



74  
2ej.  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN  
CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE  
PARA APLICACIONES INDUSTRIALES

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO  
ELECTRICISTA  
PRESENTAN:  
JORGE LUIS HERNANDEZ HERNANDEZ  
LUIS MANUEL BRIONES FLORES  
ARMANDO ROJAS ASCENCIO  
EFRAIN GONZALEZ HIDALGO  
Director: Ing. Víctor Javier González Villela

CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F.

OCTUBRE, 1992

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE

<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
--------------------------------------	----------

### **CAPITULO II: PANORAMA DE CONTROL**

<b>2.1 CONTROL AUTOMÁTICO.....</b>	<b>5</b>
------------------------------------	----------

<b>2.2 DEFINICIÓN Y ESTRUCTURA DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....</b>	<b>12</b>
--	-----------

<b>2.3 LA AUTOMATIZACIÓN UTILIZANDO CONTROLADORES LÓGICO PROGRAMABLES.....</b>	<b>17</b>
--	-----------

<b>2.4 EXPECTATIVAS A FUTURO DE LOS CONTROLADORES LÓGICO PROGRAMABLES.....</b>	<b>20</b>
--	-----------

<b>2.5 JUSTIFICACIÓN DEL DISEÑO DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....</b>	<b>21</b>
---	-----------

### CAPITULO III: DISEÑO CONCEPTUAL

3.1 SELECCIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES COMERCIALES.....	23
3.2 DISEÑO DE APARIENCIA	
3.2.1 ERGONOMÍA.....	30
3.2.2 DISEÑO DE LA CARCASA DEL SISTEMA DE CONTROL Y DEL PROGRAMADOR.....	32

### CAPITULO IV: DISEÑO EN DETALLE

4.1 CONCEPTOS GENERALES	
4.1.1 SISTEMAS NUMÉRICOS Y REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	37
4.2 DISEÑO DEL HARDWARE	
4.2.1 SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR.....	40
4.2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	47
4.2.3 DISEÑO DE LA TARJETA DE ENTRADAS Y SALIDAS.....	48
4.3 DISEÑO DE SOFTWARE	
4.3.1 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y SISTEMA OPERATIVO.....	53
4.3.2 DISEÑO DEL SISTEMA OPERATIVO.....	58

## CAPITULO V: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

5.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	65
5.2 IDENTIFICACION DE PARTES	
5.2.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	66
5.2.2 DESCRIPCIÓN DEL TECLADO.....	68
5.2 CONEXIONES.....	79
5.4 PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	
5.4.1 EL LENGUAJE DE DIAGRAMA DE ESCALERA.....	80
5.4.2 DIAGRAMAS DE ESCALERA.....	81
5.4.3 CODIFICACIÓN DE UN DIAGRAMA DE ESCALERA.....	88
5.4.4 EJEMPLOS DE CODIFICACIÓN Y USO DE INSTRUCCIONES.....	93
5.5 OPERACIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	
5.5.1 MODOS DE OPERACIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	110
5.5.2 MENSAJES DE ERROR.....	113
5.6 MANTENIMIENTO DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE..	115

**CAPITULO VI: CONCLUSIONES..... 117**

**APÉNDICE A: PROGRAMAS DEL SISTEMA OPERATIVO  
DEL PLC**

**APÉNDICE B: SENSORES Y ACTUADORES**

**BIBLIOGRAFÍA**

## **CAPITULO I :**

### **INTRODUCCION**

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es el diseño y construcción de un prototipo de Controlador Lógico Programable (Programmable logic Controller) PLC para aplicaciones industriales; con elementos disponibles en el mercado nacional, y competitivo con los ya existentes.

Durante algún tiempo en la sección de electrónica del Centro de Diseño Mecánico (CDM) se han diseñado controladores electrónicos para diversas máquinas y dispositivos.

El procedimiento utilizado en el diseño para hacerlo en un menor tiempo es construir un circuito particular para cada caso, cuando se trate de un controlador simple; ó utilizar sistemas de desarrollo basados en microprocesadores y controladores, cuando se trate de un diseño complejo o que requiera ser modificado frecuentemente.

Un sistema de desarrollo puede emplearse para construir controladores, debido a que está formado por un microprocesador, memorias, puertos de entrada y salida y un sistema operativo que permite ingresar y modificar programas. Los programas definen el control, y están hechos en lenguaje ensamblador.

Debido a que un lenguaje ensamblador es un lenguaje de bajo nivel que requiere el conocimiento del hardware por parte del programador, y además, porque los códigos de programación difieren de uno a otro microprocesador; el uso de un sistema de desarrollo no es lo más óptimo para diseñar controladores cuyas características se tienen que variar frecuentemente.

En el CDM se requieren controles para algunas máquinas en particular, pero también se necesitan controles que sirvan para probar algunos dispositivos, que formarían parte de un mecanismo más complejo. Entonces, surge la necesidad de diseñar y construir un Controlador Lógico Programable. Con ello, se tendría una herramienta útil en el diseño de máquinas desarrollada en el Centro (CDM) con elementos nacionales. Además de que, después de ser probada y mejorada pueda ser comercializada en el mercado nacional.

Como se ve en el capítulo II un PLC es un dispositivo capaz de tomar decisiones lógicas, de ahí el nombre de controlador lógico, y programable porque puede controlar una gran variedad de procesos y máquinas con solo modificar una lista de instrucciones o programa, realizado en un lenguaje sencillo de entender y manejar por el usuario (lenguaje de escalera). En este capítulo se presenta también un panorama de control automático para, después de definir que es un PLC, poder ubicar su campo de aplicación.

El diseño del PLC se presenta en dos capítulos, el capítulo III: Diseño Conceptual y el capítulo IV: Diseño en Detalle.

En el capítulo III se presenta el diseño conceptual, en donde se definen las características comerciales y apariencia del PLC. En esta parte se definen las características que tendrá el PLC, tomando en cuenta las necesidades propias además de las mínimas necesarias para un PLC sencillo.

En el capítulo IV se presenta el diseño en detalle, mostrando el diseño físico del PLC (hardware) y programación (software). En el apéndice A se muestran los programas y subrutinas usadas para la programación del PLC. La programación del PLC consta básicamente de cuatro programas, que a excepción del primero corresponden a los modos de operación de este: programa monitor (se encarga de administrar y controlar los recursos del PLC con el usuario), programa run, programa de edición y programa auto.

En el capítulo V se describe el PLC para que el usuario conozca sus partes, se describe la función de cada una de ellas. Se explica también como operar y programar al PLC. Partiendo de algunos circuitos elementales de control alambrado se muestra como elaborar un diagrama de escalera que se utiliza en la codificación de programas. Se muestra como usar cada una de las características de programación del PLC con ejemplos donde se

muestra el diagrama de escalera y su codificación. Estos ejemplos son ilustrativos pero en conjunto se pueden usar para diseños más complejos de control. Finalmente se presenta una lista de posibles fallas y como corregirlas.

En el capítulo VI se presentan las conclusiones obtenidas durante la realización de este proyecto.

En el apéndice B se muestra una descripción de sensores y actuadores, por ser estos parte importante en el uso de un PLC; puesto que forman la interfase entre el PLC y la operación controlada.

**CAPITULO II :**

**PANORAMA DE CONTROL**

---

## 2.1 CONTROL AUTOMÁTICO

Desde tiempos remotos la humanidad ha recurrido a la ampliación de sus capacidades naturales, para satisfacer sus necesidades primarias. Así, mediante la invención y uso de herramientas desarrolló sus actividades de forma mas eficiente, pudo labrar, cazar y fabricar utensilios con una facilidad progresiva. Sin embargo, la mayor parte de la fuerza necesaria para cada una de sus actividades era generalmente su propia fuerza muscular. A medida que se desarrolló la ciencia y la técnica la fuerza muscular fue sustituida por la proporcionada por el agua en movimiento, vapor y finalmente por la de la electricidad. Con la invención de las máquinas de vapor y del motor eléctrico comienza un proceso conocido como mecanización, donde la fuerza muscular del hombre queda sustituida por fuerzas de otro origen.

Durante la mecanización, el uso y supervisión de las máquinas continuaba siendo función del hombre, posteriormente se han ido adaptando para que tal función sea ejecutada por dispositivos automáticos, a partir de lo cual, las máquinas son capaces de operar sin la participación directa del hombre. Esto es lo que da origen al control automático, que de una manera formal, puede definirse como la medición, dirección y regulación tanto de máquinas aisladas como de sistemas de máquinas en forma autónoma o sin participación directa del hombre.

Con la automatización se logra la eliminación de los trabajos monótonos, eliminación del error humano, aumento de la producción como consecuencia del aumento de la velocidad de operación de las máquinas, así como también se eleva la calidad de los productos.

El control automático puede ser de dos tipos. El primero de ellos conocido como control de lazo abierto, en el cuál la variable de salida no tiene ningún efecto sobre la de entrada. Esto es, se dirige mediante programas preestablecidos que operan independientemente de las variaciones de las condiciones de trabajo.

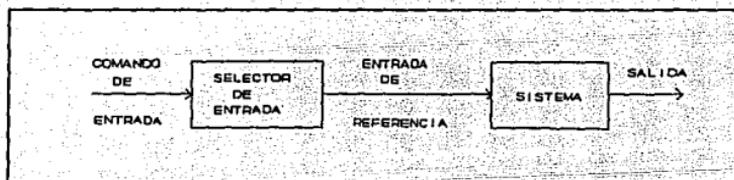


Figura 2.1 Diagrama de Control de Lazo Abierto

Un ejemplo sencillo pero ilustrativo de este tipo de control puede ser un tostador de pan. Aquí la variable a controlar es la intensidad del tostado, para fijar el tostado se cuenta con una perilla, la cual hará funcionar al tostador durante un tiempo predeterminado, suficiente para obtener la intensidad deseada,

sin tomar en cuenta las condiciones externas. En la figura 2.1 se puede apreciar el diagrama de bloques de un control de lazo abierto.

En el caso de control de lazo cerrado se tiene la capacidad de modificar su acción tomando en cuenta las condiciones externas, lo cual se efectúa mediante el retorno de una señal de corrección que depende de la salida. Así toda variación externa que afecte al sistema provocará alteraciones en su salida que al compararse con el valor deseado genera una señal de error que se utiliza para la modificación del proceso, y con ello corregir cualquier posible desviación. Este control es también conocido como control con realimentación. La figura 2.2 ilustra este tipo de control.

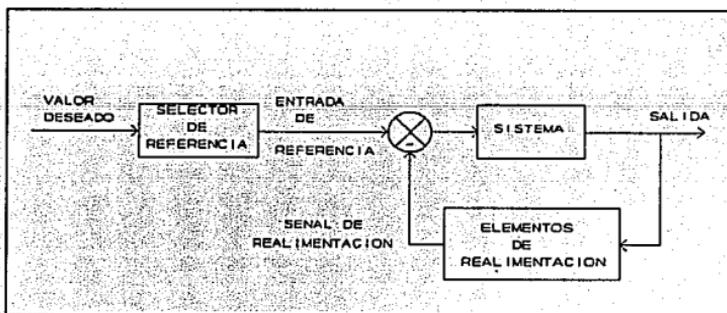


Figura 2.2 Diagrama de Control Con realimentación

Cualesquiera de estos dos tipos de control se pueden implementar con diferente tecnología, en principio se utilizaron dispositivos mecánicos , neumáticos, después eléctricos y actualmente electrónicos, sin dejar de utilizar los anteriores, sobre todo por seguridad, en procesos explosivos.

En el cuadro sinoptico de la figura 2.3 podemos ver una clasificación de control automático, primero debido a su estructura puede ser de lazo abierto o de lazo cerrado, después por el tipo de señales que manejan pueden ser de tipo analógico o digital, en el primero la información se encuentra en la amplitud, frecuencia o en la forma de la señal; y en el segundo esta contenida en la ausencia o presencia de dos amplitudes principalmente, tal información, se dice está codificada.

Puesto que un PLC se utiliza principalmente en control digital, como se verá mas adelante, a continuación se explica en forma breve en que consiste cada uno de los tipos de control digital mencionados. En el control digital de lazo abierto se utilizan dispositivos tales como: tarjetas perforadas, cintas magnéticas, para programar una determinada secuencia de operación para una máquina o proceso.

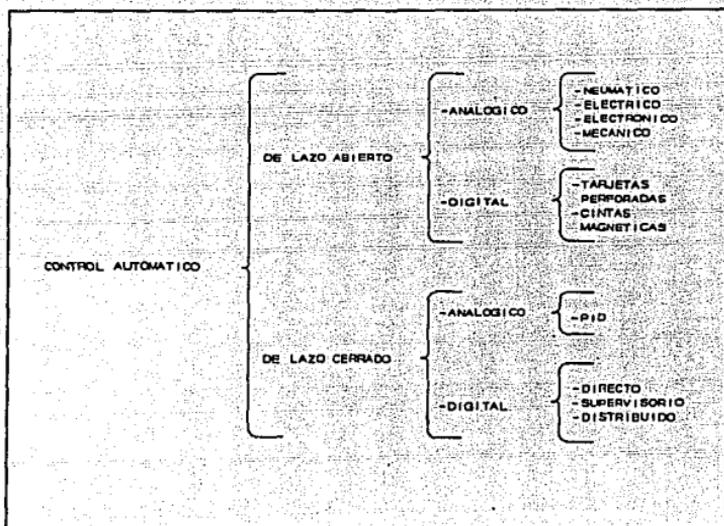


Figura 2.3 Cuadro Sinóptico

En el control digital de lazo cerrado existen básicamente tres tipos de control los cuales son: control digital directo, control supervisorio y control distribuido.

El control digital directo se realiza de la siguiente forma: un computador lleva a cabo todos los cálculos que realizaría un controlador normal, generando directamente las señales que van a los controles finales (actuadores). El computador realiza las funciones de exploración de variables de entrada (analógicas o

digitales), comparación con los valores deseados (puntos de consigna) y generación de las señales de error correspondientes, para finalmente transmitir señales de salida a los controladores finales del proceso. Como se muestra en la figura 2.4

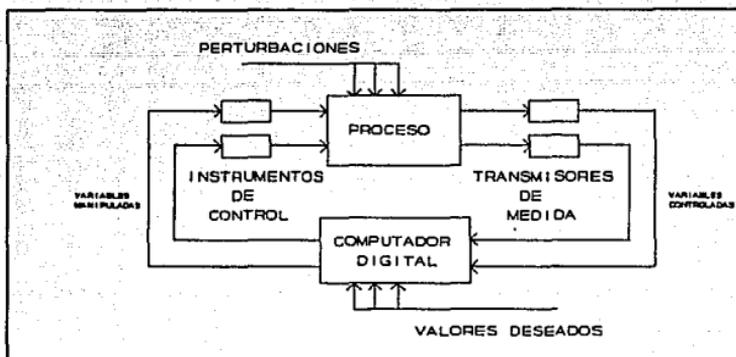


Figura 2.4 Control Digital Directo

El control supervisorio cuenta con un computador el cual envía los valores deseados a controladores individuales del proceso. Toma valores del proceso que sirven para generar los valores deseados. Si el computador o algún componente asociado fallara, cada controlador trabajará con el último punto de consigna. Un esquema de este tipo de control se puede ver en la figura 2.5

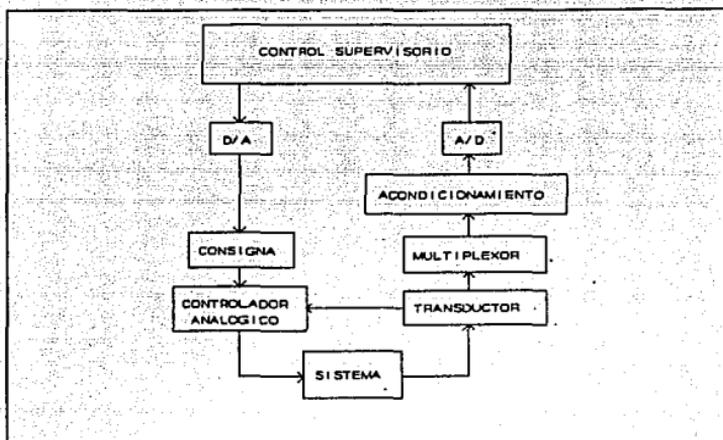


Figura 2.5 Control Supervisorio

El control distribuido cuenta con uno o varios microprocesadores situados en varios puntos del proceso, estos microprocesadores se conectan entre si mediante una vía de comunicación la cual a su vez esta conectada al control central, desde donde se controla cada una de las variables del proceso pudiendo hacerse en forma automática o manual, como se ve en la figura 2.6

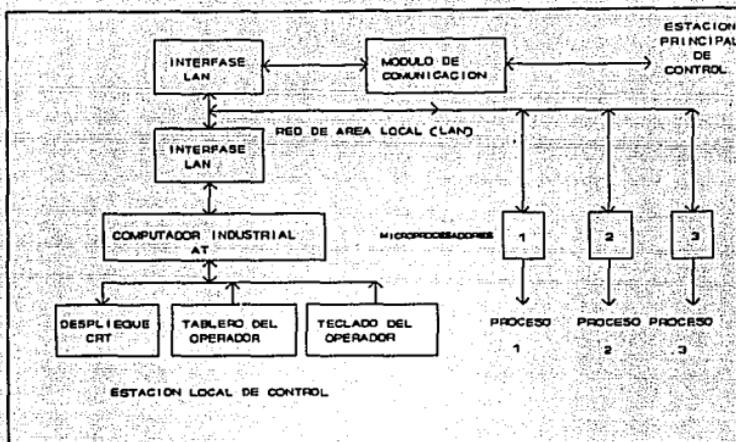


Figura 2.6 Control Distribuido

## 2.2 DEFINICIÓN Y ESTRUCTURA DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Un Controlador Lógico Programable (PLC) es un dispositivo capaz de efectuar decisiones lógicas. Las proposiciones son enviadas al controlador mediante la ausencia o presencia de un voltaje obtenido por sensores. Las decisiones son tomadas por el controlador mediante un programa hecho por el usuario de acuerdo a sus necesidades. Los resultados de tales operaciones lógicas se envían a un módulo de salida para realizar una acción sobre una máquina o proceso.

Viendo al PLC como una caja negra, se observa que el funcionamiento de éste consiste en recibir una serie de insumos y después de un tratamiento sobre éstos, emitir resultados. Como se muestra en la figura 2.7

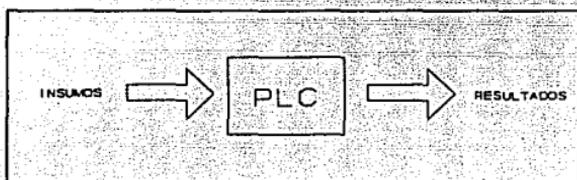


Figura 2.7 Esquema general de un PLC

Con base en esto se puede enumerar una serie de características para que tal caja negra pueda realizar dichas funciones:

1. Entrada para permitir el paso de los insumos.
2. Salida para emisión de resultados.
3. Memoria para recibir los insumos y para almacenar resultados parciales y/o finales que se generen.
4. Un elemento que se encargue de todos los cálculos y operaciones que se requieran.
5. Un elemento que coordine las actividades de la caja negra.

Estos elementos son mostrados en la figura siguiente:

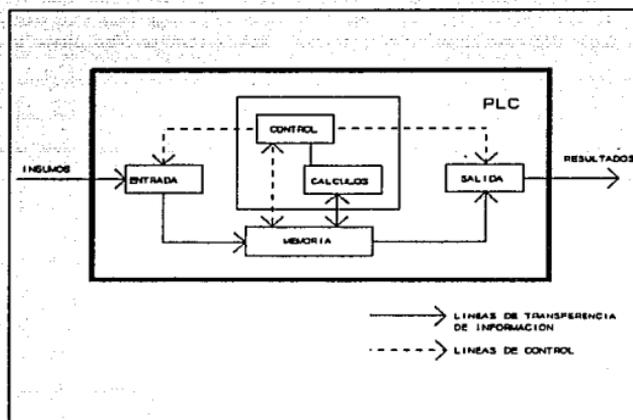


Figura 2.8 Esquema de elementos internos de un PLC

Es importante entender esos conceptos antes de analizar la estructura del PLC.

#### Insumos.

Instrucciones, datos y comandos que el PLC requiere para efectuar trabajos. Al conjunto de instrucciones que solucionan un problema se le conoce como programa. Los datos son valores que un programa transforma en información. Los comandos son ordenes para que el PLC realice funciones definidas, por ejemplo: "ejecuta un programa", "edita un programa", etcétera.

#### Entrada.

Para programar y mandar los datos que procesará el PLC es necesario tener algún dispositivo que este conectado a su entrada.

#### Memoria.

El PLC necesita de un sistema para interpretar y procesar la información que recibe. Este sistema esta almacenado en memoria. El PLC almacena cada instrucción y dato en una parte de la memoria conforme los recibe.

#### Cálculos y operaciones.

Al funcionar el PLC realiza una serie de pasos que repite varias veces hasta terminar con la ultima instrucción del programa. Esto lo hace mediante el elemento de control.

#### Salida.

Los resultados que genera el PLC, comunicación con el usuario, deben ser manejados por medio de un dispositivo de salida. Por ejemplo: encender una salida, manda mensajes de error, etcétera.

De esta forma se tiene un panorama general de los elementos que forman la estructura del PLC, así como una idea sencilla y clara de los mismos. Ahora se hará una descripción más detallada de los mismos.

Un controlador lógico programable, está constituido de cuatro partes principales: una fuente de poder, un procesador, memoria, y una interfase compuesta por módulos de entrada/salida. La figura 2.9 muestra tales elementos.

El procesador tiene como función el tomar decisiones de control con base en un programa definido en la memoria y las señales provenientes del módulo de entradas. Con la información obtenida el procesador efectúa operaciones lógicas enviando los resultados al módulo de salidas para activar los dispositivos conectados a éste. Si en el proceso de control es requerido algún cambio, bastará con modificar el programa, lo cual se hace con relativa facilidad.

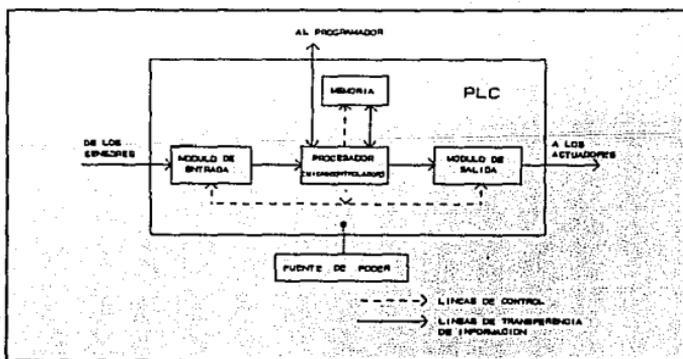


Figura 2.9 Estructura de un PLC

Los módulos de entrada/salida forman la interfase entre el procesador y la operación controlada. El estado de las máquinas y/o procesos es comunicado al procesador mediante sensores conectados al módulo de entradas. En este módulo se conforman las señales provenientes de los sensores para que el procesador pueda trabajar en forma adecuada con ellas.

Las acciones finales de control son realizadas sobre la máquina o proceso por dispositivos conocidos como actuadores quienes transforman una señal electrónica en una acción eléctrica o mecánica dependiendo del tipo de actuador que se trate. Para que los actuadores desempeñen su función, las señales provenientes del procesador deben ser modificadas convenientemente, función que desarrolla el módulo de salidas; se pueden citar como ejemplos de actuadores a los siguientes dispositivos: contactores, motores de arranque, solenoides, electroválvulas entre otros.

### 2.3 LA AUTOMATIZACIÓN UTILIZANDO CONTROLADORES LÓGICO PROGRAMABLES

Los primeros controladores programables fueron creados hace ya casi 20 años como un sustituto para grandes tableros de relevadores y así dar solución al problema del cambio frecuente en las demandas de control. Por ejemplo: cuando un proceso de fabricación cambiaba constantemente, como en la industria automotriz donde cada año al cambiar de modelo era necesario

cambiar también el tablero de control, formado por decenas y hasta cientos de relevadores, una tarea que resultaba ardua y costosa.

