ————— Arranque y paro, 3 OL'S

**SALIDAS** ————— 3 Motores bomba, 1 luz de encendido, 1 luz de falla

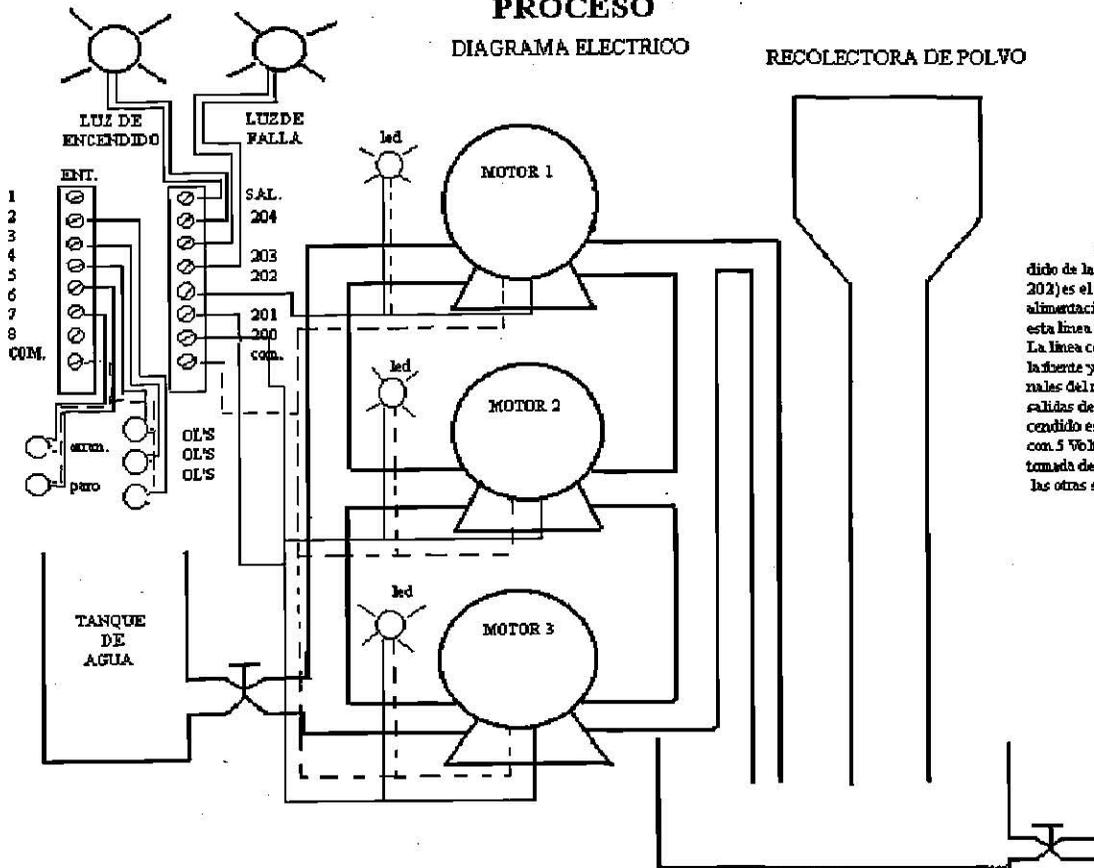
## FUNCIONAMIENTO

Siempre deben estar trabajando 2 motores-bomba según el diagrama, si falla uno de los motores que esta trabajando debe entrar el de reserva e indicar una falla.

Si no se restablece la falla al termino del turno se parara el proceso indicando una falla.