En la actualidad los controladores programables, en algunas aplicaciones, se continúan utilizando como sustitutos de relevadores. Pero, desde que fueron creados se les han ido agregando características cada vez mas avanzadas tales como: temporizadores, contadores, algoritmos de control PID (proporcional-integral-derivativo), capacidades aritméticas, facilidad de interconexión y comunicación entre controladores o hacia una computadora.

El principal campo de aplicación para los controladores programables es el control digital, a pesar de que algunos puedan ya manipular señales analógicas. Los controladores programables pueden ser usados en procesos simples de control de lazo abierto, programándolos de tal manera que realice las acciones deseadas para una aplicación particular. O también en sistemas de control de lazo cerrado, en procesos complejos en los cuales existe lógica, transferencia de datos, diagnóstico de máquinas, monitoreo y control de procesos.

Sustituyendo al computador digital en aplicaciones de control digital directo cuando sea posible, o a los microprocesadores de un sistema de control distribuido se pueden

dar soluciones más económicas y confiables a los problemas de automatización.

Entonces, se hace necesario establecer cuando usar un PLC y cuando una computadora o un sistema de control tal como el control distribuido. En algunas aplicaciones la respuesta es inmediata. Puesto que la computadora es un dispositivo verdaderamente de propósito general, debe usarse cuando, además de propósitos de control se desea el análisis de datos. Un sistema de control distribuido se utilizará si el proceso a controlarse justifica el costo del sistema. De esta forma, si se necesita un control flexible a bajo costo, la elección correcta es un controlador programable.

Sin embargo, controladores programables y computadoras pueden trabajar en forma complementaria. Los controladores programables se han ido introduciendo cada vez mas en los sistemas de control distribuido dado que tienen mucho que ofrecer, por ejemplo: se aumenta la confiabilidad del sistema además de aumentar la velocidad de respuesta, así, cuando la computadora falla por alguna razón o cuando exista algún problema en la red de comunicación, se necesita de "algo" que continúe haciendo funcionar a la planta, los controladores programables lo hacen.

Entonces los controladores programables y las computadoras pueden trabajar juntos, con las computadoras sirviendo como interfase hombre-máquina, control supervisorio y procesador de datos; y los controladores utilizándose en el lugar mismo del proceso (en el piso de la planta) como controladores en tiempo real.

Al automatizar alguna máquina o proceso simple con un controlador lógico programable se tienen las siguientes ventajas: capacidad lógica inherente, hardware robusto (de uso rudo), efectividad en costo. Como algunos campos de aplicación de los controladores programables podemos citar los siguientes: máquinas distribuidoras de bebidas, alimentos, corte y empaque de papel, entre otros.

#### 2.4 EXPECTATIVAS A FUTURO DE LOS CONTROLADORES PROGRAMABLES.

Los controladores programables pequeños han tenido gran demanda a partir de los 80's. La gran mayoría de aplicaciones demandan pocas entradas y salidas (< 256), pues como se ha mencionado anteriormente, en procesos complejos se utilizan los controladores programables pequeños supervisados por estaciones de trabajo, pues no es conveniente utilizar en tales casos solamente un controlador programable, por muy avanzado que éste sea.

Tabla 2.1 Ventas de PLC en el mercado norteamericano por número de entradas/salidas en millones de dólares

Numero de entradas/ salidas	1989	1990	1991	1992	1993	Crecimiento promedio
1 - 64	107.9	127.6	149.0	170.9	194.5	17.2
65 - 128	155.5	173.9	193.4	222.5	230.8	12.0
129- 128	183.1	203.9	223.0	242.4	262.9	10.8
513-1024	134.7	145.3	156.2	167.1	178.2	8.0
> 1024	317.2	333.4	348.4	363.5	378.2	5.0
TOTAL	898.4	984.2	1069.9	1156.4	1244.6	9.3

En la tabla 2.1<sup>1</sup> se puede ver que las ventas de PLC con menos de 64 entradas/salidas se espera tengan un aumento promedio del 17% anual. Los grandes PLC con mas de 1024 entradas/salidas incrementarán sus ventas en solo un 5% al año. Entonces, son los controladores pequeños quienes presentan las mejores expectativas de ventas en el mercado.

## 2.5 JUSTIFICACIÓN DEL DISEÑO DE UN PLC

En el Centro de Diseño Mecánico (CDM) se ha observado que existe una característica común en la mayoría de los diseños de máquinas que utilizan un control electrónico. Esta característica es el hardware, esto es, para cada máquina que se había diseñado

<sup>1</sup> I & CS (marzo, 1980 pag. 38)

se utilizaba una configuración electrónica muy similar al de otra y solo cambiaba la programación.

Se construyeron varios sistemas de desarrollo con el fin de probar el software de cada control. Estos sistemas, como podemos ver estaban siendo utilizados de alguna manera como un controlador programable. Debido a esto nace la inquietud de diseñar un PLC, para satisfacer las necesidades del CDM.

Este PLC se propone que sea tan sencillo como sea posible, capaz de ser usado para automatizar máquinas y procesos de producción sencillos, y que además, sea el punto de partida para el diseño futuro de un PLC de características más avanzadas, esto es, que sea una primera versión para futuros desarrollos. Con esto se propone crear un PLC con ingeniería mexicana que satisfaga las necesidades inmediatas del CDM, pero que también pueda resolver problemas de automatización en la industria mexicana.

### **CAPITULO III :**

### **DISEÑO CONCEPTUAL**

### 3.1 SELECCIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES COMERCIALES.

Como se mencionó en el capítulo anterior, las mejores expectativas que se presentan son para los controladores programables pequeños. Para determinar las características que tendría el PLC que nos propusimos diseñar, fue necesario investigar con los principales fabricantes, las características que cada uno de ellos promocionan para los controladores del tipo que nos interesa, esto es, los pequeños. Las firmas consultadas fueron: Allen Bradley, Festo, Siemens, Hartmann & Braun A.G., Telemecanique.

Las características del PLC se determinaron de tal manera que éste al ser construido cumpla con la mayoría de las que presentan los controladores existentes en el mercado. Así, al terminar el diseño se podrá asegurar que este PLC será de utilidad en la automatización de procesos en forma eficiente y económica, no solo en el CDM sino también dentro de la industria mexicana.

Al definir las características del PLC se eligen también las especificaciones comerciales del producto, en este caso son:

### Programación en código de diagrama de escalera.

Puesto que el PLC fue primero un sustituto de tableros de control, basados en relevadores, el lenguaje de programación más popular es el lenguaje de diagrama de escalera. Este lenguaje está formado por una lista de instrucciones, la cual se determina a partir de un diagrama similar a los diagramas eléctricos de controles con relevadores.

Seleccionamos éste lenguaje de programación por ser el más conocido y mejor aceptado por los usuarios de controladores programables. En el capítulo V se ampliará más acerca del lenguaje de programación del PLC

### Disponibilidad de 8K de memoria para programas de usuario.

Como se ha mencionado, el PLC generalmente toma decisiones lógicas (en algunas ocasiones los controladores también efectúan operaciones aritméticas) examinando los valores de las entradas. Estas decisiones son tomadas de acuerdo a necesidades específicas de cada proceso o máquina a controlar, esto es, se programa al controlador para efectuar una tarea específica.

Los programas de usuario son almacenados en memoria EEPROM con lo que se almacenan en forma permanente, aun cuando el PLC sea desconectado de su fuente de poder. El

controlador podrá manejar hasta 20 programas con una extensión de 400 bytes de memoria correspondiente a 200 líneas de programación o instrucciones.

#### Programación mediante terminal portátil.

Con la selección de la terminal portátil de programación se resuelven dos problemas que se presentarían durante el uso del controlador. El primero es evitar que los programas sean alterados por personal no autorizado. La programación del PLC se hará con la terminal portátil, la cual será retirada al terminar la programación, quedando para el operador solo dos funciones: ejecutar y parar el proceso.

Por otra parte, dado que la programación del PLC se hace generalmente en el lugar donde se encuentra trabajando, esta tarea se efectúa en una forma mas cómoda al utilizar la terminal portátil, pues el programador puede colocar la terminal de la forma que considere adecuada, teniendo además una mayor movilidad.

Si el PLC contara con teclas de programación, la instalación inicial del PLC determinaría la posición que deberá adoptar el programador siendo en ocasiones tan incómoda que se tendría que retirar el controlador de su posición de manera provisional.

Memoria ROM para sistema operativo intercambiable.

Se propone inicialmente que este PLC opere utilizando el lenguaje de diagrama de escalera, pero éste no es el único que existe, por ejemplo hay lenguajes como el Grafset y paso a paso, los cuales se podrían implementar a futuro. Cambiando esta memoria se cambiaría el sistema operativo y con ello también, si se desea el lenguaje de programación del PLC dejando las características restantes intactas.

Ocho contadores, cinco temporizadores.

Algunas aplicaciones de control, sobre todo de control secuencial, requieren que una cierta salida se mantenga en un valor dado ( activa o inactiva) durante un tiempo determinado; para conseguirlo, se utilizan temporizadores en conjunción con las instrucciones set y reset (establecer y restablecer respectivamente).

En el capítulo V se verán algunas aplicaciones de este tipo. Este PLC tendrá cinco temporizadores con una base de tiempo de 1 segundo.

En otras ocasiones es importante llevar un registro de conteo de eventos, esto es, saber cuantas veces se realizó un evento o cuantas veces se debe efectuar. Esta operación necesita de registros contadores.

Este PLC tendrá ocho contadores con una capacidad de cuenta de 0 a 99 pudiéndose conectar en serie para obtener conteos mayores.

Entradas y salidas optoacopladas para protección contra altos voltajes.

Para que el PLC quede protegido contra fallas externas, contará con entradas y salidas optoacopladas. Dado que el PLC recibe voltajes provenientes de sensores, generalmente con valores de 0 a 24 volts; y además, envía señales de control que actuarán sobre dispositivos finales de control; que finalmente operan sobre elementos de potencia (manejan voltajes y corrientes grandes comparadas con las que maneja internamente el PLC), es conveniente aislar la sección de control de la sección de potencia, evitando así que las posibles fallas presentadas en los circuitos de potencia afecten al circuito de control.

16 entradas ON/OFF.

Para aplicaciones de automatización simples, control realimentado on/off, y sistemas de lazo abierto, es suficiente con tener señales de entrada que puedan adquirir solo uno de dos posibles niveles de voltaje.

Los sensores detectan alguna condición y presentarán solo dos niveles lógicos, pudiéndose implementar un control realimentado del tipo on/off, o también uno secuencial para la operación de alguna máquina.

#### 8 salidas relevador.

Las salidas relevador facilitan la manipulación de actuadores, ya que se pueden manipular actuadores que manejen voltajes diversos.

#### 8 salidas transistor a 24 V.

Las salidas transistor permiten que el PLC cuente con salidas de respuesta rápida y larga vida útil.

#### LED's indicadores del estado de las entradas y salidas.

Esta característica es importante cuando se esta probando un programa. El primer paso es verificar que las entradas deseadas estén presentes, pues son éstas quienes condicionan las acciones de control, si el programa opera correctamente, el PLC activará y desactivará las salidas deseadas. La verificación tanto de las entradas como salidas se podrá hacer visualmente por medio de LED's colocados en el cuerpo del controlador.

Ya en operación se podrán detectar fallas en los actuadores comparando el estado de la salida contra la operación del actuador, si el LED indica salida activa y el actuador no opera, el actuador o circuitos asociados no funcionan correctamente.

#### LED's indicadores del estado general del PLC

Cuenta con dos modalidades: ejecutando (Run) y alto (Stop) que indican el estado del PLC

#### Fuente de alimentación separada.

El contar con la fuente separada además que permite la reducción del tamaño del controlador, permite la modularidad del sistema general de control, esto es, el controlador, fuente y módulos actuadores podrán ser colocados en espacios diferentes de la consola de control.

#### Indicador de encendido en el PLC

#### Teclado del programador del tipo de membrana.

Con lo que se permite un uso rudo del programador.

Display de la terminal de programación de cristal líquido, dos filas, matriz de puntos y ocho dígitos.

Las características del display permiten ver simultáneamente dos líneas de programación. Por ser de matriz de puntos se pueden manejar caracteres alfanuméricos, con lo cual, cada instrucción se puede apreciar de forma clara (para cada instrucción se verá un mnemónico)

### 3.2 DISEÑO DE APARIENCIA

#### 3.2.1 Ergonomía

La creación de máquinas y otros artículos industriales es en rigor un nuevo ambiente para el hombre, que repercute sustancialmente en la salud y el desarrollo de la personalidad de los trabajadores, en la eficiencia y calidad de sus actividades. Cuanto más consciente y firmemente se apoye en el conocimiento de la esencia del hombre, de las aptitudes humanas el proceso de formación de este medio ambiente, tanto más corresponderá el nuevo medio a la naturaleza del hombre y a la necesidad de la sociedad.

Considerando lo anterior el diseño de apariencia del PLC debe incluir además de la apariencia agradable, la comodidad del usuario. Para lograrlo se hace uso de la Ergonomía.

Antes de presentar el diseño de apariencia del PLC, es conveniente definir brevemente en que consiste la ergonomía.

Se define a la Ergonomía como una disciplina científica que estudia íntegramente al hombre (al grupo de hombres) en las condiciones concretas, de su actividad relacionada con el empleo de las máquinas (medios técnicos).

El hombre, la máquina y el medio ambiente son vistos en la ergonomía como un todo complejo funcional en el que el papel rector corresponde al hombre. La ergonomía es una disciplina, científica y de diseño puesto que su tarea es elaborar los métodos para tener en cuenta los factores humanos al modernizar la técnica y la tecnología existentes y crear otras nuevas.

La ergonomía mira al hombre como centro de atención, alrededor del cual gira una serie de factores que pueden estar sujetos a variaciones y modificaciones con el objeto de mejorar su medio ambiente en que se desenvuelve, hacer su trabajo más agradable, motivante y a la vez, preservar su salud.

### 3.2.2 Diseño de la carcasa del sistema de control y Programador

Debido a que en la mayoría de las ocasiones el lugar disponible para colocar el PLC no es del todo favorable, en caso de que el sistema de control contara con teclas de programación, en algún momento resultaría incómoda la posición que debería adoptar la persona encargada de realizar la programación. Por ello el PLC diseñado estaría compuesto de dos unidades : el sistema de control y el programador. Además con la separación de las unidades se aseguraría que solamente personal autorizado pueda alterar o crear nuevos programas de control, ya que el programador después de haber sido utilizado se guardará en su respectivo lugar de ser posible bajo llave.

La primera unidad contiene la tarjeta de control, tarjeta de actuadores, LED's indicadores de entradas y salidas, un botón de arranque y otro de paro, una ventana para cambiar la memoria, terminales de conexión para los dispositivos externos.

El programador está compuesto por 26 teclas para la programación y una pantalla de cristal líquido para visualizar cada paso del programa.

Ambas unidades tienen una comunicación en paralelo por medio de un cable.

Teniendo ambas partes separadas y aplicando los conceptos ergonómicos se pueden tener dos tipos de posiciones para la persona encargada de la programación, estas son: la posición de pie y sedente. La primera se puede adoptar en situaciones en las cuales se verifique el correcto funcionamiento del PLC o modificación de algunas líneas de programa: es decir tareas en las cuales el tiempo invertido no es muy prolongado, ya que la posición de pie es más natural para el hombre que la posición sedente.

El sostenimiento de la posición de pie se asegura por la existencia de una serie de particularidades anátomo-fisiológicas del cuerpo, las curvas de la espina dorsal y determinado ángulo del hueso ilíaco (40-45) contribuyen a la distribución uniforme de la fuerza de gravedad del cuerpo y de la tracción muscular, los discos intervertebrales cartilagosos amortiguan los golpes en los movimientos y aseguran la movilidad de la columna vertebral.

En esta posición el hombre tiene condiciones favorables para la observación visual, el desplazamiento y las coordinaciones sensomotoras. Sin embargo el mantenimiento prolongado de la posición de pie es más fatigosa que la posición sedente puesto que requiere un trabajo considerable de los músculos para balancear y mantener el equilibrio del cuerpo, se eleva también el consumo de energía para mantener esta posición.

Cuando el hombre está constantemente en la posición fija de pie aumenta la presión hidrostática en las paredes de los vasos sanguíneos, se observa el estancamiento de la sangre en los músculos de las extremidades inferiores. Por eso, al hombre que trabaja de pie hay que asegurarle la posibilidad de cambiar la postura laboral, la posibilidad de desplazarse.

Es deseable que para el caso que se programe el PLC instrucción por instrucción se cuente con un escritorio o en su defecto una superficie de apoyo, por que el tiempo de programación a veces resulta ser largo y la posición que se recomienda es la sedente, por las características que enseguida se describen.

La posición sedente tiene una serie de ventajas en comparación con la posición de pie. Disminuyen las cargas estáticas para mantener el peso del cuerpo, se reducen las cargas que soportan los órganos de la circulación sanguínea y los gastos de energía. Pero un trabajo prolongado en la posición sedente puede conducir al debilitamiento de los músculos del vientre y de la taza pelviana, a cambios patológicos de los discos intervertebrales, a la formación del encorvamiento.

Una vez considerado lo anterior proseguimos con el diseño de la carcasa del sistema de control y del programador. Para la carcasa del sistema de control se propuso una idea de como

debería quedar, siendo aceptada inmediatamente. Posteriormente sufrió ligeras modificaciones, pues ciertos elementos que la conforman no se consiguieron de acuerdo a la idea original, algunos de ellos son: las terminales de conexión. El diseño final se muestra en la figura 3.1

El diseño del programador no fue tan inmediato como el de la carcasa del sistema de control, siendo este un poco más laborioso porque se quiso salir del prototipo general de los programadores semejantes a una calculadora. Se pretendió hacer una unidad innovadora para lo cual se estudiaron varias características (apariencia, ergonomía) que debería contener el programador, la principal característica sería que el programador se pudiera usar en las dos posiciones ( de pie y sedente ). En seguida se prosiguió a plasmar diferentes ideas en dibujos, cada dibujo contenía diferentes características como se muestra en las figuras 3.2

A medida que se realizaban los dibujos tomando en cuenta las características principales, se originaban nuevas, estas eran consideradas en un nuevo dibujo. Este procedimiento se siguió hasta determinar un momento en el cual se definieron suficientes características las cuales serían definitivas.

las características definidas fueron:

- Adaptabilidad a la mano
- Capaz de ser utilizado sobre una superficie
- Protección de las teclas y Pantalla
- Innovación
- Apariencia agradable.

Los dibujos plasmados en papel se sometieron a una encuesta en el CDM, reportando los siguientes resultados, unos cumplían con la característica de innovación, pero eran poco ergonómicos es decir no se adaptaban a la forma de la mano, por lo cual tendría que ejercerse sobre el programador una mayor tensión para sostenerlo, lo que provocaría después de cierto tiempo cansancio y debilitamiento en la mano, otra característica importante es que tanto la pantalla como las teclas deberían quedar protegidas en el momento que el programador se guardara. Ninguno de los dibujos cumplían con todos los requerimientos necesarios.

Para lograr el diseño definitivo, de cada uno de los dibujos se tomaron aquellas características deseadas para formar uno que incluyera todas ellas, el dibujo se muestra en la figura 3.3

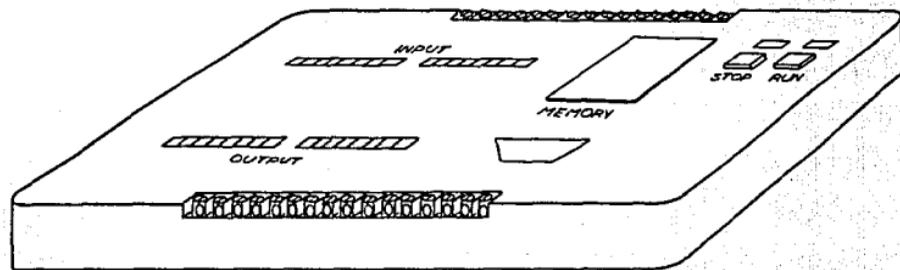


Figura 3.1

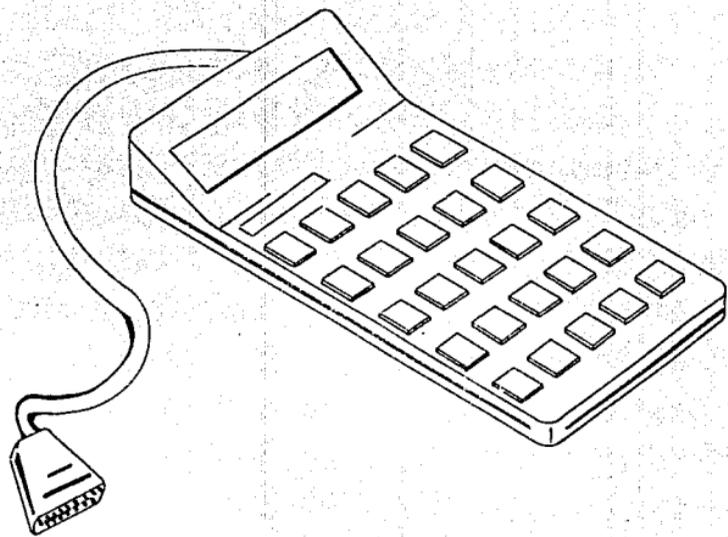


Figura 3.2.a

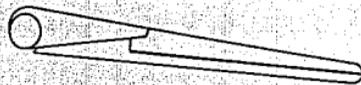
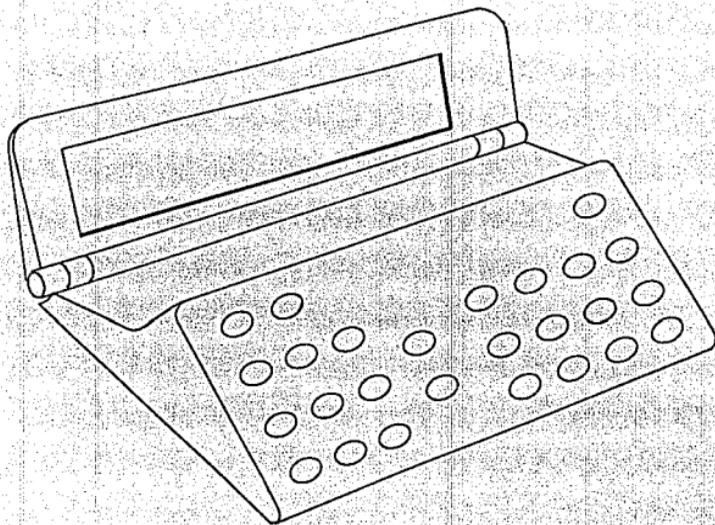


Figura 3.2.b

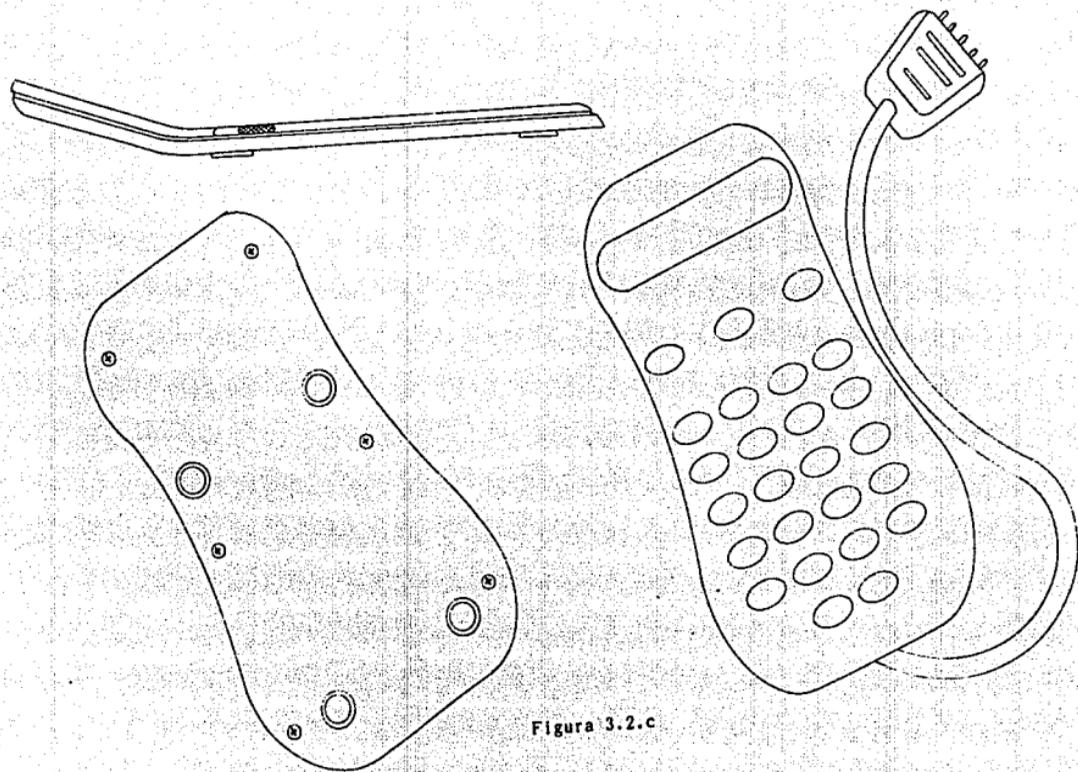


Figura 3.2.c

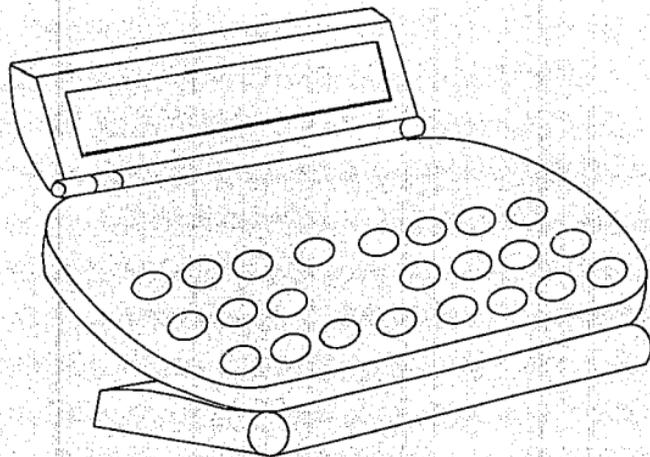


Figura 3.2.d

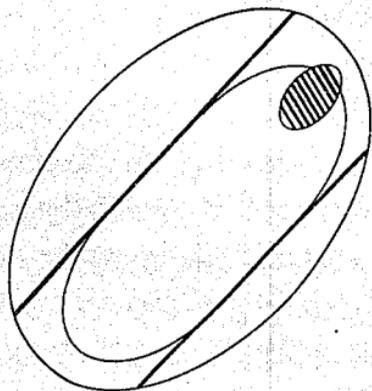
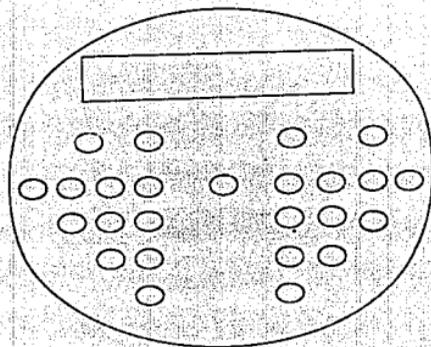


Figura 3.2.e

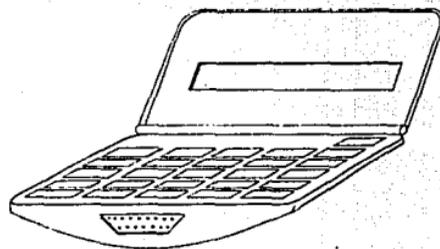
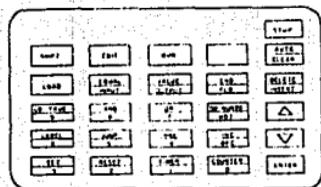


Figura 3.3

**CAPITULO IV :**

**DISEÑO EN DETALLE**

#### 4.1 CONCEPTOS GENERALES

Un sistema de microprocesadores esta conformado por dos estructuras: Software y Hardware. Al conjunto de componentes físicos, ya sean electrónicos, eléctricos o mecánicos se les denomina hardware. El software por otra parte, comprende el conjunto de programas y datos necesarios para el funcionamiento del sistema. Dentro de el se encuentran:

- Sistema operativo
- Programas de aplicación
- Ensambladores

##### 4.1.1 Sistemas numéricos y representación de la información

El sistema numérico más usado por los operadores humanos que manipulan los números que serán utilizados por un sistema digital es el decimal basado en la cantidad diez. Con el se puede representar cualquier cantidad, se pueden llevar cuentas de eventos y sucesos, efectuar operaciones aritméticas o calcular expresiones algebraicas.

Existen otros sistemas numéricos con los cuales es posible obtener los mismos resultados, que con el sistema decimal.

Los computadores que se diseñan y fabrican en la actualidad están basados en el sistema de numeración binaria o de dos dígitos: el cero y el uno.

Además de los sistemas numéricos decimal y binario, existen otros sistemas numéricos. Por ejemplo el sistema octal (base 8) y el sistema hexadecimal (base 16) sirven para representar en forma compacta números binarios.

En general toda la información que maneja internamente un sistema digital esta representada con "ceros" y "unos".

La razón por la que se emplea este sistema es simplificar el diseño y construcción de las máquinas, pues en un principio, solo serán necesarios elementos que con toda claridad y seguridad identifiquen uno de los dos posibles estados.

Todo tipo de información puede ser representada, guardada y manipulada con "ceros" y "unos". Por lo que se puede considerar al cero o al uno como la mínima cantidad de información, con la cual es posible construir información mas compleja. A este elemento mínimo de información se le llama BIT (BInary digiT) y al conjunto de bits asociados para representar mas información (generalmente ocho) se le llama BYTE

#### 4.2 DISEÑO DEL HARDWARE

El hardware del PLC esta dividido en dos tarjetas: la tarjeta del sistema de control y la tarjeta de entradas/salidas (tarjeta de potencia). En la tarjeta de control se encuentra un microcontrolador y circuitos adicionales, esta se puede considerar como la parte principal del PLC. En la tarjeta de entradas/salidas se efectúa el acondicionamiento de las señales, esta forma la interfase entre el controlador y el ambiente.

Una característica esencial de un sistema para la técnica industrial de mando es la indestructibilidad. Con ello se entiende la capacidad de un circuito para resistir con seguridad sobretensiones o cortocircuitos.

Los circuitos integrados del sistema de control corren especial peligro. Las sobretensiones es preciso limitarlas a una medida no critica, por medio de un circuito protector.

Los circuitos de entrada y salida deben contar con dispositivos de protección que impidan la repercusión de fallas externas sobre los circuitos internos del PLC.

#### 4.2.1 Selección del microcontrolador

Al comenzar el diseño del PLC debimos seleccionar el microprocesador que se utilizaría en éste. Para la selección del microprocesador tomamos en cuenta los siguientes: Z80 de Zilog, 8031 de Intel y 68HC11 de Motorola.

El microprocesador Z80 fue considerado en un principio, sólo por ser el que conocimos en la facultad, pero por ser el 8031 y 68HC11 microcontroladores, se desechó casi de inmediato pues su utilización implicaría el uso de circuitos adicionales lo cual complicaría el diseño, sin ser necesario, además la tarjeta de circuito impreso sería de mayor tamaño, situación no deseable para este proyecto. La elección final quedó entre el 8031 y 68HC11 de los cuales solo teníamos referencias generales.

Características del microcontrolador 68HC11.

Las siguientes son algunas de las características de software y hardware más importantes:

Hardware:

- \* 512 Bytes de RAM relocalizables en cualquier límite de 4K.
- \* Sistema mejorado de Temporizador de 16 bits.
  - Preescalador programable de cuatro estados.

- Tres funciones de captura de entrada/cinco de comparación de salidas o
- Cuatro funciones de captura de entrada/cuatro de comparación de salidas.
- \* Circuito de ocho bits, acumulador de pulsos.
- \* Interfase de Comunicación Serie NRZ (SCI).
- \* Interfase Serie (SPI).
- \* Convertidor analógico-digital de ocho bits y ocho canales.
- \* Circuito de interrupción en tiempo real.

#### Software

- \* Conjunto de instrucciones M6800/6801 mejorado.
- \* División de 16\*16 bits, entera y fraccional.
- \* Manipulación de bits.
- \* Modo WAIT.
- \* Modo STOP.

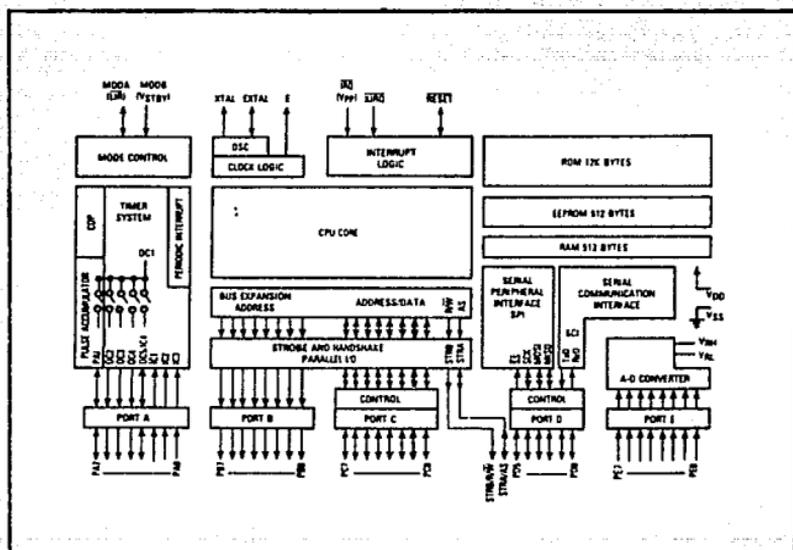


Figura 4.1 Diagrama de bloques del MC68HC11

### Descripción general.

La tecnología de alta densidad CMOS (HCMOS) usada en el MC68HC11 combina menor tamaño y mayor rapidez, con el bajo consumo de potencia y alta inmunidad al ruido de CMOS. Los sistemas de memoria del circuito integrado incluyen 512 bytes de EEPROM, y 512 bytes de RAM estática.

El circuito integrado esta provisto de funciones periféricas mayores. Un convertidor analógico-digital (A/D) esta incluido con una resolución de ocho bits. Una interfase de comunicación asíncrona serie (SCI), y una interfase síncrona serie (SPI), separada, son incluidas. El sistema principal del temporizador de carrera libre tiene tres líneas de captura de entrada, cinco líneas de comparación de salidas, y una función de interrupción en tiempo real. Un subsistema de ocho bits, acumulador de pulsos que puede contar eventos externos o medir períodos.

Circuito de automonitoreo esta incluido para proteger contra errores del sistema. Un sistema de vigilancia del computador operando apropiadamente protege contra fallas de software. Un sistema de monitoreo del reloj genera un reset en caso de perdida o que el reloj este lento. Un circuito de detección de códigos ilegales proporciona una interrupción no mascarable si un código ilegal es detectado.

Dos modos de operación controlados por software, WAIT y STOP, están disponibles para conservar potencia adicional.

El diagrama de bloques de el MC68HC11 es mostrado en la figura 4.1

#### Características del microcontrolador 8031

Las siguientes son algunas de las características de software y hardware más importantes:

##### Hardware:

- \* 128 bytes de memoria RAM interna
- \* CPU de 8 bits
- \* Treinta y dos líneas de entrada-salida individualmente direccionables que pueden agruparse hasta en 4 puertos de 8 bits
- \* Dos controladores/temporizadores de 16 bits
- \* Puerto UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) FULL DUPLEX
- \* Capacidad de direccionamiento de 64K bytes de memoria de código
- \* Capacidad de direccionamiento de 64K bytes de memoria de datos

**Software:**

- \* Amplias capacidades de procesamiento booleano
- \* Cinco fuentes de interrupción con dos niveles de prioridad
- \* Conjunto de instrucciones para aplicaciones de control

El diagrama de bloques del 8031 es mostrado en la figura 4.2

Comparando la arquitectura de ambos microcontroladores que aparecen en las figuras 4.1 y 4.2, vemos que en general ofrecen las mismas características, con diferencia en que el 68HC11 tiene un convertidor analógico-digital y un puerto serie asíncrono. Desde este punto de vista el 68HC11 facilitaría una nueva versión del PLC la cual ya contaría con la función de control PID y entradas analógicas.

En cuanto al conjunto de instrucciones con el 68HC11 se realizan funciones con un solo código de operación que en el 8031 se harían con dos o mas.

Por considerar al 68HC11 un microcontrolador más completo, decidimos que este sería la base para el diseño del PLC.

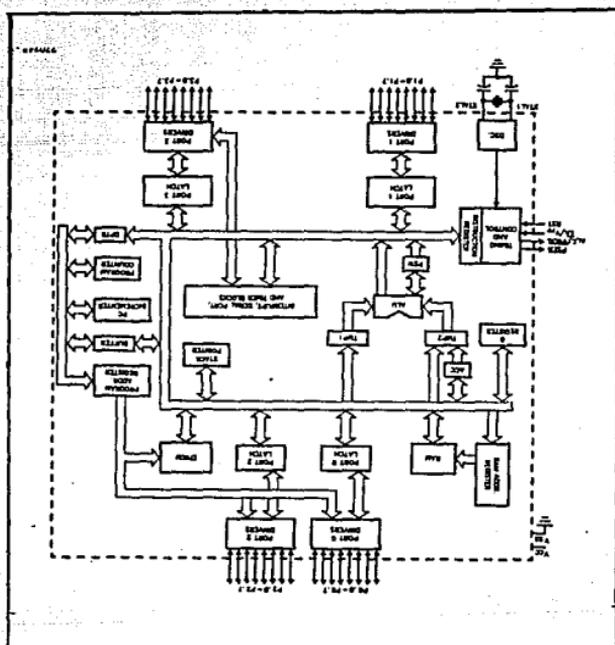


Figura 4.2 Diagrama de bloques del 8031

#### 4.2.2 Diseño del sistema de control

El sistema de control se diseñó empezando con el uso del esquema sugerido por el fabricante, para emplear el microcontrolador en el modo extendido y haciendo las modificaciones necesarias para cumplir las necesidades propias, tales modificaciones son:

- a) Empleo de un teclado matricial que será usado para programar al controlador. El diagrama del teclado se muestra en la figura 4.4
  
- b) Uso de una pantalla de cristal líquido de matriz de puntos, para observar con claridad cada una de las instrucciones del PLC.
  
- c) Adición de componentes necesarios para conectar una terminal RS-232, la cual será usada para comunicación del PLC hacia una computadora; por medio de un puerto serie, en una versión futura.

En la figura 4.3 se muestra el diagrama esquemático del sistema de control del PLC.

#### 4.2.3 Diseño de la tarjeta de entradas y salidas

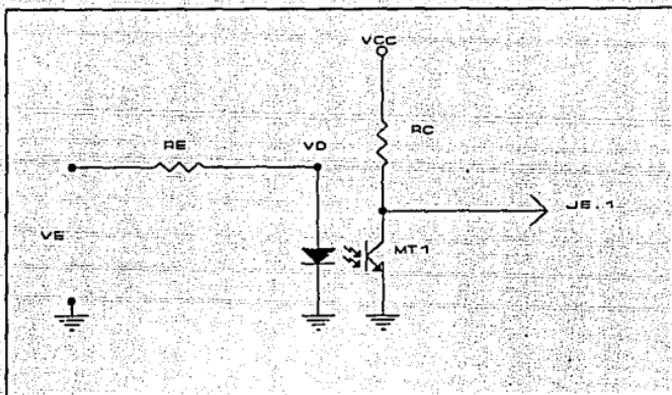
Tanto para entradas y salidas existe la separación galvánica, en los circuitos internos y externos se utilizan optoacopladores, estos impiden la influencia de las diferencias de tensión de tierra, que aparecen con particular frecuencia en los centros industriales que manipulan grandes energías, esto es, precisamente donde se utilizan a menudo los Controles Programables.

Los optoacopladores utilizados son el MCT2 que tienen las siguientes características.

OPTOACOPPLADOR	GRAL	LED		FOTOTRANSISTOR			
	$P_t$ (mW)	$I_F$ (mA)	$V_R$ (V)	$BV_{CBO}$ (V)	$BV_{CEO}$ (V)	$I_C$ (mA)	Frec (khz)
MCT2	250	60	3	70	30	50	150

#### entradas

Para las entradas se tienen generalmente tres niveles de voltaje que brindan los sensores de diferentes características y marcas según lo encontrado en el mercado: 5, 12 y 24 volts, por lo que se determinó usar el siguiente arreglo electrónico:



Este PLC puede aceptar entradas con los tres niveles de voltaje mencionados anteriormente, ocho de cinco volts, cuatro de doce y cuatro de veinticuatro.

El calculo de los resistores, para las entradas es el siguiente:

$$V_E = R_E I_E + V_D$$

$$R_E = \frac{V_E - V_D}{I_E}$$

Para las entradas de 24 V considerando un voltaje de entrada máximo de 26.5 V ( $V_{E \text{ max}} +10\%$ ), una corriente máxima para el LED de 60 mA, y una corriente mínima de 1.5 mA.

$$R_{S \text{ MIN}} = \frac{26.5 - 1.1}{0.06} = 427 \Omega \quad R_{S \text{ MAX}} = \frac{26.5 - 1.1}{0.0015} = 16.9 \text{ K}\Omega$$

Calculando el voltaje de entrada mínimo considerando una corriente de entrada mínima para encender el LED de 1.5 mA y una  $R_E = 4.7 \text{ K Ohms}$ .

$$V_{S \text{ MIN}} = (4.7 \times 10^3)(1.5 \times 10^{-3}) + 1.1 = 8.15 \text{ V}$$

La potencia máxima de la resistencia es:

$$P_{R \text{ MAX}} = \frac{(V_{S \text{ MAX}})^2}{R} = \frac{(26.5)^2}{(4.7 \times 10^3)} = 0.14 \text{ W}$$

Para las entradas de 12 V considerando un voltaje de entrada máximo de 13.2 V ( $V_{E \text{ max}} +10\%$ ), una corriente máxima para el LED de 60 mA y una corriente mínima de 1.5 mA.

$$R_{S \text{ MIN}} = \frac{13.2 - 1.1}{0.06} = 201.6 \Omega \quad R_{S \text{ MAX}} = \frac{13.2 - 1.1}{0.0015} = 8 \text{ K}\Omega$$

Calculando el voltaje de entrada mínimo considerando una corriente de entrada mínima para encender el LED de 1.5 mA y una  $R_E=2.2 \text{ K Ohms}$ .

$$V_{\text{MIN}} = (2.2 \times 10^3) (1.5 \times 10^{-3}) + 1.1 = 4.4 \text{ V}$$

La potencia será:

$$P_{\text{R}} = \frac{(13.2)^2}{2.2 \times 10^3} = 0.07 \text{ W}$$

Finalmente para las entradas de 5 V considerando un voltaje de entrada máximo de 5.5 V ( $V_E \text{ max} +10 \%$ ), una corriente máxima para el LED de 60 mA y una corriente mínima de 1.5 mA.

$$R_{\text{MIN}} = \frac{5.5-1.1}{0.06} = 73 \Omega \quad R_{\text{MAX}} = \frac{5.5-1.1}{0.0015} = 2.9 \text{ K}\Omega$$

El voltaje mínimo con una resistencia de 2.2 K Ohms:

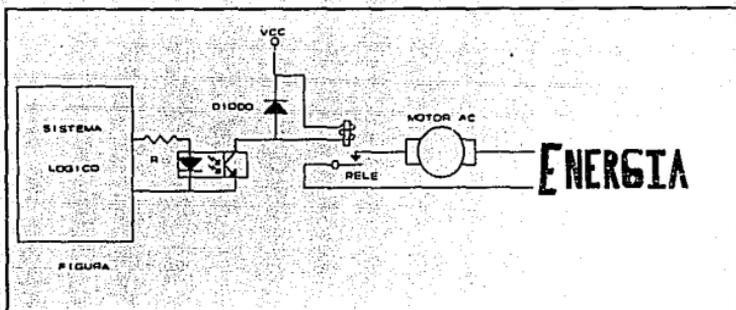
$$V_{\text{MIN}} = (2.2 \times 10^3) (1.5 \times 10^{-3}) + 1.1 = 4.4 \text{ V}$$

Y una potencia de:

$$P_{\text{R}} = \frac{(5.5)^2}{2.2 \times 10^3} = 0.01 \text{ W}$$

## Salidas

La aplicación del transistor como interruptor para circuito de interfase es su uso como energizador de un relé. La figura siguiente muestra esta aplicación:



Podemos decir que es un método sencillo y barato para acoplar las secciones lógica y de salida. Una señal de bajo voltaje proveniente de una parte del circuito lógico, entrega la corriente de base necesaria al transistor como interruptor, el cual entra en conducción, energiza la bobina del relé. El contacto del relé, el cual esta aislado eléctricamente del circuito lógico, aplicará el alto voltaje al dispositivo de salida, en este caso, el solenoide de una electroválvula como se muestra en la figura anterior.

El diodo en paralelo a la bobina del relé es un diodo amortiguador o diodo contra-electromotriz. Su función es la de cortocircuitar la fuerza contra-electromotriz inducida en el instante de su desenergización. Si el diodo no existiese, la fuerza contra-electromotriz se presentaría como un transitorio de alto voltaje, el cual podría dañar al transistor.

#### 4.3 DISEÑO DEL SOFTWARE

##### 4.3.1 Lenguajes de programación y Sistema operativo

Antes de plantear el diseño del software del PLC se presentan dos conceptos importantes en los cuales se basa tal diseño: lenguajes de programación y sistema operativo.

##### A) Lenguajes de programación

Para que el ser humano pueda comunicarse con un sistema digital basado en un microprocesador debe usar un lenguaje, existen básicamente tres lenguajes: lenguaje de máquina, lenguaje ensamblador y lenguajes de alto nivel.

##### 1) Lenguaje de máquina

El lenguaje de máquina es una representación particular de instrucciones y datos, los cuales son interpretados inmediatamente por el procesador. Esta representación esta dada en Bits, por lo que puede representarse en términos de unos y ceros.

Un programa en lenguaje de máquina no requiere de una traducción para que el computador lo ejecute, por ello al lenguaje de máquina también se le denomina CÓDIGO DE MÁQUINA. Cada microprocesador tiene un código de máquina propio, ya que su arquitectura interna es diferente.

## 2) Lenguaje ensamblador

A diferencia del lenguaje de máquina, el lenguaje ensamblador consta de un conjunto de instrucciones representadas con caracteres alfanuméricos, que son mnemónicos de palabras que indican instrucciones lo cual le da una mayor comprensión.

A los programas que traducen las instrucciones de mnemónicos a binario (código de máquina) se les llama ENSAMBLADORES.

A continuación se muestran algunos ejemplos de esto.

lenguaje ensamblador	lenguaje de máquina	Hexadecimal
LDAA #\$00	10000110 00000000	86 00
INCA	01001100	4c
ADDA #\$10	10011011 00010000	9b 10

### 3) lenguajes de alto nivel

El uso de lenguaje ensamblador implica un conocimiento profundo de la máquina con que se este trabajando. Por ello el aprender a programar en lenguaje ensamblador resulta complejo.

El lenguaje de máquina como el ensamblador, son de bajo nivel respecto a la comunicación del hombre con la máquina.