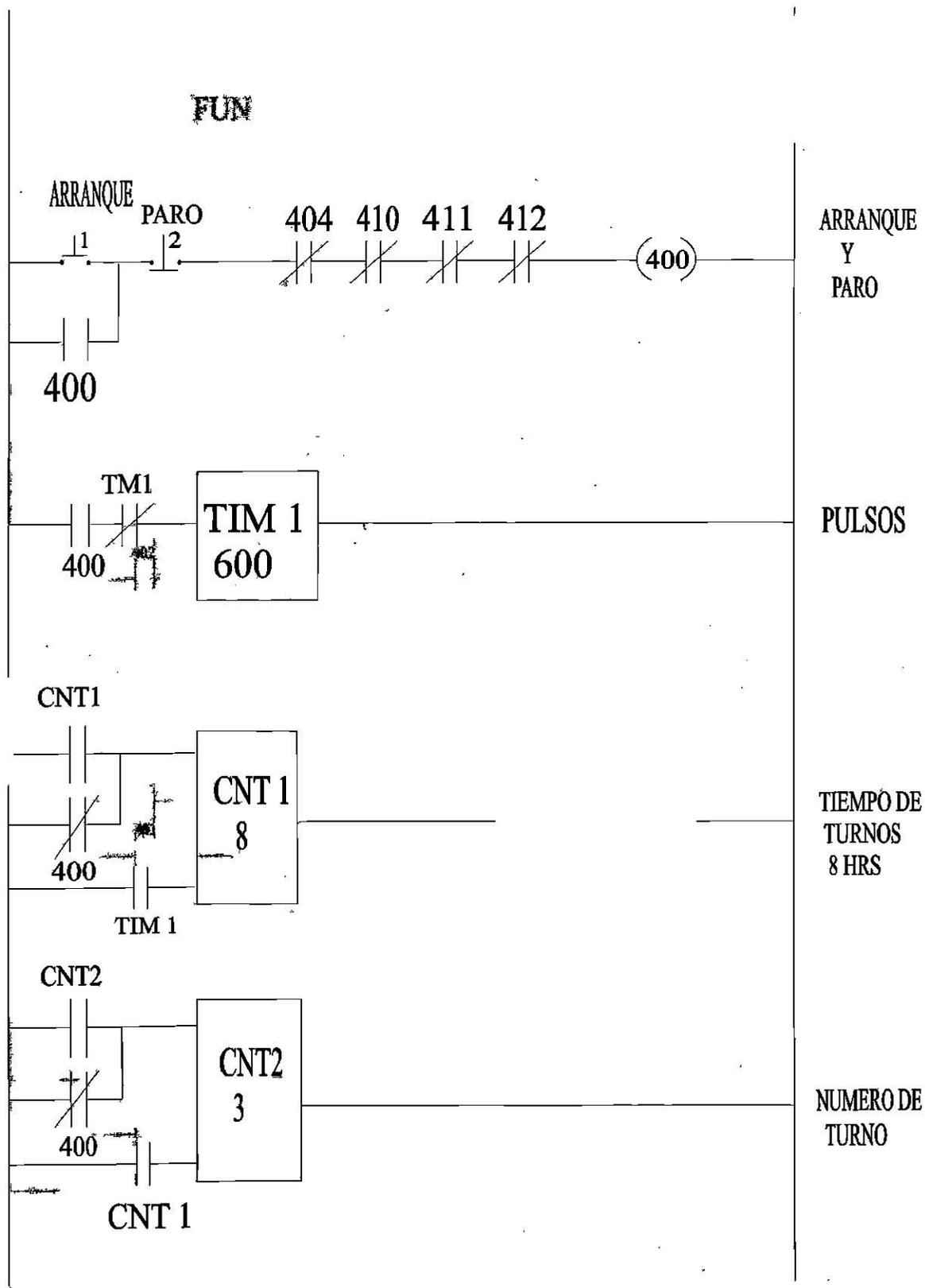


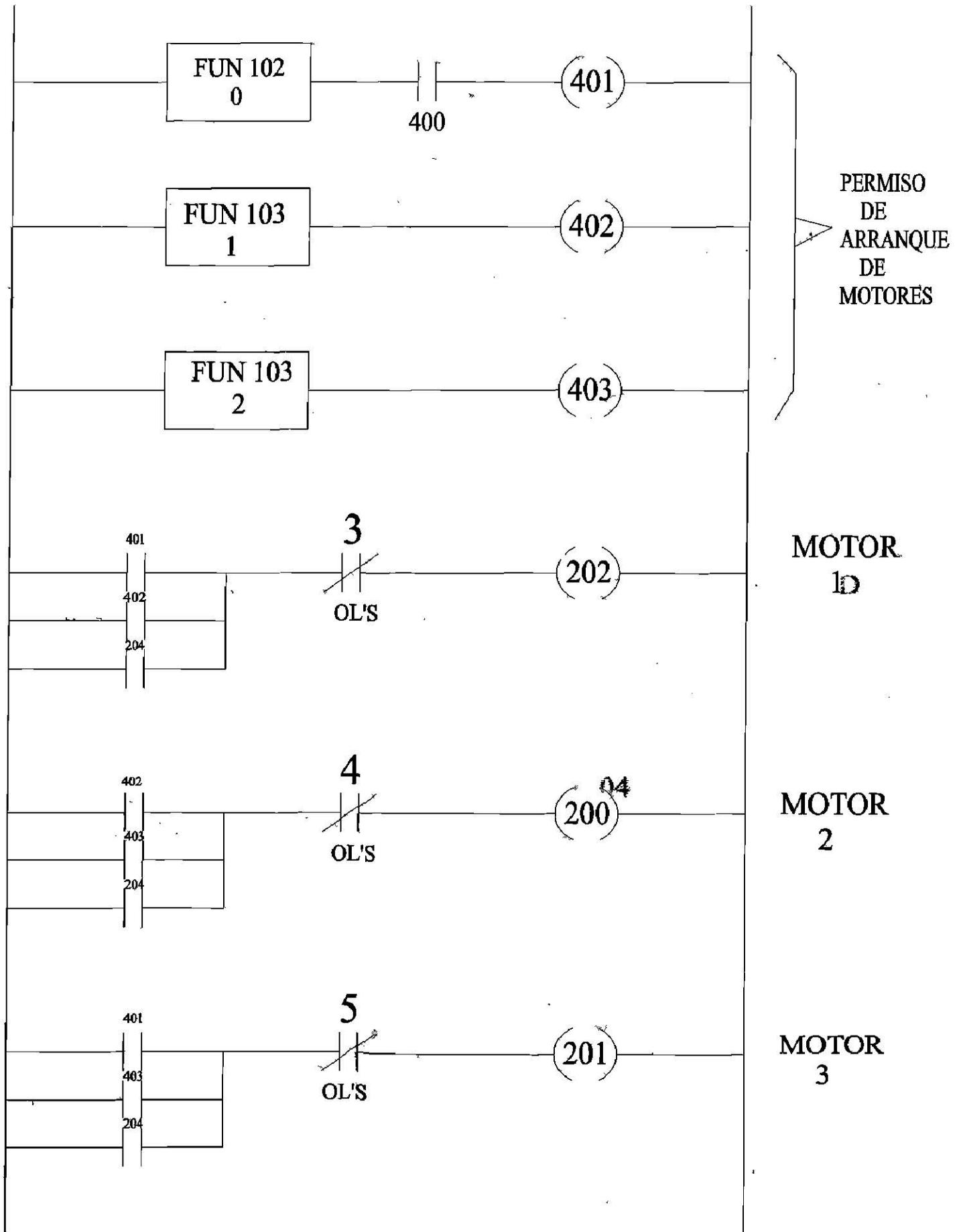
**PROCESO**  
**DIAGRAMA ELECTRICO**



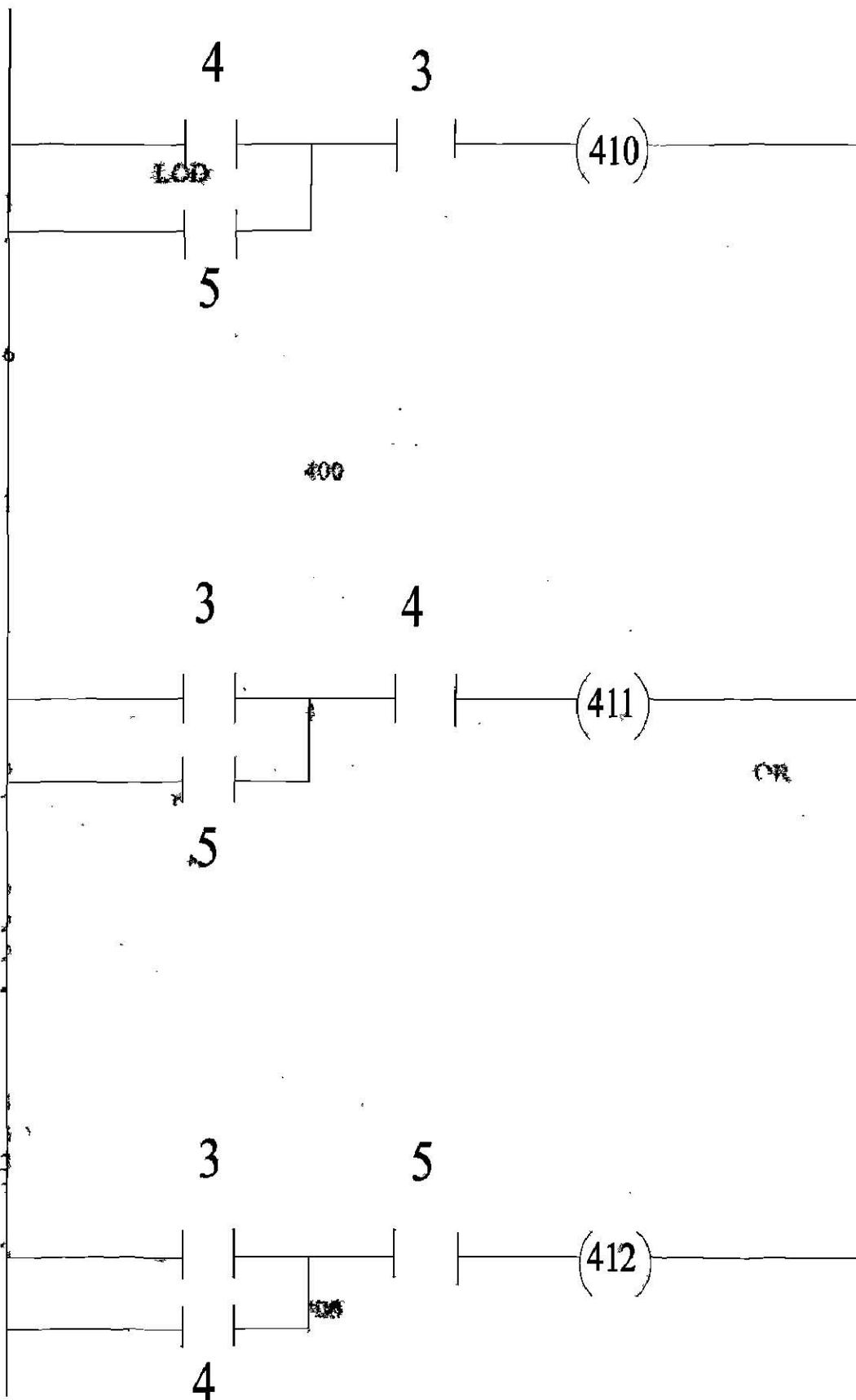
NOTA: El encendido de las salidas (200,201,202) es el (+) de la fuente de alimentación de las salidas esta línea esta pintada. La línea continua es el (-) de la fuente y el (-) de las terminales del motor, para las salidas del led de falla y encendido estan alimentadas con 5 Vdc de directa, esta tomada de la misma fuente de las otras salidas.