Los lenguajes de alto nivel tienen la siguientes ventajas:

- Fáciles de aprender.
- Permiten elaborar programas fáciles de entender y por lo mismo, de corregir.
- Pueden utilizarse en cualquier máquina.
- Utilizan palabras, generalmente en inglés, para comprender con mayor claridad los razonamientos del programador para la solución del problema

### B) Sistema operativo

Un sistema operativo es un programa que controla y administra los recursos del sistema, tales como el microcontrolador, la memoria principal, las memorias auxiliares, los dispositivos de entrada y salida.

El sistema operativo tiene como función primordial, el manejo y uso óptimo del sistema.

De manera general, son cuatro módulos los que forman el sistema operativo.

- I) Administrador de memoria.
- II) Administrador del microcontrolador.
- III) Administrador de dispositivos.
- IV) Administrador de información.

Administrador de Memoria.

Lleva a cabo un registro de las localidades libres y las ocupadas en la memoria. Determina que programa se ejecuta, las localidades que puede usar para almacenar sus datos y el momento en que lo hará.

Administrador del Microcontrolador.

Lleva un registro y control del procesador, supervisando el estado del programa que se éste ejecutando.

Administrador de Dispositivos.

Las funciones básicas de este modulo son las siguientes:

- a) Lleva el control del estado de los dispositivos ( entrada, salida, programador).

b) Asigna físicamente el dispositivo requerido al programa que lo solicita.

c) Determina a que programa se le permite hacer uso de un dispositivo específico.

#### Administrador de Información.

Lleva el control de las rutinas que constituyen el sistema, determinando el acceso a ellas por los programas.

Las características que el sistema operativo del PLC debe tener son:

#### Posibilidad de Crecimiento

Puesto que éste PLC es una base para versiones futuras, el sistema debe tener la capacidad de crecer para aceptar otros modos de operación como son: comunicación con PC (Computador personal) , comunicación con otros PLC's, manejo de entradas y salidas analógicas, control PID, etc. Cuando se habla de posibilidad de crecimiento nos referimos a que el sistema actual no tenga que ser modificado, sino que se agreguen programas para que el PLC realice las nuevas funciones.

### Interacción con el Usuario

Al hacer el PLC, se esta pensando en hacerlo atractivo para el consumidor. Una de las formas de hacerlo es mandando información suficiente y clara al usuario para que éste la entienda rápidamente y maneje el PLC de manera eficiente y sencilla. Los mensajes que se le mandan al usuario son:

- Instrucciones a seguir para el manejo del PLC.
- Mensajes de error: de sintaxis, programación y procedimiento.
- Líneas de programación que están almacenadas en memoria.
- Letreros que indican el modo de operación del PLC.

### Rapidez

Cuando el PLC se encuentra ejecutando un programa, éste debe sensar entradas, activar/desactivar salidas o bien realizar operaciones internas, es por ello que el tiempo de ejecución de una instrucción debe ser mínimo para que el PLC de la apariencia de ejecutar todas las instrucciones al mismo tiempo.

#### 4.3.2 Diseño del Sistema Operativo.

El sistema Operativo del PLC esta constituido por cuatro módulos principales:

- Programa Monitor.
- Programa Modo Edit.

- Programa Modo Run.
- Programa Modo Auto.

Cada uno de los cuatro módulos esta constituido por un programa principal y subrutinas para poder realizar las funciones propias de cada uno de ellos.

A continuación se muestra la simbología usada en la elaboración de los diagramas de flujo y que significa cada una de ellas:

SÍMBOLO	FUNCIONES
	DELIMITACION DE PRINCIPIO O FINAL DE PROGRAMA
	OPERACION GENERAL
	DECISION DEPENDIE DEL RESALTO DE LA EXPRESION DENTRO DEL SIMBOLO
	DESPLGADO, ES UNA REPRESENTACION VISUAL
	SUBPROGRAMA
	SÍMBOLOS DE DIRECCION

### Programa Monitor.

Se ejecuta al encender el PLC. El programa monitor es la columna vertebral del sistema operativo ya que se encarga de inicializar el PLC, maneja comunicación con el usuario, define diferentes modos de operación y salta a ellos cuando el usuario así lo solicite. Para poder cumplir con su objetivo, el sistema operativo debe realizar las siguiente funciones:

- 1- Configurar el microcontrolador: definir el área de stack, velocidad de los temporizadores, iniciar registros internos, etc.
- 2- Configurar pantalla de cristal líquido: encender el display, limpiarlo, poner el cursor y definir número de líneas.
- 3- Inicializar el PLC, para ello debe poner los contadores, banderas, temporizadores, registros y banderas auxiliares en ceros.
- 4- Leer bandera de autoejecución y si esta activa pasar al modo RUN y ejecutar el programa que se pide.
- 5- Mandar mensajes al usuario: de bienvenida, de instrucciones a seguir y de error. También enciende LED's para indicar el modo de operación del PLC.

6- Lee el teclado, espera la secuencia de teclas:

<PRGM> <#> <MODE>

donde <MODE> = <AUTO>, <EDIT>, O <RUN>.

Dependiendo del modo seleccionado nos manda a los programas AUTO, EDIT, o RUN.

En el diagrama de flujo 4.1 se observa la operación de este programa.

#### Programa Modo Edit

A este programa se entra al seleccionar el modo de edición, en este modo, el usuario ingresa un programa o lo modifica. Uno de los problemas que tienen algunos PLC's en el mercado es que al programarlos, las instrucciones no son suficientemente explícitas. Este problema se soluciona con la pantalla de cristal líquido y el programa EDIT.

El programa edit maneja la mayoría de los letreros del PLC, ya que, cuando se oprime una tecla este programa debe escribir la instrucción en pantalla. Su funcionamiento es el que sigue:

- 1- Limpiar pantalla
- 2- Limpiar banderas y registros auxiliares
- 3- Leer teclado
- 4- Identificar tecla, si se trata de edición ( flecha hacia arriba, flecha hacia abajo, Delete, Insert, Clear) realizar la función que se pide; en caso de ser

de programación identifica posibles errores de sintaxis.

- 5- Si no hay errores debe escribirse la instrucción en pantalla y guardar los códigos en RAM. Cuando se oprime la tecla ENTER, se indica fin de una línea de programa y con ello todos los códigos deben guardarse en EEPROM. Se escribe la línea en el renglón 1 de la pantalla y se limpia el segundo en espera de la siguiente instrucción.
- 6- Regresa al paso 3.
- 7- Cuando se oprima la tecla STOP se regresa el control al programa monitor.

En el diagrama de flujo 4.2 se observa la operación de este programa.

#### Programa Modo Run

Este programa lee y ejecuta las instrucciones que el PLC tenga almacenadas en memoria. Una de las características más importantes con que cuenta es la rapidez en la ejecución de instrucciones, es por ello que las rutinas que lo conforman están optimizadas tratando de hacerlas lo mas sencillo posible.

Las funciones de este programa son:

- 1- Inicializa localidades a usar en RAM.
- 2- Poner letrero en pantalla para indicar que esta en el modo de operación RUN, también escribe el número de programa que esta ejecutando.
- 3- Lee instrucciones y detecta posibles errores de programación.

Debido a su característica de rapidez, el PLC revisa el programa a ejecutar contra errores de programación solo una vez, y esto es antes de ejecutarlo. En caso de haber errores pone en pantalla el aviso. Si no hay errores, vuelve al inicio del programa, lee instrucciones, transforma códigos a direcciones de rutinas y salta a ellas para realizar las operaciones que se le indican. Cuando encuentra la instrucción END regresa el control al programa monitor, o bien lo hace al oprimir la tecla <STOP>.

El diagrama de flujo 4.3 ilustra la operación de este programa.

#### Programa Modo Auto

La función de este programa es la de habilitar o deshabilitar el modo de autoejecución del PLC. El programa esta estructurado de tal forma que su manejo sea sencillo para el usuario, para ello se mandan mensajes para indicar los pasos a

seguir para instalar el modo de autoejecución y se lee el teclado para determinar la ruta que quiere el usuario (ver diagrama de flujo 4.4 ).

De manera general el programa hace lo siguiente:

1- Revisa si esta instalado el modo de autoejecución, si no, lo instala, para ello escribe códigos en EEPROM, y en pantalla el mensaje: PROGRAM XX AUTO

ENABLED

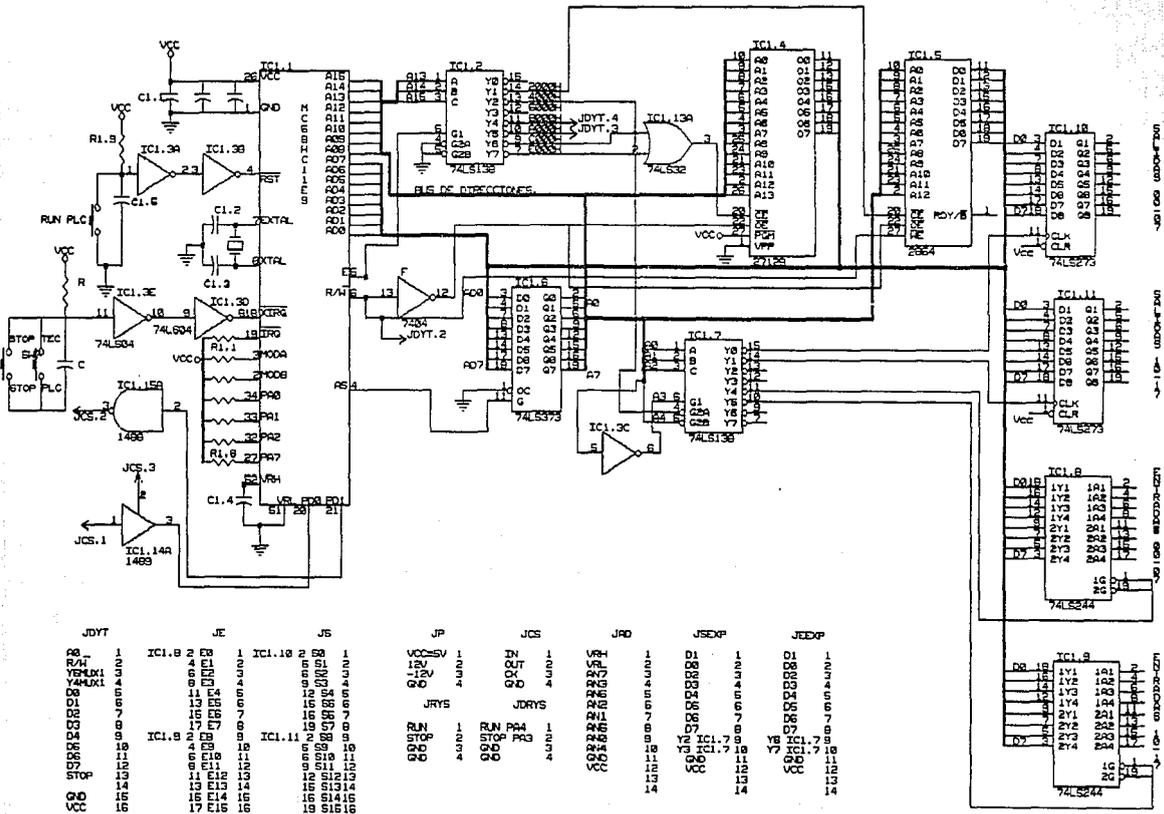
2- En caso de estar instalado el modo de autoejecución, escribe en pantalla un mensaje indicándolo. Después se pone otro mensaje que pregunta si se desea dejarlo como esta o bien, deshabilitarlo.

0) DISABLED

1) ENABLED

El programa lee el teclado y espera que el usuario le indique la acción siguiente

3- Finalmente en caso de deshabilitar el modo auto, se manda el mensaje para indicar si se desea instalar en otro programa y como debe hacerse Se lee el teclado y espera que se le indique que hacer.



RD	1
R4	2
Y4X1	3
Y4X1	4
D1	5
D2	6
D3	7
D4	8
D5	9
D6	10
D7	11
STOP	12
STOP	13
STOP	14
GND	15
VCC	16

IC1.9	2
IC1.10	3
IC1.11	4
IC1.12	5
IC1.13	6
IC1.14	7
IC1.15	8
IC1.16	9
IC1.17	10
IC1.18	11
IC1.19	12
IC1.20	13
IC1.21	14
IC1.22	15
IC1.23	16

IC1.24	2
IC1.25	3
IC1.26	4
IC1.27	5
IC1.28	6
IC1.29	7
IC1.30	8
IC1.31	9
IC1.32	10
IC1.33	11
IC1.34	12
IC1.35	13
IC1.36	14
IC1.37	15
IC1.38	16

IC1.39	2
IC1.40	3
IC1.41	4
IC1.42	5
IC1.43	6
IC1.44	7
IC1.45	8
IC1.46	9
IC1.47	10
IC1.48	11
IC1.49	12
IC1.50	13
IC1.51	14
IC1.52	15
IC1.53	16

IC1.54	2
IC1.55	3
IC1.56	4
IC1.57	5
IC1.58	6
IC1.59	7
IC1.60	8
IC1.61	9
IC1.62	10
IC1.63	11
IC1.64	12
IC1.65	13
IC1.66	14
IC1.67	15
IC1.68	16

IC1.69	2
IC1.70	3
IC1.71	4
IC1.72	5
IC1.73	6
IC1.74	7
IC1.75	8
IC1.76	9
IC1.77	10
IC1.78	11
IC1.79	12
IC1.80	13
IC1.81	14
IC1.82	15
IC1.83	16

IC1.84	2
IC1.85	3
IC1.86	4
IC1.87	5
IC1.88	6
IC1.89	7
IC1.90	8
IC1.91	9
IC1.92	10
IC1.93	11
IC1.94	12
IC1.95	13
IC1.96	14
IC1.97	15
IC1.98	16

IC1.99	2
IC1.100	3
IC1.101	4
IC1.102	5
IC1.103	6
IC1.104	7
IC1.105	8
IC1.106	9
IC1.107	10
IC1.108	11
IC1.109	12
IC1.110	13
IC1.111	14
IC1.112	15
IC1.113	16

IC1.114	2
IC1.115	3
IC1.116	4
IC1.117	5
IC1.118	6
IC1.119	7
IC1.120	8
IC1.121	9
IC1.122	10
IC1.123	11
IC1.124	12
IC1.125	13
IC1.126	14
IC1.127	15
IC1.128	16

IC1.129	2
IC1.130	3
IC1.131	4
IC1.132	5
IC1.133	6
IC1.134	7
IC1.135	8
IC1.136	9
IC1.137	10
IC1.138	11
IC1.139	12
IC1.140	13
IC1.141	14
IC1.142	15
IC1.143	16

IC1.144	2
IC1.145	3
IC1.146	4
IC1.147	5
IC1.148	6
IC1.149	7
IC1.150	8
IC1.151	9
IC1.152	10
IC1.153	11
IC1.154	12
IC1.155	13
IC1.156	14
IC1.157	15
IC1.158	16

IC1.159	2
IC1.160	3
IC1.161	4
IC1.162	5
IC1.163	6
IC1.164	7
IC1.165	8
IC1.166	9
IC1.167	10
IC1.168	11
IC1.169	12
IC1.170	13
IC1.171	14
IC1.172	15
IC1.173	16

IC1.174	2
IC1.175	3
IC1.176	4
IC1.177	5
IC1.178	6
IC1.179	7
IC1.180	8
IC1.181	9
IC1.182	10
IC1.183	11
IC1.184	12
IC1.185	13
IC1.186	14
IC1.187	15
IC1.188	16

PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLER	
Reason	ETAPA DE CONTROL
Dir. DOCUMENTO NUM.	100
B	FIGURA 4.3
Dir : Sep. 28, 1982	HGJa

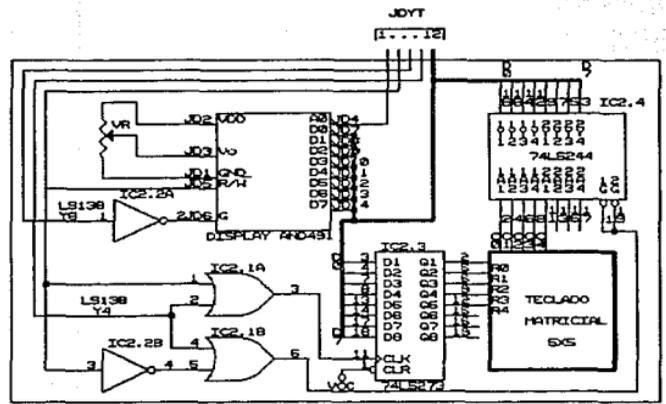
080  
 081  
 082  
 083  
 084  
 085  
 086  
 087

JDYT  
 R/16  
 R/14  
 Y4LX1  
 Y4LX2  
 080  
 081  
 082  
 083  
 084  
 085  
 086  
 087

CIRCUITOS INTEGRADOS

74LS32 IC1.1  
 74LS92 IC1.2  
 74LS273 IC1.3  
 74LS244 IC1.4

VR = POT 20K



PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER		
Reason		TECLADO
Dim. Documento Num.		
A	Figura 4.4	REV
Dis: Sep.	24, 1988	de 3

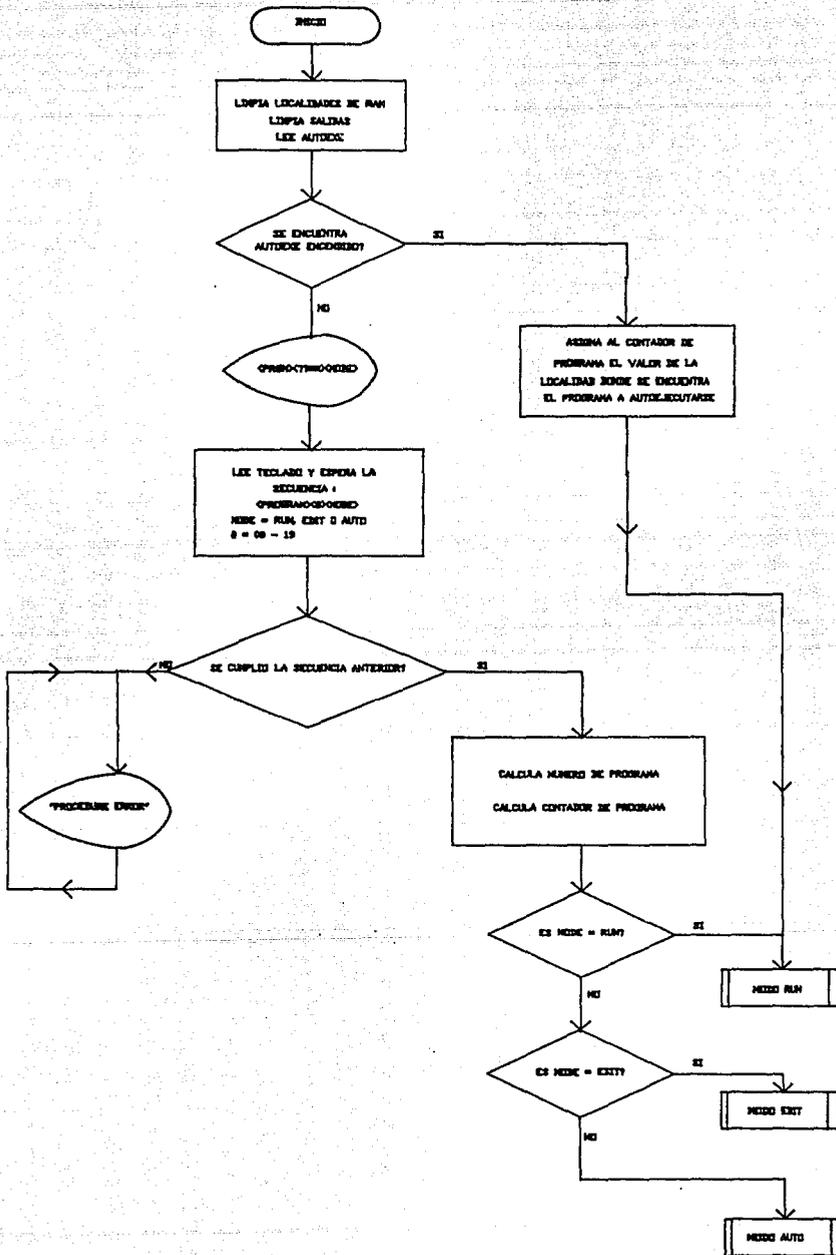
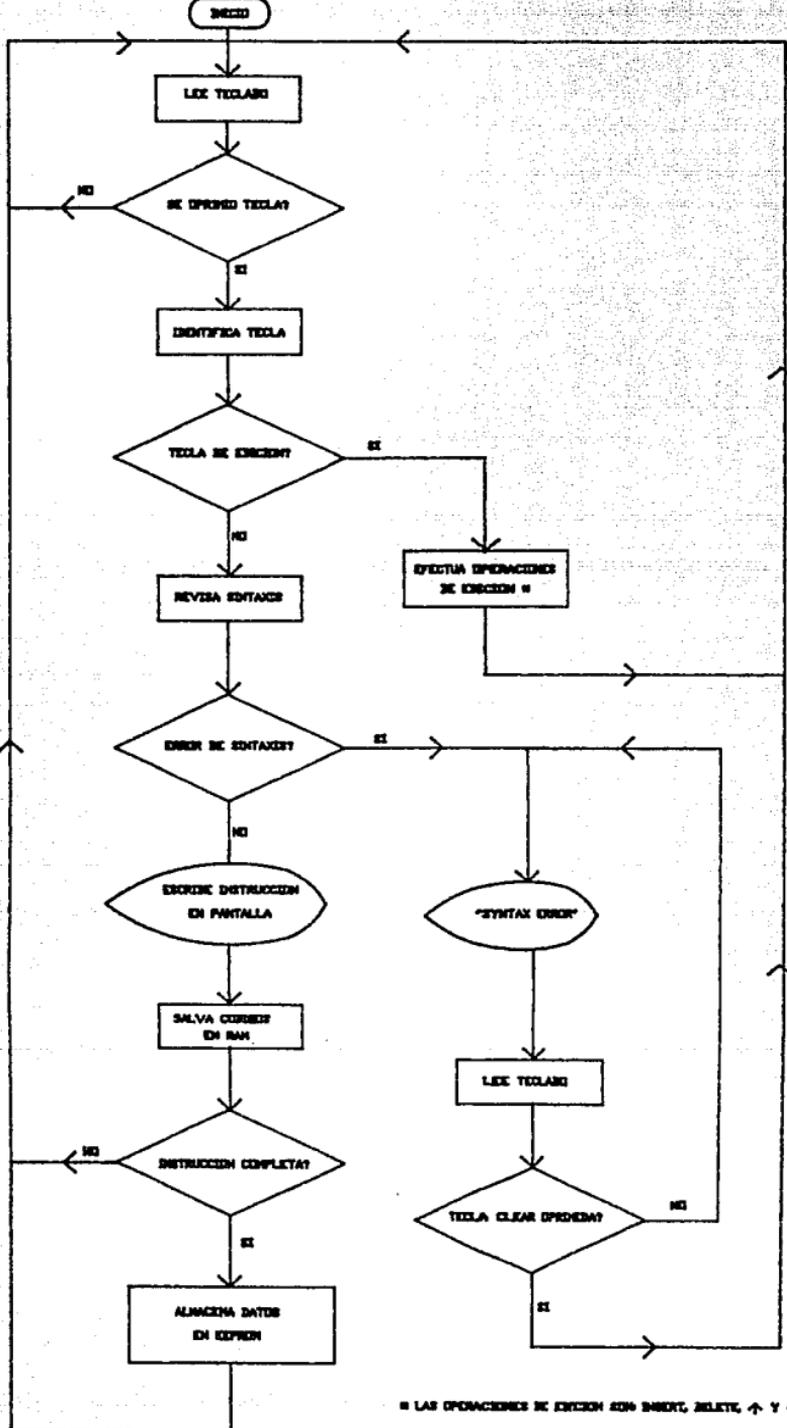
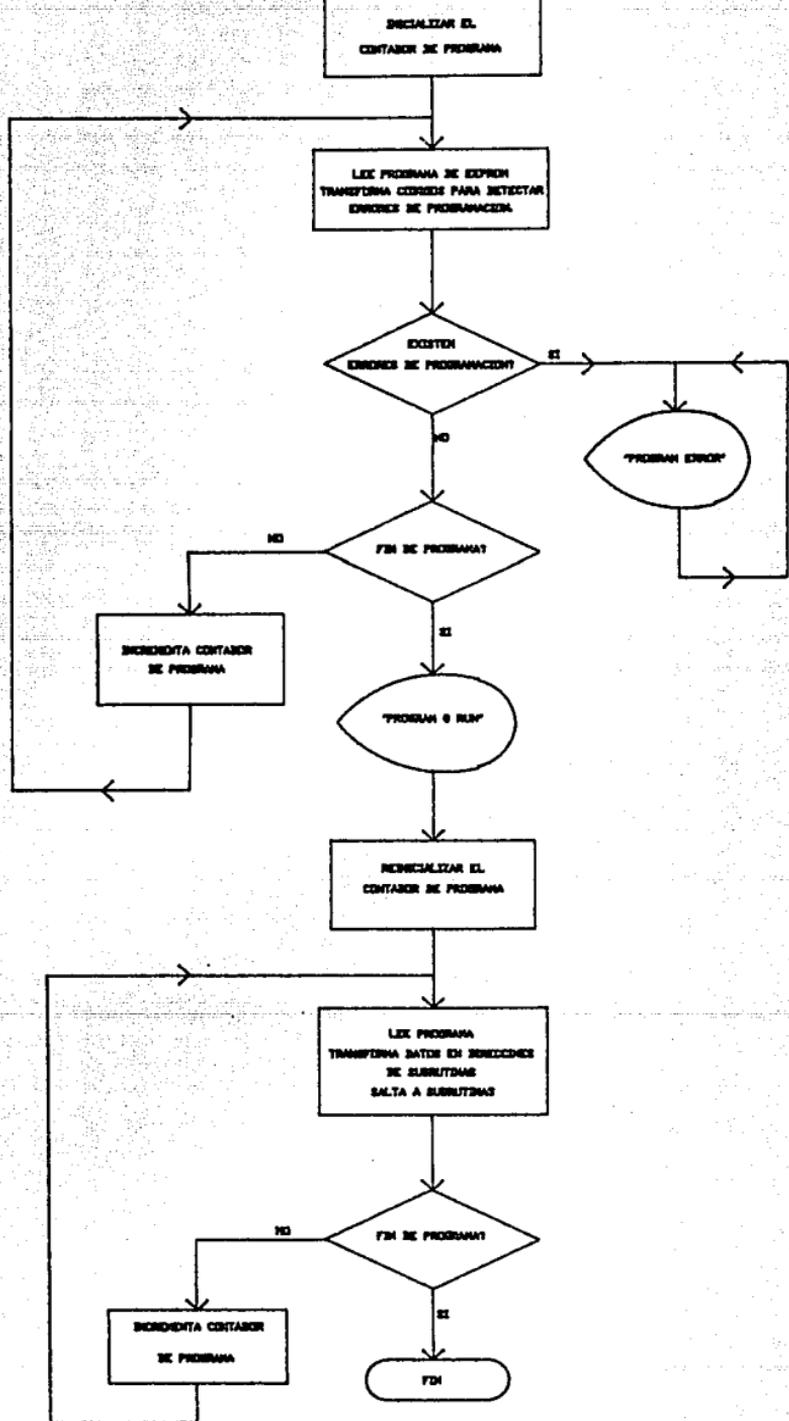


Diagrama de Flujo 4.1



■ LAS OPERACIONES DE EROCCION SON INSERT, DELETE, ↑ y ↓.



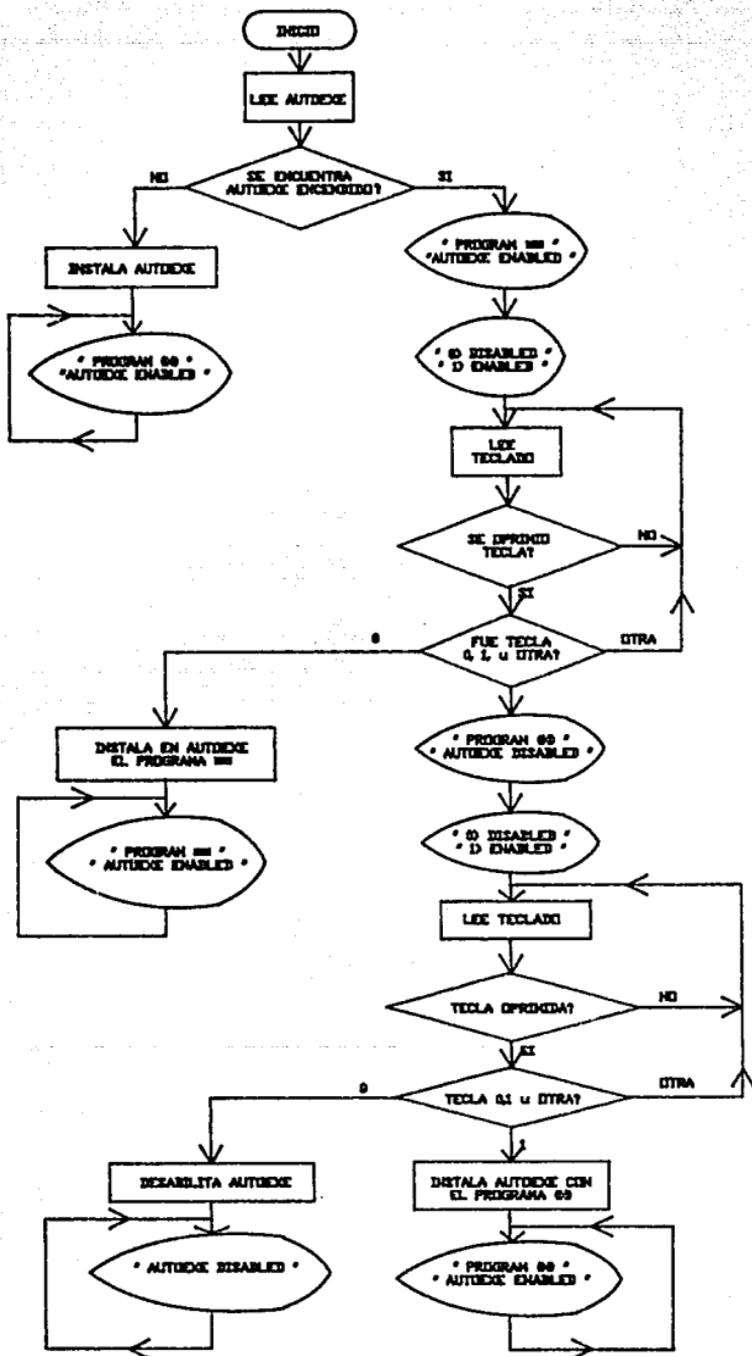


Diagrama de Flujo 4.4

**CAPITULO V :**

**MANUAL DE OPERACION Y  
MANTENIMIENTO**

## **5.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.**

**-Programación en código de diagrama de escalera.**

**-Disponibilidad de 8 Kbytes de memoria para programas de usuario.**

**-Programación mediante terminal portátil.**

**-16 contadores y cinco temporizadores.**

**-16 entradas optoacopladas para protección del PLC.**

**-16 salidas optoacopladas para protección del PLC.**

**-LED's indicadores del estado de las entradas y salidas.**

**-Requiere de dos fuentes de voltaje, una de 5 V para el circuito de control y otra de 12 V para la etapa de salida.**

## 5.2 IDENTIFICACIÓN DE PARTES.

### 5.2.1 Descripción del PLC.

El PLC cuenta con los elementos mostrados en la figura 5.1, enlistados a continuación:

1 V+.	7 ENTRADAS.
2 GND.	8 SALIDAS.
3 BOTÓN RUN.	9 TERMINAL DE CONEXIÓN PARA EL PROGRAMADOR.
4 BOTÓN STOP.	10 INDICADORES DEL ESTADO DE LAS
5 TAPA DE MEMORIA EEPROM.	ENTRADAS.
6 INDICADOR DE ENCENDIDO DEL PLC	11 INDICADORES DEL ESTADO DE LAS SALIDAS.

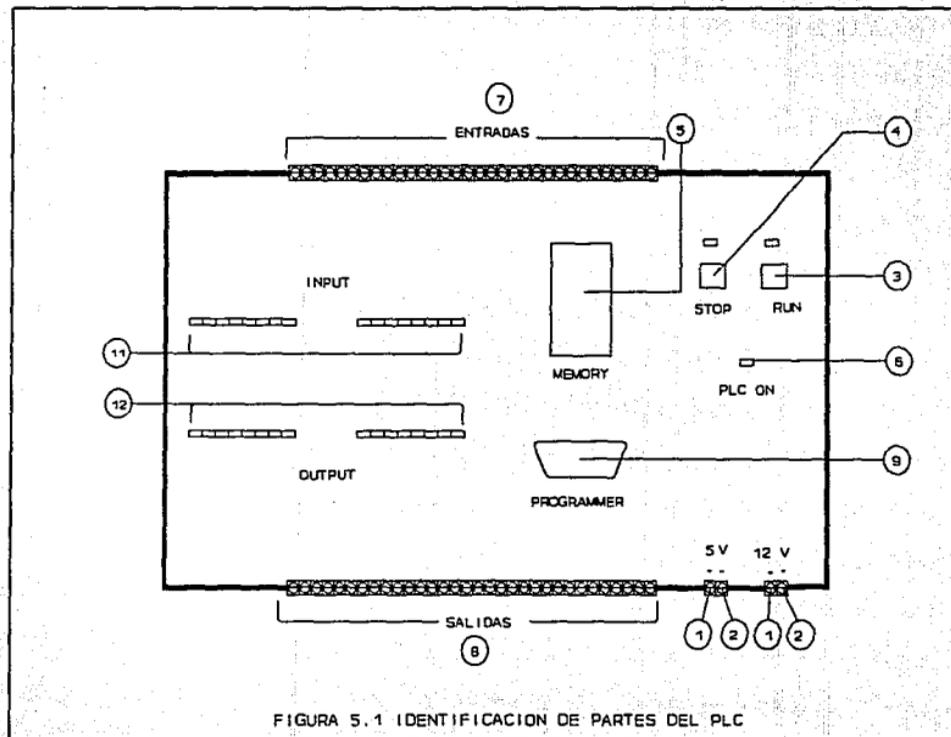


FIGURA 5.1 IDENTIFICACION DE PARTES DEL PLC

### 5.2.2 Descripción del teclado.

El conjunto de teclas del PLC se clasifican dentro de tres tipos: de ejecución, edición y programación. En la figura 5.3 se puede observar el teclado del programador. A continuación se describe la función de cada una de las teclas del programador.

#### Teclas de ejecución.

Las teclas de ejecución son aquellas que permiten el uso del PLC; son consideradas de ejecución porque cada una de ellas obliga al controlador a realizar una acción. Estas son:

**EDIT** Permite la creación y/o modificación de un programa. Para entrar a este modo de operación se debe seguir el siguiente formato:

<PROG> <#> <EDIT> <ENTER>

donde # es el número del programa que se desea editar. Puesto que el PLC permite la creación de 20 programas, este número debe ser un entero entre 0 y 19. Para salir de este modo se deberá oprimir la tecla STOP.

**PROG**

Es un auxiliar que se utiliza en conjunto con otras teclas, para ejecutar o editar algún programa. Por ejemplo:

<PROG> <#> <EDIT> para editar.

<PROG> <#> <RUN> para ejecutar

<PROG> <#> <AUTO> para autoejecutar.

**RUN**

Se usa para ejecutar uno de los programas almacenados en memoria, utilizando el formato siguiente:

<PROG> <#> <RUN>

Para cancelar esta operación, esto es, dejar de ejecutar un programa, se deberá oprimir la tecla STOP.

**STOP**

Esta instrucción se utiliza para interrumpir la operación del PLC, y volver al programa monitor, donde el controlador espera a que se le indique el modo al cual deberá entrar.

**RESET**

Inicializa al PLC, esto es, lo pone en funcionamiento como si en ese momento fuera encendido.

**AUTO**

Esta opción se usa para que al encender el PLC, éste ejecute automáticamente un programa preseleccionado, el formato es el siguiente:

<PROG> <#> <AUTO>

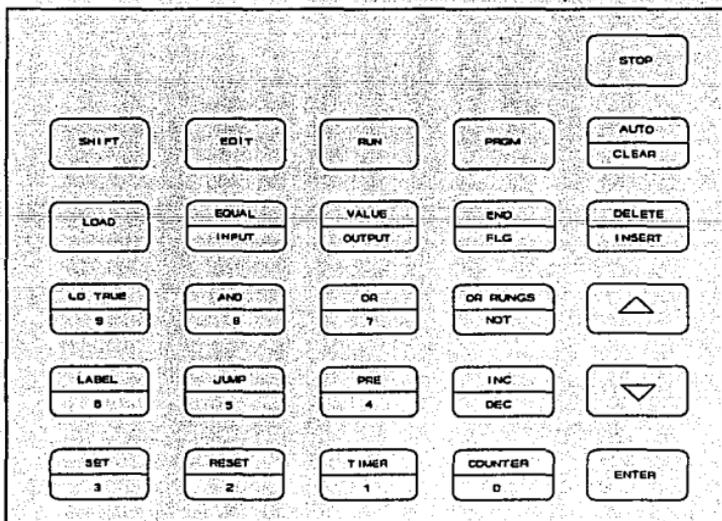


Figura 5.3 Teclado del Programador

## Teclas de Edición.

Estas son usadas cuando se está creando o modificando algún programa. Las teclas de edición son las siguientes:

**SHIFT** Permite usar las segundas funciones en las teclas de la terminal de programación. Para utilizar una segunda función, es necesario oprimir SHIFT y posteriormente la tecla donde se encuentra la función deseada.

**ENTER** Esta tecla debe oprimirse al final de cada línea, le indica al PLC que una instrucción está completa.

**CLEAR** Esta tecla se utiliza para limpiar una línea de programa. Cuando se ha cometido un error de sintaxis o cuando se desea cambiar una línea, bastará con colocarse sobre tal línea, oprimir la tecla CLEAR, lo cual permite escribir la nueva instrucción.

**DELETE** Se utiliza para borrar una línea de programa. Cuando en un programa existen líneas no deseadas, éstas pueden ser eliminadas oprimiendo la tecla DELETE.

**INSERT**

Cuando se desea agregar una línea de programación se puede hacer utilizando la tecla **INSERT**.



Incrementa en una línea el listado del programa, pasando al siguiente renglón.



Decrementa en una línea el listado, pasando al renglón anterior.

#### **Teclas de Programación.**

Las teclas de programación son aquellas que se utilizan para ingresar los programas de usuario. Partiendo del uso de estas teclas se formarán las líneas de programa, siguiendo el formato para el lenguaje de escalera. Las teclas de programación con las que cuenta este controlador son:

**LOAD (LD)**

Se usa al inicio de cada escalón. Con esta instrucción se lee el estado de entradas, banderas, contadores o temporizadores, siguiendo el formato siguiente:

**LD IN \*\***

Lee si esta activa la entrada \*\*.

LD NOT IN **	Lee si no esta activa la entrada **.
LD FLG **	Lee si esta activa la bandera **.
LD NO FLG **	Lee si no esta activa la bandera **.
LD CNT **	Lee el estado del contador **.
LD NO CNT **	Carga el negado del estado del contador **.
LD TIM **	Lee el estado del temporizador **.
LD NO TIM **	Carga el negado del estado del temporizador **.

**LOAD TRUE**      Se usa al inicio de un escalón, para comenzar con (LD TRUE) un valor verdadero o activo.

**AND (AND)**      Realiza la operación AND de la instrucción anterior con la actual. En los siguientes ejemplos se realiza la operación lógica AND de la instrucción anterior con:

AND IN \*\*      AND con la entrada \*\*.

AND NO IN \*\*      AND con el complemento de la entrada \*\*.

AND FLG \*\*      AND con la bandera \*\*.

AND NO FLG \*\*    AND con el complemento de  
la bandera \*\*.

AND CNT \*\*      AND con el contador \*\*.

AND NO CNT \*\*    AND con el complemento del  
contador \*\*.

AND TIM \*\*      AND con el temporizador  
número \*\*.

AND NO TIM \*\*    AND con el complemento del  
temporizador \*\*.

**OR (OR)**

Realiza la operación lógica OR de la instrucción anterior con la instrucción actual. El formato para esta instrucción es similar al de la instrucción AND, como se muestra a continuación.

OR IN \*\*

OR NO IN \*\*

OR FLG \*\*

OR NO FLG \*\*

OR CNT \*\*

OR NO CNT \*\*

OR TIM \*\*

OR NO TIM \*\*

**OR RUNGS** Esta instrucción realiza la función lógica OR del último escalón con el anterior a éste.

**NOT (NO)** Se usa en conjunto con otras instrucciones para definir el complemento o negado de ellas.

**NO IN \*\*** Complemento o negado de la entrada \*\*.

**NO FLG \*\*** Complemento de la bandera \*\*.

**NO CNT \*\*** Complemento del contador \*\*.

**NO TIM \*\*** Complemento del temporizador \*\*.

**SET (SET)** Se utiliza para activar banderas, salidas, contadores y temporizadores, quedando en este estado hasta que se utilice la instrucción RESET.

**SET FLG \*\*** Activa la bandera \*\*.

**SET CNT \*\*** Activa al contador \*\* (ver Uso de contadores).

SET TIM \*\*      Activa el temporizador \*\*  
                  (ver Uso de  
                  temporizadores).

SET OUT \*\*      Activa la salida \*\*.

EQUAL (EQU)    La instrucción EQUAL enciende salidas si el  
                  resultado lógico del escalón es verdadero y las  
                  apaga si es falso. El formato es el siguiente:

EQU OUT \*\*

RESET (RST)    Se usa para desactivar banderas, salidas. Así:

RST FLG \*\*      Desactiva bandera \*\*.

RST OUT \*\*      Desactiva la salida \*\*.

PRESELECT      Se utiliza en conjunto con la instrucción VALUE  
(PRE)            para preseleccionar un valor de conteo o un  
                  determinado tiempo en contadores y temporizadores  
                  respectivamente. El valor deseado se pone en la  
                  línea posterior inmediata. Por ejemplo:

PRE CNT XX      EL contador XX es  
VALUE YY        preseleccionado con  
                  valor YY.

PRE TIM XX      Preseleccionar el  
VALUE YY      temporizador XX con el  
valor YY.

INC-DEC      Se usan para incrementar y decrementar el valor  
de un contador, respectivamente.

INC CNT \*\*      Incrementa en uno el  
contador \*\*.

DEC CNT \*\*      Decrementa en uno el  
contador \*\*.

INPUT (IN)      Se usa para especificar entradas. Si la entrada  
esta presente se genera un resultado verdadero.  
Su valor puede variar de 0 a 7 y de 10 a 17, si  
se desean más entradas es necesario conectar el  
modulo de expansión.

FLAG (FLG)      Se usa para seleccionar banderas. Su parámetro  
puede ser de 0 a 7, 10 a 17, ..., 70 a 77.

COUNTER (CNT)      Se usa para seleccionar contadores. Su parámetro  
puede ser de 0 a 7 y de 10 a 17.

**TIMER (TIM)** Se usa para seleccionar temporizadores. Este PLC cuenta con cinco temporizadores ( 0 a 4).

**OUT (OUT)** Se usa para seleccionar salidas. Se cuenta con 16 salidas (0 a 7 y 10 a 17). Para más salidas es necesario tener el modulo de expansión.

**LABEL (LABEL)** Se utiliza para ejecutar saltos dentro de un programa, con esta instrucción se marca el sitio al cual se saltará. Por ejemplo:

```
LABEL **           Se coloca la etiqueta **  
                   hacia donde salta la  
                   instrucción JMP **.
```

**JUMP (JMP)** Se utiliza para ejecutar saltos dentro de un programa, esta instrucción es un salto condicional que depende del resultado de la operación anterior, así, con la instrucción JMP XX se logrará un salto a la etiqueta XX siempre y cuando el resultado de la operación anterior sea verdadero.

**END (END)** Se usa para finalizar un programa.

### 5.3 CONEXIONES.

El PLC requiere de dos fuentes de voltaje: una de 5 V (para el circuito de control) y otra de 12 V (para la tarjeta de entradas y salidas) las cuales se deben conectar según se muestra en el diagrama 5.2, los sensores se conectan a las entradas y los actuadores a las salidas.

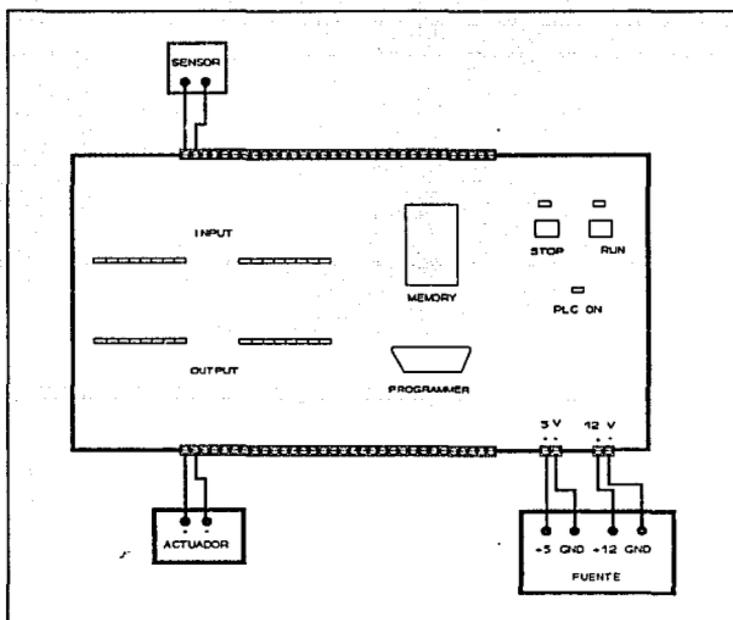


Figura 5.2 Conexiones del PLC

## 5.4 PROGRAMACIÓN DEL PLC.

### 5.4.1 El lenguaje de diagrama de escalera.

En la actualidad, no existen normas para lenguajes de programación para un PLC. Es por esto que cada fabricante propone y desarrolla un lenguaje, al cual considera óptimo desde su punto de vista.

En el campo de control, un lenguaje de programación debe estar configurado de tal forma que esté óptimamente adaptado al tipo de problemas que se presentan, de tal forma que el programador pueda fácilmente realizar un programa para satisfacer sus necesidades.

El lenguaje de programación que utiliza este PLC es el conocido como lenguaje de escalera. Aunque de manera correcta debiera llamarse lenguaje en código de diagrama de escalera.

El propósito de usar este lenguaje es permitir que técnicos e ingenieros, que han tenido contacto con lógica de relevadores, puedan adaptarse rápidamente al medio de los controladores programables; debido a que parte de diagramas similares a los que se utilizan en el diseño de tableros de control basados en relevadores.

El lenguaje de escalera consiste de una lista de instrucciones, que permiten al controlador realizar una tarea específica. Cada instrucción esta formada por mnemónicos lo que permite que este lenguaje sea fácil de programar por el usuario.

#### 5.4.2 Diagramas de escalera.

La lista de instrucciones con la que se programa al PLC, se obtiene a partir de la codificación de un diagrama de escalera, que da solución al problema. Antes de codificar es conveniente ver primero en que consiste un diagrama de escalera.

Un diagrama de escalera esta formado por dos líneas verticales, la izquierda unida a una fuente de voltaje y la derecha a tierra. Entre las dos líneas se encuentran renglones horizontales que forman las ramas del circuito de control. En el extremo derecho de cada renglón o peldaño de la escalera se encuentran los elementos a accionar. Debido a su similitud con una escalera es que recibe ese nombre.