# DIAGRAMA ESCALERA









PARO  
TOTAL  
POR  
FALLA  
DE 2  
MOTORES

# PROGRAMACION

|    |      |      |    |        |      |
|----|------|------|----|--------|------|
| 0  | LOD  | 1    | 40 | OR     | 403  |
| 1  | OR   | 400  | 41 | OR     | 204  |
| 2  | ANDN | 2    | 42 | ANDN   | 5    |
| 3  | ANDN | 404  | 43 | OUT    | 201  |
| 4  | OUT  | 400  | 44 | LOD    | 401  |
| 5  | LOD  | 400  | 45 | LOD    | 3    |
| 6  | ANDN | TIM1 | 46 | OR     | 5    |
| 7  | TIM  | 1    | 47 | ANDLOD |      |
| 8  |      | 600  | 48 | OUT    | 405  |
| 9  | LOD  | CNT1 | 49 | LOD    | 403  |
| 10 | ORN  | 400  | 50 | LOD    | 3    |
| 11 | LOD  | TIM1 | 51 | OR     | 4    |
| 12 | CNT  | 1    | 52 | ANDLOD |      |
| 13 |      | 8    | 53 | OUT    | 406  |
| 14 | LOD  | CNT2 | 54 | LOD    | 403  |
| 15 | ORN  | 400  | 55 | LOD    | 5    |
| 16 | LOD  | CNT1 | 56 | OR     | 4    |
| 17 | CNT  | 2    | 57 | ANDLOD |      |
| 18 |      | 3    | 58 | OUT    | 407  |
| 19 | FUN  | 102  | 59 | LOD    | 405  |
| 20 |      | 0    | 60 | OR     | 406  |
| 21 | AND  | 400  | 61 | OR     | 407  |
| 22 | OUT  | 401  | 62 | OUT    | 204  |
| 23 | FUN  | 102  | 63 | LOD    | 204  |
| 24 |      | 1    | 64 | AND    | CNT1 |
| 25 | OUT  | 402  | 65 | OUT    | 404  |
| 26 | FUN  | 102  | 66 | LOD    | 400  |
| 27 |      | 2    | 67 | OUT    | 203  |
| 28 | OUT  | 403  | 68 | LOD    | 4    |
| 29 | LOD  | 401  | 69 | OR     | 5    |
| 30 | OR   | 402  | 70 | AND    | 3    |
| 31 | OR   | 204  | 71 | OUT    | 404  |
| 32 | ANDN | 3    | 72 | LOD    | 3    |
| 33 | OUT  | 202  | 73 | OR     | 5    |
| 34 | LOD  | 402  | 74 | AND    | 4    |
| 35 | OR   | 403  | 75 | OUT    | 405  |
| 36 | OR   | 204  | 76 | LOD    | 3    |
| 37 | ANDN | 4    | 77 | OR     | 4    |
| 38 | OUT  | 200  | 78 | AND    | 5    |
| 38 | LOD  | 401  | 79 | OUT    | 404  |
|    |      |      | 80 | END    |      |