En la figura 5.4 se muestra la implementación de la operación AND empleando lógica alambrada, usando para su representación un diagrama de escalera. Teniendo como señales de control las provenientes de los botones PB1 y PB2. B1 es la bobina de un relevador y B2 es la bobina de otro relevador. C1.1

es un contacto normalmente abierto del relevador 1 y C1.2 es un contacto normalmente abierto del relevador 2. M1 es un motor.

En el diagrama se observa que solo cuando se oprimen los botones simultáneamente, las bobinas de los relevadores se energizan, cerrando los contactos C1.1 y C1.2, con lo cual el motor se conecta a la línea de energía.

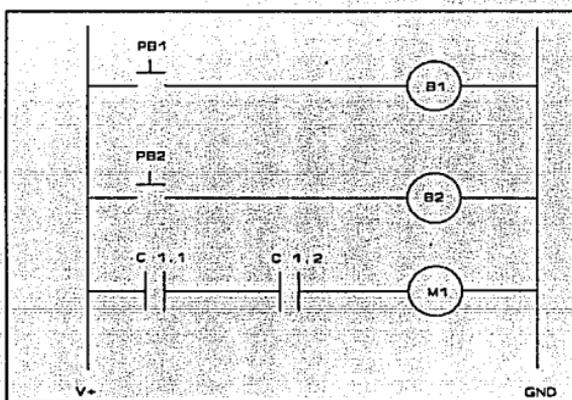


Figura 5.4 Operación AND alambrada.

Asignando valores lógicos a cada una de las proposiciones se verá claramente como queda implementada la operación lógica AND.

PB1: El botón PB1 se encuentra oprimido.

PB2: El botón PB2 se encuentra oprimido.

M1 : El motor se energiza.

Cada una de estas proposiciones, solo pueden tener dos respuestas, las cuales son: verdadero (V), o falso (F). En la siguiente tabla se muestran las posibles combinaciones que se pueden presentar, para el estado de los botones y el motor.

---

PB1	PB2	M1
F	F	F
F	V	F
V	F	F
V	V	V

---

De forma análoga podemos implementar la operación lógica OR como se muestra en la figura 5.5

O un circuito de memoria como el que se muestra en la figura 5.6, donde oprimiendo PB1 se energiza la bobina B1, cerrando los contactos C1.1 y C2.1. El motor M1 se energiza y aún cuando se libere PB1 la bobina del relevador continua energizada mediante la rama alterna formada por PB2 y C1.1. Para desactivar el motor habrá que oprimir el botón PB2 que es del tipo normalmente cerrado.

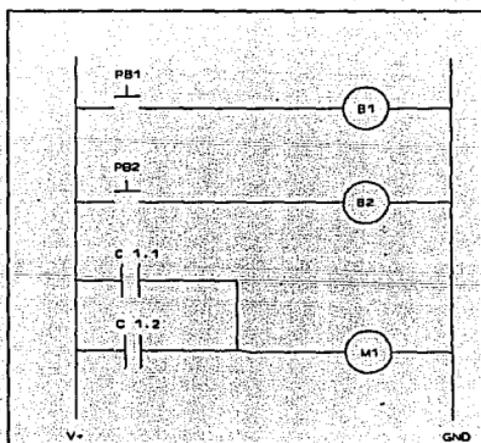


Figura 5.5 Operación OR alambrada.

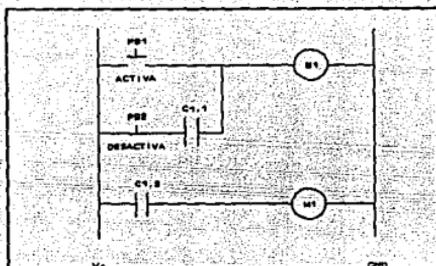


Figura 5.6 Circuito de memoria.

Los circuitos alambrados mostrados anteriormente, son solo ejemplos simplificados de circuitos de control, en un circuito complejo. Las señales de control no solo provienen de botones, también se obtendrán de dispositivos conocidos como sensores.

Los elementos sobre los cuales se efectuará el control pueden estar conectados directamente al circuito de control o también mediante dispositivos conocidos como actuadores.

Debido a las características de un PLC, los circuitos anteriores se pueden implementar fácilmente. Solo es necesario alambrear el circuito como se muestra en la figura 5.7. Las señales provenientes de los botones se conectan a las entradas del PLC y la salida deseada al motor. El circuito de control, en

lugar de ser alambrado se realiza mediante la programación del controlador.

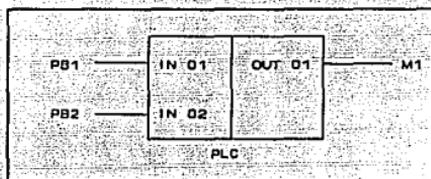
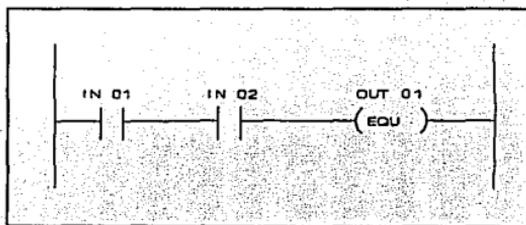


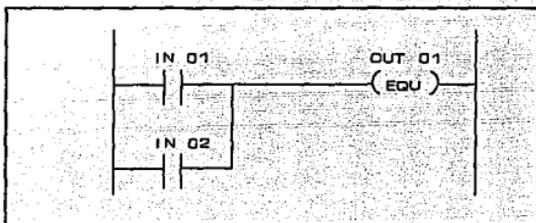
Figura 5.7 Sustitución de circuitos de control alambrados utilizando un PLC.

El control se hará mediante la programación del PLC, para hacerlo se deberá partir de un diagrama similar al del circuito alambrado, por ejemplo, para implementar la función AND mediante el PLC se considera a las entradas como si fueran contactos, la salida que se desea activar estará al extremo derecho del diagrama de escalera, como se muestra a continuación:

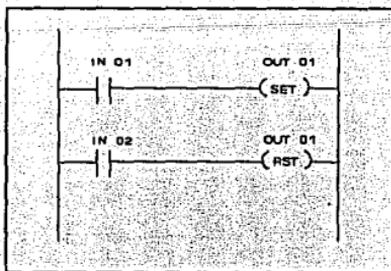


Este diagrama indica que se activará la salida 01 siempre y cuando se activen simultáneamente las entradas 01 y 02.

El diagrama para implementar la función OR sería de la forma siguiente:



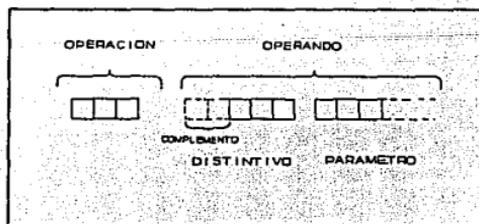
Finalmente para implementar el circuito con memoria el diagrama de escalera tendría la estructura siguiente:



Este diagrama se interpreta, de la forma siguiente: la salida 01 se activa cuando se presente la entrada 01 y se desactiva cuando se presenta la entrada 02. Mas adelante se verá como codificar un diagrama de escalera y ejemplos de características adicionales de un PLC tales como uso de contadores, temporizadores, banderas, saltos.

#### 5.4.3 Codificación de un diagrama de escalera.

Para codificar un diagrama de escalera se deben seguir las siguientes consideraciones: cada línea de programa consta de dos partes: la operación y el operando, este a su vez se divide en distintivo y parámetro. La estructura de una línea de programación queda de la siguiente forma:



Las posibles instrucciones para la parte de operación

son:

INSTRUCCIÓN	MNEMÓNICO	OBSERVACIONES
LOAD	LD	Cargar o leer algún valor.
AND	AND	Efectúa la operación lógica AND.
OR	OR	Función lógica OR.
PRESELECT	PRE	Para preseleccionar el valor de un contador o un temporizador.
INCREMENT	INC	Incrementa contadores.
DECREMENT	DEC	Decrementa contadores.
SET	SET	Establecer o accionar ya sea salidas, contadores, temporizadores o banderas
EQUAL	EQU	Mantiene activas salidas mientras el resultado del escalón es verdadero.
RESET	RST	Para desactivar salidas, contadores, etc.

El distintivo podrá ser:

INPUT	IN	Se usa para las operaciones LD, AND y OR.
OUTPUT	OUT	Solo se usa para las operaciones SET y RST.
FLAG	FLC	Se usa para las operaciones LD, AND, OR, SET y RST.
TIMER	TIM	Se usa para las operaciones LD, AND, OR, SET y PRE.
COUNTER	CNT	Se puede usar para las operaciones LD, AND, OR, SET, INC, DEC Y PRE.

En el cuadro 5.1 se presenta un resumen de las instrucciones validas para este PLC.

Finalmente, el parámetro será un número que identifica a cada distintivo. En el cuadro 5.2 se observan los números que pueden utilizarse como parámetro para cada uno de los distintivos.

Como ejemplo de una línea de programa en código de diagrama de escalera, en la cual podemos ver todas sus partes se puede citar las siguientes:

- LD IN 02            Indica cargar la entrada número dos.
- AND IN 03           Operación lógica AND de la entrada 03 con el resultado de la operación anterior.
- OR NO IN 02        Operación lógica OR del complemento de la entrada 02 con el resultado de la operación anterior.

Existen algunas excepciones de líneas de programación que no llevan tal formato y son las siguientes:

- LD TRUE            Esta operación carga un valor verdadero y se usa para inicializar una condición en algún peldaño, cuando sea necesario.
- VALUE XX           Esta operación se usa para ingresar un valor un contador o temporizador.
- OR RUNGS           Esta operación efectúa la operación lógica OR entre dos peldaños.

**LABEL XX**

Se usa para marcar alguna parte del programa hacia la cual se saltara con la operación **JMP XX**.

**JMP XX**

Se usa para saltar a la etiqueta **XX**.

**END**

Marca el final de un programa.

OPERACION	DISTINTIVO									
	IN	NO IN	FLG	NO FLG	CNT	NO CNT	TIM	NO TIM	DUT	NUMERO
LD	X									
LD TRUE	X	X	X	X	X	X	X	X		
OR RUNGS										
AND	X	X	X	X	X	X	X	X		
OR	X	X	X	X	X	X	X	X		
SET									X	
RST			X							
INC				X						
DEC				X						
PRE				X	X		X			
VALUE										X
LABEL										X
JMP										X
END										X
EQUAL									X	

DISTINTIVO	PARAMETRO								
	00 - 04	05 - 07	10 - 17	20 - 27	30 - 37	40 - 47	50 - 57	60 - 67	70 - 77
IN	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FLG	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CNT	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TIM	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DUT	X	X	X	A	*	*	*	*	*
LABEL	X	X	X	X	X	X	X	X	X

CUADRO 5.2

SOLO CON MODULO DE EXPANSION DE ENTRADAS/SALIDAS

VALUE PUEDE SER DE 0-99

CUADRO 5.1

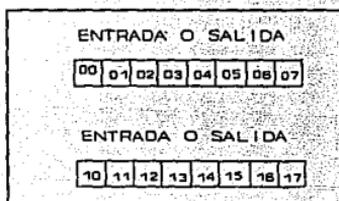
**Cuadros de instrucciones**

#### 5.4.4 Ejemplos de codificación y uso de instrucciones.

En los siguientes ejemplos se presenta el diagrama de escalera y codificación para las diversas características de programación del PLC.

#### Identificación de entradas y salidas.

Este PLC cuenta con 16 entradas y 16 salidas, cada entrada o salida se maneja como un BIT (dígito binario) de una palabra. El parámetro que identifica a cada una de ellas se presenta a continuación:



Lectura de entradas y operaciones lógicas.

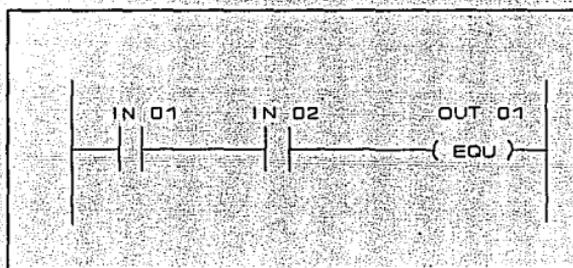
#### Operación lógica AND.

La tabla de verdad para la operación AND es la siguiente:

IANT	IACT	RES
F	F	F
F	V	F
V	F	F
V	V	V

Donde IANT es el resultado de la instrucción anterior, IACT es el resultado de la instrucción actual.

El diagrama de escalera, como se vio anteriormente, para realizar la operación lógica AND entre dos entradas es como se muestra a continuación:



La codificación de este diagrama se hace de la forma siguiente: puesto que el PLC realiza la operación lógica AND entre la instrucción actual y la anterior, se debe primero leer o cargar la entrada 01, esto se hace con la instrucción: LD IN 01. Con ello el PLC sensa el valor lógico ( V o F ) que presenta la entrada 01.

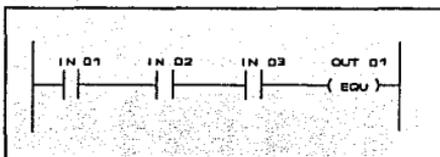
Posteriormente se debe indicar que se desea realizar la operación lógica AND con la entrada 02, lo que se consigue con la instrucción: AND IN 02.

Finalmente se debe indicar la acción que deberá efectuar el PLC en el caso que se cumplan las condiciones, para este ejemplo se desea activar la salida 01, entonces se dará la instrucción EQU OUT 01. La codificación completa se vería de la forma siguiente.

```
LD IN 01
AND IN 02
EQU OUT 01
END
```

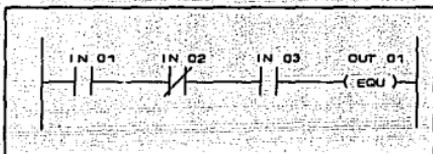
Otros ejemplos, usando más de dos condiciones de control (o entradas) se codifican como se muestra a continuación:

DIAGRAMA



CODIFICACIÓN

```
LD IN 01
AND IN 02
AND IN 03
EQU OUT 01
END
```



```
LD IN 01
AND NO IN 02
AND IN 03
EQU-OUT 01
END
```

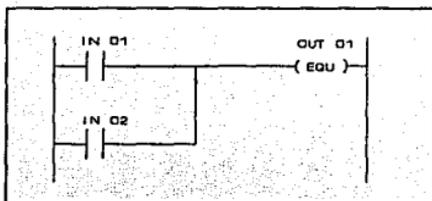
### Operación lógica OR.

La operación lógica OR funciona de manera similar a la operación AND, solo que ahora con la siguiente tabla de verdad:

IANT	IACT	RES
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

Para realizar una operación OR entre dos entradas se haría como se muestra a continuación:

DIAGRAMA



CODIFICACIÓN

```
LD IN 01
OR IN 02
EQU OUT 01
END
```

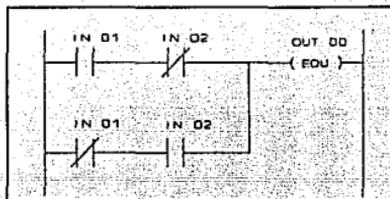
Para efectuar operaciones lógicas combinadas, esto es efectuar la operación lógica OR de dos peldaños se utiliza la operación OR RUNGS. Para indicar el inicio de un escalón se utiliza siempre la operación LD, posteriormente se indican las operaciones deseadas y finalmente se indica al PLC que realice la operación OR con el resultado de dos peldaños con la instrucción OR RUNGS. Ejemplo implementar la función XOR.

TABLA DE VERDAD

IN 01	IN 02	RES
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$\text{RES} = A B + \bar{A} \bar{B}$$

DIAGRAMA



CODIFICACIÓN

COMENTARIOS

- LD IN 01      Se inicia un escalón, carga el valor de la entrada 01.
- AND NO IN 02      Se efectúa la operación AND de la entrada 01 y el negado de la 02.
- LD NO IN 01      Se inicia nuevo escalón, se carga el valor negado de la entrada 01.

AND IN 02      Realiza la operación AND entre el negado de la  
                  entrada 01 y la entrada 02.

OR RUNGS        Se realiza la operación OR del resultado de los  
                  dos peldaños.

EQU OUT 00     Se mantiene activa la salida 00 mientras las  
                  condiciones se cumplan.

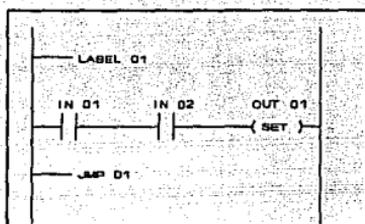
END

#### Etiquetas y saltos.

Las instrucciones JMP XX y LABEL XX se usan para indicarle al PLC un salto desde una parte del programa a la marcada con una etiqueta. La operación JMP XX es un salto condicional, esto es, solo habrá salto a la etiqueta XX si el resultado de la operación anterior fue verdadero.

En los ejemplos anteriores, el PLC solo verifica una vez el estado de las entradas, y de acuerdo a las condiciones de control efectuará o no una determinada acción. Si deseamos que el PLC este monitoreando constantemente las señales de entrada se tendrá que usar la operación JMP XX, como se muestra a continuación:

## DIAGRAMA



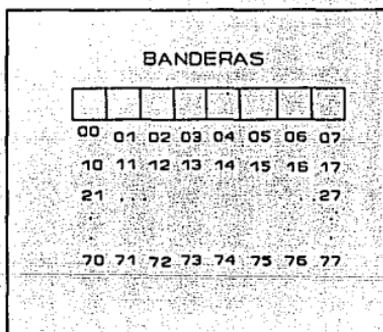
CODIFICACIÓN	COMENTARIOS
LABEL 01	Se marca una parte de la lista de instrucciones.
LD IN 01	Carga el valor de la entrada 01.
AND IN 02	Se efectúa la operación AND entre las entradas 01 y 02.
SET OUT 01	Se activa la salida 01 en caso de cumplirse las condiciones de control.
LD TRUE	Carga una condición verdadera.*
JMP 01	Salta a la etiqueta 01.

\* Nota: En este caso para efectuar un salto incondicional se agrega la operación LD TRUE la cual carga un valor verdadero, condición que usa la operación JMP 01 para saltar.

Uso de banderas.

Las banderas son registros auxiliares que se cargan con un valor V ( SET FLG XX ) o F ( RST FLG XX ) de acuerdo a las necesidades, se usan sobre todo en diseño de sistemas secuenciales con PLC.

Este PLC cuenta con 64 banderas y se identifican de la misma forma que las entradas y salidas:

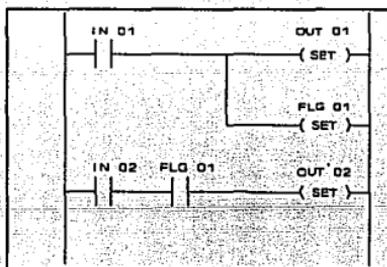


El PLC ejecuta la lista de instrucciones sensando las condiciones de control de cada peldaño que determina si se realizan o no determinadas acciones; si se cumplen las condiciones efectúa las acciones, si no, continua con el siguiente peldaño, hasta terminar.

Si se desea que no ejecute las acciones de control del siguiente peldaño hasta que realice las acciones del anterior, en el peldaño anterior se tiene que activar una bandera que indique la realización de tales acciones. En el peldaño siguiente se consulta esta bandera siendo tomada como un contacto auxiliar del cual dependerá el circuito. A continuación se muestra un ejemplo de uso de banderas:

Se desea activar una salida cuando se indique con la entrada 01, posteriormente activar la salida 02 cuando se indique mediante la entrada 02. Se entiende que no se debe activar la salida 02 si no ha sido activada la 01.

DIAGRAMA



CODIFICACIÓN

COMENTARIOS

LD IN 01

Se carga el valor de la entrada 01.

SET OUT 01

Se activa la salida cuando el estado de la entrada 01 es verdadero (se encuentra activa).

SET FLG 01      Se activa la bandera 01, cuando se presente  
                 activa la entrada 01.

LD IN 02        Se carga el valor del estado de la entrada 02.

AND FLG 01      Se efectúa la operación AND entre la entrada 02  
                 y la bandera 01.

SET OUT 02      Se activa la salida 02 cuando el resultado de  
                 la operación AND anterior sea verdadero.

END

Uso de temporizadores.

El uso de temporizadores es requerido cuando se desea que una salida permanezca activa (o desactiva) durante un tiempo determinado.

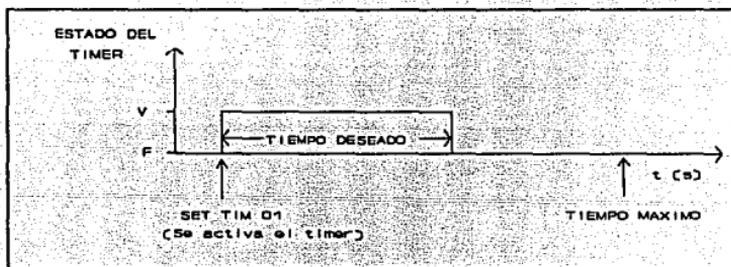
Este PLC cuenta con cuatro temporizadores con una base de tiempo de un segundo.

Cada temporizador genera una señal que indica el estado en el que se encuentra:

V: Cuando el temporizador esta activo.

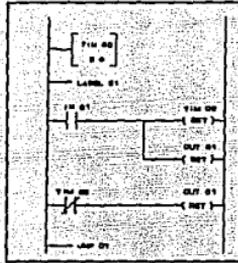
F: Cuando el temporizador no esta activo.

Los temporizadores se usan de la forma siguiente:  
Se debe indicar al PLC un valor predeterminado del tiempo deseado, para el temporizador que se va a utilizar. En el instante deseado se activa con la instrucción SET TIM XX. El valor instantáneo de cada temporizador no puede ser observado, pero si una señal que indica el estado del temporizador. Esto se ve en la gráfica siguiente:



En el siguiente ejemplo se muestra como usar un temporizador, para mantener una salida activa durante un tiempo determinado; a partir del momento en que se active una entrada.

### DIAGRAMA



#### CODIFICACIÓN

#### COMENTARIOS

PRE TIM 00	Se preselecciona el tiempo deseado para el
VALUE 05	temporizador 00.
LABEL 01	Se coloca una etiqueta.
LD IN 01	Se carga el valor de la entrada 01.
SET TIM 00	Se activa el temporizador 00 en caso de que la entrada presente un valor verdadero.
SET OUT 01	Se activa la salida 01 en caso de que la entrada presente un valor verdadero.

**LD NO TIM 00** Se carga el valor negado del estado del temporizador. Esto da como resultado una condición para saber si el temporizador sigue activo o no.

**RST OUT 01** Si el resultado de la instrucción anterior es verdadero, se desactiva la salida 01. Este resultado solo será verdadero cuando el temporizador genere un valor F, pues estamos usando el valor negado de dicho valor en la operación LD. Con esto se desactiva la salida 01 cuando el temporizador ha alcanzado el tiempo preestablecido.

**LD TRUE** Si el resultado de la operación AND anterior es falso quiere decir que el contador aun sigue activo entonces, se deberá saltar a la etiqueta 01 para volver a sensar el estado del temporizador.

**JMP 01** Salto a la etiqueta 01 para sensar el estado del temporizador.

**END** Marca el final del programa.

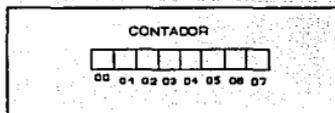
### Uso de contadores.

El funcionamiento de los contadores es muy similar al de los temporizadores, se preselecciona un valor de cuenta y el contador genera una señal que indica su estado:

V: Si el valor de conteo es diferente de cero.

F: Si el valor de conteo es igual a cero.

Este PLC tiene ocho contadores los cuales se identifican de la forma siguiente:

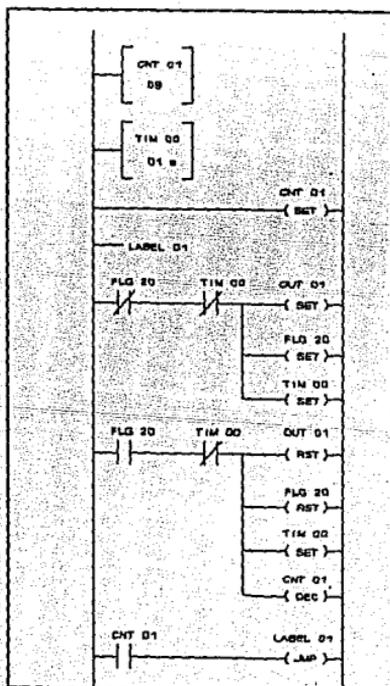


Los contadores se encuentran en cero hasta que se activan con la instrucción SET CNT XX. Con esta instrucción el contador se carga con el valor preestablecido.

El valor del conteo puede ser modificado con las instrucciones INC CNT XX y DEC CNT XX pero no se tiene acceso al valor del contador.

Los contadores se utilizan para efectuar procesos repetitivos un determinado número de veces, por ejemplo si deseamos activar una salida durante un segundo, y desactivarla durante otro segundo hasta realizar ocho veces este proceso. Se haría de la forma siguiente:

DIAGRAMA



CODIFICACIÓN	COMENTARIOS
PRE CNT 01	Se preselecciona el valor de conteo para este
VALUE 08	caso 8.
PRE TIM 00	Se preselecciona el valor del temporizador,
VALUE 01	para este ejemplo 1 segundo.
LD TRUE	Se carga un valor verdadero para fijar el
SET CON 01	contador con el valor de 8.
LABEL 01	Se coloca una etiqueta para lograr un salto.
LD NO FLG 20	Inicialmente la bandera y el temporizador no
	están activos, pero por usarse los complementos
	se asegura que se efectuarán las acciones al
AND NO TIM 00	iniciar el proceso.
SET OUT 01	Se activa la salida 01.
SET FLG 20	Se activa la bandera 20.
SET TIM 00	Se activa el temporizador 00.

LD FLG 20        Con estas instrucciones se verifica cuando  
                  desactivar la salida, la bandera y

AND NO TIM 00    decrementar el contador. Solamente se hará  
                  cuando el temporizador se desactive de otra  
                  manera el PLC continua con la operación LD TRUE  
                  que aparece después de las acciones.

RST OUT 01        Desactiva la salida 01.

RST FLG 20        Desactiva la bandera 20.

DEC CNT 01        Decrementa el contador 01.

SET TIM 00        Se activa el temporizador para lograr que la  
                  salida permanezca desactivada un segundo.

LD CNT 01        Se carga el estado del contador.

JMP 01            Si el contador no ha llegado a cero el  
                  resultado operación LD es verdadero, entonces  
                  habrá un salto a la etiqueta 01. El proceso  
                  se repite, si es cero el resultado será falso,  
                  con lo que se termina el proceso.

END                Marca el fin del programa.

## 5.5 OPERACIÓN DEL PLC.

### 5.5.1 Modos de operación del PLC.

En el diagrama de flujo mostrado en la figura 5.8, se puede observar la forma de operación del PLC. Existen tres modos de operación para este PLC, estos son: modo edición (EDIT), modo ejecución (RUN) y modo auto ejecución (AUTO).

#### a) Modo EDIT.

Si se desea crear un programa, se deberán oprimir en forma secuencial las teclas:

<PRGM> <#> <EDIT>

donde # es el número del programa que se desea editar. Hecho lo cual se entra al modo de edición, e inmediatamente se puede comenzar a teclear el programa codificado.

Para salir de este modo se debe oprimir la tecla STOP.

#### b) Modo RUN.

Si ya existe un programa y se desea ejecutar se deben oprimir en forma secuencial las teclas :

<PROGRAM> <#> <RUN>

donde # es el número del programa que se desea ejecutar. Para detener la ejecución bastará con oprimir la tecla STOP.

c) Modo AUTO.

Si se desea ejecutar un programa oprimiendo la tecla RUN, colocada el cuerpo del PLC, se debe oprimir en forma secuencial las siguientes teclas:

<PROGRAM> <XX> <AUTO>

con esto aparecen los siguientes mensajes:

PROGRAM XX AUTO  
ENABLED

habilitando con ello el modo auto para el programa XX.

O también :

PROGRAM YY AUTO  
ENABLED

lo cual indica que existe un programa en el modo de auto ejecución (en este caso el programa YY). Después aparecerá el siguiente mensaje:

0 ) DISABLED  
1 ) ENABLED

En este momento se puede deshabilitar el modo AUTO para el programa YY oprimiendo el número 0. O dejar el modo AUTO oprimiendo la opción 1.

En caso de seleccionar la opción 0 aparecen los siguientes mensajes:

primero presenta momentáneamente:

PROGRAM XX AUTO  
DISABLED

y posteriormente:

0 ) DISABLED  
1 ) ENABLED

Seleccionando 0 se deja deshabilitado el modo AUTO para el programa YY, apareciendo en pantalla el siguiente mensaje:

AUTOEXE DISABLED

Seleccionando 1 se habilita el modo AUTO apareciendo el siguiente mensaje:

PROGRAM XX AUTO  
ENABLED

Finalmente, al encender el PLC y oprimir la tecla RUN se ejecutará el programa deseado.

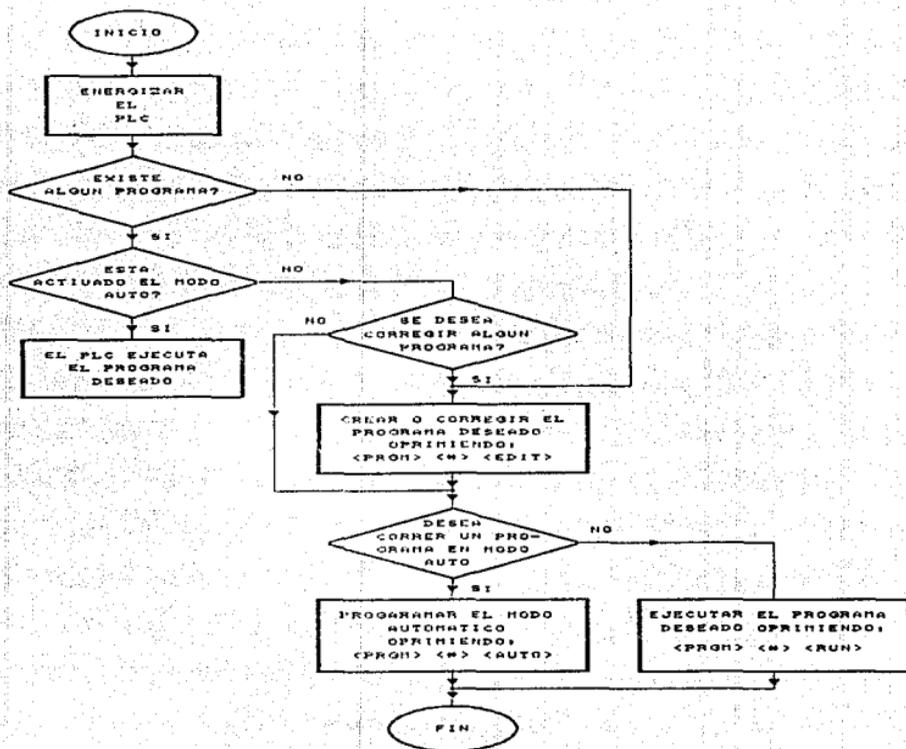


Figura 5.8

### 5.5.2 Mensajes de error.

Durante la operación del PLC pueden aparecer los siguientes mensajes:

**SINTAXIS ERROR** Aparece en el modo de edición, e indica que se esta intentando ingresar una instrucción no valida. En el cuadro de la página 92 se muestra un resumen de las instrucciones válidas para este PLC.  
Para continuar la edición, se debe oprimir la tecla CLEAR.

**PROGRAM ERROR** Este mensaje aparece durante la ejecución de un programa. El PLC revisa el programa antes de ejecutarlo, detectando algunos errores de programación por ejemplo:

```
PRE CNT 01
```

```
LD IN 01
```

En esta sección de un programa, después de la instrucción PRE CNT XX debe darse un valor con la instrucción VALUE XX.

LD IN 01

OR RUNGS

Para ejecutar la instrucción OR RUNGS debe haber otra instrucción LD que indique el inicio de un nuevo peldaño, ya que esta instrucción realiza la operación lógica OR entre dos peldaños.

LAB 01

JMP 01

Faltan condiciones entre la etiqueta y el salto, ya que la instrucción JMP XX es un salto condicional.

LAB 01

AND IN 01

Para usar las instrucciones AND, OR, OR RUNGS se debe dar una instrucción LD en el peldaño anterior ya que estas operaciones requieren de un resultado previo.

## 5.6 MANTENIMIENTO DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

FALLA	SOLUCIONES
EL PLC NO ENCIENDE	-REVISAR FUENTE DE ALIMENTACIÓN -REVISAR CONEXIONES
DISPLAY NO FUNCIONA	-REVISAR CONEXIÓN DEL PLC AL PROGRAMADOR -REVISAR DISPLAY -REVISAR IC1.2 (74LS138), IC1.6 (74LS373)
TECLADO NO FUNCIONA	-REVISAR CONEXIONES DEL PLC AL PROGRAMADOR -REVISAR TECLAS -REVISAR IC1.2, IC1.6, IC2.3, IC2.1 IC2.2, IC2.4
PLC NO GRABA PROGRAMA	-REVISAR MEMORIA DE USUARIO IC1.5 (2864)
PLC NO OPERA CORRECTAMENTE	-REVISAR FUENTE DE ALIMENTACIÓN

**PLC NO DETECTA ENTRADAS**

- REVISAR SENSOR
- REVISAR CONEXIÓN CORRECTA DEL SENSOR
- REVISAR IC MT\*

**PLC NO ACTIVA SALIDAS**

- REVISAR CONEXIONES
- REVISAR VOLTAJES EN LAS SALIDAS TRANSISTOR Y CONTINUIDAD EN LAS SALIDAS RELEVADOR
- REVISAR IC M\*

**NOTA: IC= CIRCUITO INTEGRADO.**

**PRECAUCIÓN:**

-ANTES DE ENCENDER SU FUENTE DE ALIMENTACIÓN, VERIFIQUE LA APLICACIÓN AL PLC, DE VOLTAJES Y POLARIDADES CORRECTOS.

-EVITE DERRAMAR LÍQUIDOS SOBRE EL PLC.

**RECOMENDACIONES:**

-SE RECOMIENDA HACER MANTENIMIENTO PREVENTIVO CADA SEIS MESES, PARA EVITAR ACUMULACIÓN DE POLVO Y OTROS ELEMENTOS EN LOS CONECTORES E INTERIOR DEL PLC.

## **CAPITULO VI :**

### **CONCLUSIONES**

## CAPITULO VI : CONCLUSIONES

Durante nuestra estancia en la Facultad de Ingeniería aunque se realizaron varios proyectos, en las diferentes materias, en general no se utilizó un método de diseño en forma explícita; esto es, se aprenden una serie de conocimientos de los que se hace uso en forma intuitiva. En el desarrollo de esta tesis se aplicó un método de diseño para culminar en el menor tiempo posible con la mayor eficacia.

El método se observa implícitamente a lo largo de todo el trabajo escrito. La primera parte consistió en investigar por lo que ya existía en el mercado nacional, considerando requisitos propios, y con ello delimitar las características que nuestro PLC tendría para poder competir con los ya existentes.

Posteriormente se definieron los elementos físicos (hardware) y de programación (software) con los que daríamos solución a tales necesidades o especificaciones comerciales. Se buscó diseñar un PLC sencillo y fácil de usar además de que resulte una solución económica a problemas de automatización.

Además de este método se utilizó la división del trabajo dentro de la realización de una labor en grupo, lo cual evita la pérdida de recursos (tiempo y esfuerzo) puesto que se impide la duplicación de tareas. Sin embargo, el trabajo en equipo puede resultar "peligroso" si no existe una buena organización.

Empleando la organización de trabajo antes mencionada se consiguió cumplir los objetivos planteados. Los aspectos más relevantes conseguidos en el diseño del PLC son:

La creación del algoritmo que permite que el microcontrolador interprete y ejecute un programa de usuario. Esta rutina no se encontró en libros ni en artículos consultados. La característica más importante es la velocidad de ejecución de los programas, por ello resultó bastante difícil dar soluciones, pero al final se logró conseguirlo.

La importancia de este algoritmo radica en que es una solución que podrá permanecer vigente ante la constante evolución tecnológica. Posiblemente una posterior versión del PLC utilice un microcontrolador diferente al seleccionado por nosotros, pero los algoritmos podrán ser los mismos, cambiando solamente la codificación de los programas.

Aunque nuestro PLC no tiene algunas características de los PLC's existentes en el mercado (comunicación con PC, entre PLC's y control PID), reúne las características para satisfacer las necesidades planteadas (automatización de procesos y maquinas simples). Además en este diseño se sentaron las bases para un posible desarrollo de una versión que reúna las características antes mencionadas, puesto que se consideraron los elementos necesarios para conseguirlo.

Se obtuvo la comodidad del usuario en el uso del PLC, utilizando un teclado de programación separado del cuerpo del sistema de control. Desplegando la información en una pantalla de cristal líquido de dos filas y matriz de puntos, se permite una comunicación clara entre el usuario y el PLC; constituyéndose esto en una gran ventaja con respecto a los ya existentes.

Para programar al PLC se eligió el lenguaje de diagrama de escalera, creando dos nuevas instrucciones que permiten usar el PLC de manera óptima. Estas instrucciones son LD TRUE que en conjunto con las instrucción de salto condicional JMP se puede usar para formar saltos incondicionales en un programa, teniendo con ello dos tipos de saltos.

Otro aspecto importante fue la apariencia, lograr que el producto causara impacto favorable en el usuario, es por ello que se hicieron diseños de apariencia en los que se reúnen aspectos tanto técnicos como humanos; considerando con ello haber logrado un PLC atractivo, robusto y cómodo.

Finalmente pudimos comprobar que en México se pueden realizar desarrollos tecnológicos. Además, el ver que nuestro PLC funciona adecuadamente, nos hace sentir seguros y satisfechos de que la formación recibida en la Facultad de Ingeniería permite dar soluciones reales a problemas actuales. Sin embargo, ahora falta un organismo que invierta en su fabricación, promoción y venta, dado que en este diseño se ha considerado tal posibilidad.

**APENDICE A :**

**PROGRAMAS DEL SISTEMA OPERATIVO DEL PLC**

APENDICE A: PROGRAMAS DEL SISTEMA OPERATIVO DEL PLC

```

*****
*****
*           INICIALIZACION           *
*****
*****

```

```

Freeware assembler ASxx.EXE Ver 1.03.
0001 8000      BLOIN1 EQU $4000 ; BLOQUE DE ENTRADAS
0002 8000      TEC EQU $8000 ; TECLADO
0003 4000      BLOOUT2 EQU $4004 ; BLOQUE DE SALIDAS
0004 c001      DIS EQU $A001 ; DISPLAY DATOS
0005 c000      DISCON EQU $A000 ; DISPLAY COMANDOS
0006 2000      LONG EQU $2000 ; EEPROM INICIO DE LOCALIDA-
0007 0000      RUTINA EQU $00 ; DES P/SALTOS A RUTINAS
0008 0004      RESLOG EQU $04 ; RESULTADO LOGICO
0009 0005      LOCMASC EQU $05 ; MASCARA P/IN,OUT,FLG.
0010 0008      BLOOUT1 EQU $08 ; BLOQUE DE SALIDAS EN RAM 0011
0010          BLOFLG EQU $10 ; BLOQUE DE BANDERAS
0012 0018      BLOCON2 EQU $18 ; BLOQUE DE CONTADORES
0013 0028      BLOCON1 EQU $28 ; BLOQUE DE CONTADORES
0014 0038      BLOLAB EQU $38 ; BLOQUE DE ETIQUETAS

;BANDERAS AUXILIARES
0015 0058      BANOR2 EQU $58
0016 0059      PASLOG EQU $59
0017 005a      BANVAL EQU $5A
0018 005b      BANCAR EQU $5B
0019 005c      BANPER EQU $5C

;BLOQUE DE TEMPORIZADORES
0020 0060      BLOTIM1 EQU $60
0021 0065      BLOTIM2 EQU $65
0022 0065      TIM0 EQU $65
0023 0066      TIM1 EQU $66
0024 0067      TIM2 EQU $67
0025 0068      TIM3 EQU $68
0026 0069      TIM4 EQU $69

;BANDERAS AUXILIARES
0027 006a      LOCTIM EQU $6A
0028 006b      DAT EQU $6B
0029 006c      PRIOR EQU $6C
0030 006d      LOCPAN EQU $6D
0031 006e      COMAN EQU $6E
0032 006f      RENGLON EQU $6F
0033 0070      BANNUM EQU $70
0034 0071      BANNO EQU $71

```

0035	0072	BANIN	EQU	\$72
0036	0073	BANFLG	EQU	\$73
0037	0074	BANCON	EQU	\$74
0038	0075	BANTIM	EQU	\$75
0039	0076	BANOUT	EQU	\$76
0040	0078	LOCINS	EQU	\$78
0041	007a	LOCINS2	EQU	\$7A
0042	007e	NUMTEC	EQU	\$7E
0043	007f	BUFTEC	EQU	\$7F
0044	0080	LOCPROG1	EQU	\$80
0045	0081	PROGRAM1	EQU	\$81
0046	00fe	PROGRAMH	EQU	\$FE
0047	00ff	PROGRAML	EQU	\$FF
0048	00fd	LOCPROG	EQU	\$FD
0049	00fe	PROGRAM	EQU	\$FE
0050	000e	TCNT	EQU	\$0E
0051	0016	TOC1	EQU	\$16
0052	0018	TOC2	EQU	\$18
0053	001a	TOC3	EQU	\$1A
0054	001c	TOC4	EQU	\$1C
0055	001e	TOC5	EQU	\$1E
0056	0020	TCTL1	EQU	\$20
0057	0022	TMSK1	EQU	\$22
0058	0023	TFLG1	EQU	\$23
0059	fd00	TABLA1	EQU	\$FD00
0060	fe00	TABLA2	EQU	\$FE00
0061				
0062				

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 \* INICIALIZACION DEL PLC \*  
 \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

0063	e000				ORG \$E000
0064	e000	8e	00	fb	INICIO LDS #\$0FB
0065	e003	86	03		LDAA #\$03
0066	e005	b7	10	24	STAA \$1024
0067	e008	86	10		LDAA #\$10
0068	e00a	b7	10	35	STAA \$1035
0069	e00d	c6	80		LDAB #\$80
0070	e00f	4f			CLRA
0071	e010	ce	00	00	LDX #\$0000
0072	e013	a7	00		INICIO0 STAA \$00,X
0073	e015	08			INX
0074	e016	5a			DECB
0075	e017	26	fa		BNE INICIO0
0076	e019	4f			CLRA
0077	e01a	b7	40	04	STAA \$4004
0078	e01d	b7	40	05	STAA \$4005
0079	e020	b7	40	04	STAA \$4004
0080	e023	86	bf		INICIO1 LDAA #\$BF
0081	e025	06			TAP
0082	e026	b6	3f	fd	LDAA \$3FFD
0083	e029	81	aa		CMPA #\$AA
0084	e02b	26	08		BNE INICIO2
0085	e02d	fc	3f	fe	LDD \$3FFE
0086	e030	dd	fe		STD PROGRAM
0087	e032	7e	ea	3b	JMP RUNO
0088	e035	ce	10	00	INICIO2 LDX #\$1000
0089	e038	1d	20	ff	BCLR TCTL1,X \$FF
0090	e03b	1d	22	ff	BCLR TMSK1,X \$FF
0091	e03e	1d	23	ff	BCLR TFLG1,X \$FF
0092	e041	4f			CLRA
0093	e042	b7	80	00	STAA TEC
0094	e045	01			NOF
0095	e046	01			NOP
0096	e047	b6	80	00	LDAA TEC
0097	e04a	84	1f		ANDA #\$1F
0098	e04c	81	1f		CMPA #\$1F
0099	e04e	27	03		BEQ MONITOR
0100	e050	bd	e1	2d	JSR CARATULA

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 PROGRAM MONITOR  
 \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

0101	e053	c6	80	MONITOR	LDAB # \$80
0102	e055	4f			CLRA
0103	e056	ce	00 00		LDX # \$0000
0104	e059	a7	00	MONITOR0	STAA \$00,X
0105	e05b	08			INX
0106	e05c	5a			DECB
0107	e05d	26	fa		BNE MONITOR0
0108	e05f	4f			CLRA
0109	e060	b7	40 00		STAA \$4000
0110	e063	b7	40 01		STAA \$4001
0111	e066	bd	e0 e2	MONITOR1	JSR INSTR
0112	e069	bd	e3 68		JSR SCNTEC
0113	e06c	c1	0a		CMPB # \$0A
0114	e06e	27	f6		BEQ MONITOR1
0115	e070	c1	0d		CMPB # \$0D
0116	e072	27	03		BEQ MONITOR2
0117	e074	7e	e0 d5		JMP TECERR
0118	e077	18	ce fa 04	MONITOR2	LDY #LPROGRAM
0119	e07b	bd	e9 22		JSR LETRA
0120	e07e	bd	e0 9c		JSR PRGNUM
0121	e081	bd	e0 bf		JSR PRGLOC
0122	e084	c1	0b	MONITOR3	CMPB # \$0B
0123	e086	26	03		BNE MONITOR4
0124	e088	7e	e3 00		JMP EDIT
0125	e08b	c1	0c	MONITOR4	CMPB # \$0C
0126	e08d	26	03		BNE MONITOR5
0127	e08f	7e	ea 00		JMP PERUN
0128	e092	c1	0e	MONITOR5	CMPB # \$0E
0129	e094	26	03		BNE MONITOR6
0130	e096	7e	e2 00		JMP AUTO
0131	e099	7e	e0 d5	MONITOR6	JMP TECERR
0132					

\*\*\*\*\*  
 \* RUTINA QUE IDENTIFICA EL NUMERO DE PROGRAMA  
 \*\*\*\*\*

0133 e09c bd e3 68	PRGNUM	JSR SCNTEC
0134 e09f c1 0a		CMPB #50A
0135 e0a1 25 03		BLO PRGNUM1
0136 e0a3 7e e0 d5		JMP TECERR
0137 e0a6 d7 7f	PRGNUM1	STAB BUFTEC
0138 e0a8 96 6b		LDAA DAT
0139 e0aa 48		ASLA
0140 e0ab 48		ASLA
0141 e0ac 48		ASLA
0142 e0ad 48		ASLA
0143 e0ae 9a 7f		ORAA BUFTEC
0144 e0b0 97 6b		STAA DAT
0145 e0b2 86 cb		LDAA #5CB
0146 e0b4 bd e8 ed		JSR DATDIS
0147 e0b7 bd e3 68		JSR SCNTEC
0148 e0ba c1 0a		CMPB #50A
0149 e0bc 25 e8		BLO PRGNUM1
0150 e0be 39		RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE INDICA LOCALIDAD DE MEMORIA DE INICIO DE  
 PROGRAMA  
 \*\*\*\*\*

0151 e0bf 37	PRGLOC	PSHB
0152 e0c0 86 7c		LDAA #400
0153 e0c2 d6 6b		LDAB DAT
0154 e0c4 c1 20		CMPB #520
0155 e0c6 25 03		BLO PRGLOC1
0156 e0c8 7e e0 d5		JMP TECERR
0157 e0cb d7 fd	PRGLOC1	STAB LOCPROG
0158 e0cd 3d		MUL
0159 e0ce c3 20 00		ADDD #LONG
0160 e0d1 dd fe		STD PROGRAM
0161 e0d3 33		PULB
0162 e0d4 39		RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE ERRORES DE PROGRAMACION  
 \*\*\*\*\*

0163 e0d5 bd e8 5a	TECERR	JSR LIMPIA
0164 e0d8 18 ce fa 10		LDY #LERRPRO
0165 e0dc bd e9 22		JSR LETRA
0166 e0df 7e e0 df	TECERR1	JMP TECERR1
0167		

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE ESCRIBE EL MODO DE OPERACION DEL PLC  
 \*\*\*\*\*

0168	e0e2	bd	e8	5a	INSTR	JSR LIMPIA
0169	e0e5	18	ce	fa b8		LDY #LINSTR
0170	e0e9	bd	e9	22		JSR LETRA
0171	e0ec	86	c0			LDAA #SCO
0172	e0ee	bd	e8	74		JSR PANT
0173	e0f1	39				RTS
0174						

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA ESCRIBIR EN DISPLAY  
 \*\*\*\*\*

0175	e0f2	a6	00		PRESEN	LDAA \$00,X
0176	e0f4	81	ff			CMPA #SFF
0177	e0f6	27	12			BEQ PRESEN2
0178	e0f8	b7	a0	01		STAA DIS
0179	e0fb	f6	a0	00	PRESEN1	LDAB DISCON
0180	e0fe	c4	80			ANDB #S80
0181	e100	c1	80			CMPB #S80
0182	e102	27	f7			BEQ PRESEN1
0183	e104	08				INX
0184	e105	bd	e3	df		JSR DEL150
0185	e108	20	e8			BRA PRESEN
0186	e10a	39			PRESEN2	RTS
0187						

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA MOVER LETREROS A LA IZQUIERDA  
 \*\*\*\*\*

0188	e10b	86	18		IZQ	LDAA #S18
0189	e10d	c6	10			LDAB #S10
0190	e10f	b7	a0	00	IZQ1	STAA DISCON
0191	e112	bd	e9	16		JSR DISOCU
0192	e115	bd	e3	df		JSR DEL150
0193	e118	5a				DECB
0194	e119	26	f4			BNE IZQ1
0195	e11b	39				RTS
0196						

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA MOVER LETRERO A LA DERECHA  
 \*\*\*\*\*

0197 e11c 86 1c	DER	LDAA #S1C
0198 e11e c6 10		LDAB #S10
0199 e120 b7 a0 00	DER1	STAA DISCON
0200 e123 bd e9 16		JSR DISOCU
0201 e126 bd e3 df		JSR DEL150
0202 e129 5a		DECB
0203 e12a 26 f4		BNE DER1
0204 e12c 39		RTS
0205		

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE PRESENTACION DEL PLC  
 \*\*\*\*\*

0206 e12d bd e8 5a	CARATULA	JSR LIMPIA
0207 e130 ce fa 2e		LDX #LWELCOME
0208 e133 bd e0 f2		JSR PRESEN
0209 e136 86 c0		LDAA #SCO
0210 e138 bd e8 74		JSR PANT
0211 e13b ce fa 3c		LDX #LPLC
0212 e13e bd e0 f2		JSR PRESEN
0213 e141 bd e3 ea		JSR DEL1S
0214 e144 86 02		LDAA #S02
0215 e146 bd e8 74		JSR PANT
0216 e149 bd e1 0b		JSR IZQ
0217 e14c 86 90		LDAA #S90
0218 e14e bd e8 74		JSR PANT
0219 e151 ce fa 4e		LDX #LDEVE
0220 e154 bd e0 f2		JSR PRESEN
0221 e157 bd e3 ea		JSR DEL1S
0222 e15a 86 80		LDAA #S80
0223 e15c bd e8 74		JSR PANT
0224 e15f 18 ce fa 5e		LDY #LJORGE
0225 e163 bd e9 22		JSR LETRA
0226 e166 86 c0		LDAA #SCO
0227 e168 bd e8 74		JSR PANT
0228 e16b 18 ce fa 70		LDY #LHERNAN
0229 e16f bd e9 22		JSR LETRA
0230 e172 bd e1 1c		JSR DER
0231 e175 bd e3 ea		JSR DEL1S
0232 e178 86 02		LDAA #S02
0233 e17a bd e8 74		JSR PANT
0234 e17d ce fa 82		LDX #LALL
0235 e180 bd e0 f2		JSR PRESEN

```

0236 e183 86 c0          LDAA #SCO
0237 e185 bd e8 74      JSR PANT
0238 e188 ce fa 94      LDX #LRESER
0239 e18b bd e0 f2      JSR PRESEN
0240 e18e bd e3 ea      JSR DEL1S
0241 e191 bd e8 5a      JSR LIMPIA
0242 e194 ce fa a6      LDX #LMEXICO
0243 e197 bd e0 f2      JSR PRESEN
0244 e19a bd e3 ea      JSR DEL1S
0245 e19d 39            RTS

```

```

*****
*****
PROGRAMA MODO AUTO
*****
*****

```

```

0247 e200                ORG $E200
0248 e200 b6 3f fd      AUTO LDAA $3FFD
0249 e203 81 aa        CMPA #SAA
0250 e205 27 2b        BEQ AUTO3
0251 e207 86 aa        AUTO0 LDAA #SAA
0252 e209 b7 3f fd      STAA $3FFD
0253 e20c bd e8 4d      JSR RMS10
0254 e20f 96 fd        LDAA LOCPROG
0255 e211 b7 3f fc      STAA $3FFC
0256 e214 bd e8 4d      JSR RMS10
0257 e217 96 fe        LDAA PROGRAMH
0258 e219 b7 3f fe      STAA $3FFE
0259 e21c bd e8 4d      JSR RMS10
0260 e21f 96 ff        LDAA PROGRAML
0261 e221 b7 3f ff      STAA $3FFF
0262 e224 bd e8 4d      JSR RMS10
0263 e227 86 c0        AUTO1 LDAA #SCO
0264 e229 18 ce fa c8   LDY #LENABLED
0265 e22d bd e2 8b      JSR PANAUTO
0266 e230 20 fe        AUTO2 BRA AUTO2
0267 e232 96 fd        AUTO3 LDAA LOCPROG
0268 e234 97 80        STAA LOCPROG1
0269 e236 b6 3f fc      LDAA $3FFC
0270 e239 97 fd        STAA LOCPROG
0271 e23b 86 c0        LDAA #SCO
0272 e23d 18 ce fa c8   LDY #LENABLED
0273 e241 bd e2 8b      JSR PANAUTO
0274 e244 bd e3 ea      JSR DEL1S
0275 e247 bd e2 9b      JSR PANAUTO2
0276 e24a bd e3 68      AUTO4 JSR SCNTEC
0277 e24d c1 01        CMPB #S01
0278 e24f 26 02        BNE AUTO6
0279 e251 20 d4        AUTO5 BRA AUTO1
0280 e253 c1 00        AUTO6 CMPB #S00
0281 e255 26 f3        BNE AUTO4

```

```

0282 e257 96 80          AUTO7 LDAA LOCPROG1
0283 e259 97 fd          STAA LOCPROG
0284 e25b 86 c0          LDAA # $C0
0285 e25d 18 ce fa fo    LDY #LDISABLED
0286 e261 bd e2 8b      JSR PANAUTO
0287 e264 bd e3 ea      JSR DELIS
0288 e267 bd e2 9b      JSR PANAUTO2
0289 e26a bd e3 68      AUTO8 JSR SCNTEC
0290 e26d c1 01          CMPB # $01
0291 e26f 26 02          BNE AUTO9
0292 e271 20 94          BRA AUTO0
0293 e273 c1 00          AUTO9 CMPB # $00
0294 e275 26 f3          BNE AUTO8
0295 e277 86 ff          LDAA # $FF
0296 e279 b7 3f fd      STAA $3FFD
0297 e27c bd e8 4d      JSR RMS10
0298 e27f bd e8 5a      JSR LIMPIA
0299 e282 18 ce fa fo    LDY #LDISABLED
0300 e286 bd e9 22      JSR LETRA
0301 e289 20 fe          AUTO10 BRA AUTO10
0302

```

```

*****
RUTINA QUE ESCRIBE AUTO INSTALADO
*****

```

```

0303 e28b 18 3c          PANAUTO PSHY
0304 e28d 36             PSHA
0305 e28e bd e7 ee      JSR LETPROG
0306 e291 32             PULA
0307 e292 bd e8 74      JSR PANT
0308 e295 18 38         PULY
0309 e297 bd e9 22      JSR LETRA
0310 e29a 39             RTS
0311

```

```

*****
RUTINA QUE DA OPCIONES PARA HABILITAR O
DESHABILITAR EL MODO AUTO
*****

```

```

0312 e29b bd e8 5a          PANAUTO2 JSR LIMPIA
0313 e29e 86 82           LDAA # $82
0314 e2a0 bd e8 74         JSR PANT
0315 e2a3 18 ce fa d8     LDY #L0D
0316 e2a7 bd e9 22        JSR LETRA
0317 e2aa 86 c2           LDAA # $C2
0318 e2ac bd e8 74         JSR PANT
0319 e2af 18 ce fa e4     LDY #L1E
0320 e2b3 bd e9 22        JSR LETRA
0321 e2b6 39             RTS
0322

```

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 PROGRAM EDIT  
 \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

0323	e300				ORG \$E300
0324	e300	bd	e7	ee	EDIT JSR LETPROG
0325	e303	86	c5		LDAA #\$C5
0326	e305	bd	e8	74	JSR PANT
0327	e308	18	ce	fa 22	LDY #LEEDIT
0328	e30c	bd	e9	22	JSR LETRA
0329	e30f	bd	e3	ea	JSR DEL1S
0330	e312	bd	e7	ee	JSR LETPROG
0331	e315	c6	80		LDAB #\$80
0332	e317	18	ce	00 00	LDY #\$0000
0333	e31b	4f			CLRA
0334	e31c	18	a7	00	EDIT0 STAA \$00,Y
0335	e31f	18	08		INY
0336	e321	5a			DECB
0337	e322	26	f8		BNE EDIT0
0338	e324	de	fe		LDX PROGRAM
0339	e326	bd	e3	68	EDIT1 JSR SCNTEC
0340	e329	c1	0a		EDIT2 CMPB #\$0A
0341	e32b	24	07		BHS EDIT3
0342	e32d	d7	7f		STAB BUFTEC
0343	e32f	bd	e6	e6	JSR NUMERO
0344	e332	20	12		BRA EDIT4
0345	e334	58			EDIT3 LSLB
0346	e335	18	ce	00 00	LDY #\$0000
0347	e339	18	3a		ABY
0348	e33b	cc	00	00	LDD #\$0000
0349	e33e	00	00		STD \$00
0350	e340	18	ce	00	LDY #\$0000
0351	e343	dd	00	00	STD \$00
0352	e346	20	de		EDIT4 BRA EDIT1
0353	e348	18	3c		SHIFT PSHY
0354	e34a	bd	e3	68	JSR SCNTEC
0355	e34d	c1	0a		CMPB #\$0A
0356	e34f	27	14		BEQ SHIFT2
0357	e351	cb	19		ADDB #\$19
0358	e353	58			LSLB
0359	e354	18	ce	fd 00	LDY #TABLA1
0360	e358	18	3a		ABY
0361	e35a	18	ec	00	LDD \$00,Y
0362	e35d	dd	00		STD \$00
0363	e35f	18	de	00	LDY \$0000
0364	e362	18	ad	00	JSR \$00,Y
0365	e365	18	38		SHIFT2 PULY
0366	e367	39			RTS
0367					

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 PROGRAMA PARA IDENTIFICAR TECLA OPRIMIDA  
 \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

0368 e368 3c	SCNTEC	PSHX	
0369 e369 bd e3 74	SCNTEC1	JSR	DECTEC
0370 e36c 81 ff		CMPA	#\$FF
0371 e36e 26 f9		BNE	SCNTEC1
0372 e370 d7 7f		STAB	BUFTEC
0373 e372 38		PULX	
0374 e373 39		RTS	
0375 e374 4f	DECTEC	CLRA	
0376 e375 97 7e		STAA	NUMTEC
0377 e377 b7 80 00		STAA	TEC
0378 e37a 01		NOP	
0379 e37b 01		NOP	
0380 e37c b6 80 00		LDAA	TEC
0381 e37f 84 1f		ANDA	#\$1F
0382 e381 81 1f		CMPA	#\$1F
0383 e383 26 01		BNE	LALA
0384 e385 39		RTS	
0385 e386 bd e3 d1	LALA	JSR	DEL
0386 e389 c6 01		LDAB	#\$01
0387 e38b 17	DECTEC1	TBA	
0388 e38c 43		COMA	
0389 e38d b7 80 00		STAA	TEC
0390 e390 01		NOP	
0391 e391 01		NOP	
0392 e392 b6 80 00		LDAA	TEC
0393 e395 84 1f		ANDA	#\$1F
0394 e397 81 1f		CMPA	#\$1F
0395 e399 26 08		BNE	DECTEC2
0396 e39b 58		ASLB	
0397 e39c 86 20		LDAA	#\$20
0398 e39e 11		CBA	
0399 e39f 26 ea		BNE	DECTEC1
0400 e3a1 4f		CLRA	
0401 e3a2 39		RTS	
0402 e3a3 7a 00 7e	DECTEC2	DEC	NUMTEC
0403 e3a6 54		LSRB	
0404 e3a7 26 fa		BNE	DECTEC2
0405 e3a9 78 00 7e		ASL	NUMTEC
0406 e3ac 78 00 7e		ASL	NUMTEC
0407 e3af 78 00 7e		ASL	NUMTEC
0408 e3b2 78 00 7e		ASL	NUMTEC
0409 e3b5 9b 7e	DECTEC3	ADDA	NUMTEC
0410 e3b7 ce fe fc		LDX	#TECTBL
0411 e3ba a1 00	DECTEC4	CMPA	0, X
0412 e3bc 27 04		BEQ	DECTEC5
0413 e3be 08		INX	

0414	e3bf	5c		INCB	
0415	e3c0	20	f8	BRA	DECTEC4
0416	e3c2	b6	80 00	LDAA	TEC
0417	e3c5	84	1f	ANDA	#\$1F
0418	e3c7	81	1f	CMPA	#\$1F
0419	e3c9	26	f7	BNE	DECTEC5
0420	e3cb	bd	e3 d1	JSR	DEL
0421	e3ce	86	ff	LDAA	#\$FF
0422	e3d0	39		RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE TIEMPO DE 20 mS  
 \*\*\*\*\*

0423	e3d1	3c		DEL	PSHX
0424	e3d2	ce	18 6a		LDX
0425	e3d5	09		DEL1	DEX
0426	e3d6	26	fd		BNE
0427	e3d8	38			PULX
0428	e3d9	39			RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE TIEMPO DE 100 mS  
 \*\*\*\*\*

0429	e3da	37		DELS1	PSHB
0430	e3db	c6	09		LDAB
0431	e3dd	20	03		BRA

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE 150 mS  
 \*\*\*\*\*

0432	e3df	37		DEL150	PSHB
0433	e3e0	c6	05		LDAB
0434	e3e2	bd	e3 d1	HUMO	JSR
0435	e3e5	5a			DECB
0436	e3e6	26	fa		BNE
0437	e3e8	33			PULB
0438	e3e9	39			RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE 1 S  
 \*\*\*\*\*

0439	e3ea	37		DEL1S	PSHB
0440	e3eb	c6	32		LDAB
0441	e3ed	20	f3		BRA

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE LOAD MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0442	e500				ORG \$E500
0443	e500	96	6c	ECARGA	LDAA PRIOR
0444	e502	26	1d		BNE ERR1
0445	e504	97	6d		STAA LOCPAN
0446	e506	c6	10		LDAB #\$10
0447	e508	d7	6e		STAB COMAN
0448	e50a	18	ce f9 6a		LDY #LCARGA
0449	e50e	bd	e9 22		JSR LETRA
0450	e511	86	01		LDAA #\$01
0451	e513	97	6c		STAA PRIOR
0452	e515	86	ff		LDAA #\$FF
0453	e517	97	72		STAA BANIN
0454	e519	97	73		STAA BANFLG
0455	e51b	97	74		STAA BANCON
0456	e51d	97	75		STAA BANTIM
0457	e51f	20	03		BRA FN1
0458	e521	bd	e9 3d	ERR1	JSR ERROR
0459	e524	39		FN1	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE AND MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0460	e525	18	ce f9 6e	EY	LDY #LY
0461	e529	c6	20		LDAB #\$20
0462	e52b	bd	e8 7b		JSR VICKY1
0463	e52e	39			RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE OR MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0464	e52f	18	ce f9 74	EO	LDY #LO
0465	e533	c6	30		LDAB #\$30
0466	e535	bd	e8 7b		JSR VICKY1
0467	e538	39			RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE SET MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0468	e539	96	6c	EPON	LDA	PRIOR
0469	e53b	26	1f		BNE	ERRO
0470	e53d	97	6d		STAA	LOCPAN
0471	e53f	c6	40		LDAB	#\$40
0472	e541	d7	6e		STAB	COMAN
0473	e543	18	ce f9 78		LDY	#LPON
0474	e547	bd	e9 22		JSR	LETRA
0475	e54a	86	01		LDA	#\$01
0476	e54c	97	6c		STAA	PRIOR
0477	e54e	86	ff		LDA	#\$FF
0478	e550	97	71		STAA	BANNO
0479	e552	97	73		STAA	BANFLG
0480	e554	97	74		STAA	BANCON
0481	e556	97	75		STAA	BANTIM
0482	e558	97	76		STAA	BANOUT
0483	e55a	20	03		BRA	FNO
0484	e55c	bd	e9 3d	ERRO	JSR	ERROR
0485	e55f	39		FNO	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE EQUAL MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0486	e560	96	6c	EIGUAL	LDA	PRIOR
0487	e562	26	17		BNE	ERR22
0488	e564	97	6d		STAA	LOCPAN
0489	e566	c6	42		LDAB	#\$42
0490	e568	d7	6e		STAB	COMAN
0491	e56a	18	ce f9 ca		LDY	#LIGUAL
0492	e56e	bd	e9 22		JSR	LETRA
0493	e571	86	01		LDA	#\$01
0494	e573	97	6c		STAA	PRIOR
0495	e575	86	ff		LDA	#\$FF
0496	e577	97	76		STAA	BANOUT
0497	e579	20	03		BRA	FN22
0498	e57b	bd	e9 3d	ERR22	JSR	ERROR
0499	e57e	39		FN22	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE RST MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0500	e57f	96	6c	ELIMP	LDAA	PRIOR
0501	e581	26	1b		BNE	ERR11
0502	e58j	97	6d		STAA	LOCPAN
0503	e585	c6	50		LDAB	#\$50
0504	e587	d7	6e		STAB	COMAN
0505	e589	18	ce f9 7e		LDY	#LLIMP
0506	e58d	bd	e9 22		JSR	LETRA
0507	e590	86	01		LDAA	#\$01
0508	e592	97	6c		STAA	PRIOR
0509	e594	86	ff		LDAA	#\$FF
0510	e596	97	71		STAA	BANNO
0511	e598	97	73		STAA	BANFLG
0512	e59a	97	76		STAA	BANOUT
0513	e59c	20	03		BRA	FN11
0514	e59e	bd	e9 3d	ERR11	JSR	ERROR
0515	e5a1	39		FN11	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE PRE MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0516	e5a2	96	6c	EPRE	LDAA	PRIOR
0517	e5a4	26	1b		BNE	ERR5
0518	e5a6	97	6d		STAA	LOCPAN
0519	e5a8	c6	60		LDAB	#\$60
0520	e5aa	d7	6a		STAB	COMAN
0521	e5ac	18	ce f9 84		LDY	#LPRE
0522	e5b0	bd	e9 22		JSR	LETRA
0523	e5b3	86	01		LDAA	#\$01
0524	e5b5	97	6c		STAA	PRIOR
0525	e5b7	86	ff		LDAA	#\$FF
0526	e5b9	97	71		STAA	BANNO
0527	e5bb	97	74		STAA	BANCON
0528	e5bd	97	75		STAA	BANTIM
0529	e5bf	20	03		BRA	FN5
0530	e5c1	bd	e9 3d	ERR5	JSR	ERROR
0531	e5c4	39		FN5	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DEC MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0532	e5c5	c6	70	EDEC	LDAB	#\$70
0533	e5c7	18	ce f9 8a		LDY	#LEC
0534	e5cb	bd	e8 9b		JSR	VICKY2
0535	e5ce	39			RTS	

\*\*\*\*\*

RUTINA LABEL MODO EDIT

\*\*\*\*\*

0536	e5cf	96	6c	ELABEL	LDA	PRIOR
0537	e5d1	26	17		BNE	ERR6
0538	e5d3	97	6d		STAA	LOCPAN
0539	e5d5	c6	7a		LDAB	#\$7A
0540	e5d7	d7	6e		STAB	COMAN
0541	e5d9	18	ce f9 4c		LDY	#\$LLAB
0542	e5dd	bd	e9 22		JSR	LETRA
0543	e5e0	86	02		LDA	#\$02
0544	e5e2	97	6c		STAA	PRIOR
0545	e5e4	86	ff		LDA	#\$FF
0546	e5e6	97	70		STAA	BANNUM
0547	e5e8	20	03		BRA	FN6
0548	e5ea	bd	e9 3d	ERR6	JSR	ERROR
0549	e5ed	39		FN6	RTS	

\*\*\*\*\*

RUTINA JMP MODO EDIT

\*\*\*\*\*

0550	e5ee	96	6c	ESALTA	LDA	PRIOR
0551	e5f0	26	17		BNE	ERR9
0552	e5f2	97	6d		STAA	LOCPAN
0553	e5f4	c6	7b		LDAB	#\$7B
0554	e5f6	d7	6e		STAB	COMAN
0555	e5f8	18	ce f9 54		LDY	#\$LJUM
0556	e5fc	bd	e9 22		JSR	LETRA
0557	e5ff	86	ff		LDA	#\$FF
0558	e601	97	70		STAA	BANNUM
0559	e603	86	02		LDA	#\$02
0560	e605	97	6c		STAA	PRIOR
0561	e607	20	03		BRA	FN9
0562	e609	bd	e9 3d	ERR9	JSR	ERROR
0563	e60c	39		FN9	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA END MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0564 e60d 96 6c	EFIN	LDAA PRIOR
0565 e60f 26 19		BNE ERR12
0566 e611 97 6d		STAA LOCFAN
0567 e613 c6 7c		LDAB #S7C
0568 e615 18 ce f9 5a		LDY #LFIN
0569 e619 d7 6e		STAB COMAN
0570 e61b bd e9 22		JSR LETRA
0571 e61e 4f		CLRA
0572 e61f 97 70		STAA BANNUM
0573 e621 43		COMA
0574 e622 97 6b		STAA DAT
0575 e624 86 02		LDAA #02
0576 e626 97 6c		STAA PRIOR
0577 e628 20 03		BRA FN12
0578 e62a bd e9 3d	ERR12	JSR ERROR
0579 e62d 39	FN12	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA OR RUNGS MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0580 e62e c6 7d	EO2	LDAB #S7D
0581 e630 18 ce f9 60		LDY #LO2
0582 e634 bd e8 b6		JSR VICKY4
0583 e637 39		RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA LD TRUE MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0584 e638 c6 19	ETRUE	LDAB #S19
0585 e63a 18 ce f9 b0		LDY #LVERDAD
0586 e63e bd e8 b6		JSR VICKY4
0587 e641 39		RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA INC MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0588 e642 c6 72	EAUMEN	LDAB #S72
0589 e644 18 ce f9 ba		LDY #LAUMEN
0590 e648 bd e8 9b		JSR VICKY2
0591 e64b 39		RTS



\*\*\*\*\*  
 RUTINA FLAG MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0628 e69a 96 73	EBAN	LDA	BANFLG
0629 e69c 27 0b		BEQ	ERR15
0630 e69e c6 02		LDAB	#\$02
0631 e6a0 18 ce f9 98		LDY	#\$BAN
0632 e6a4 bd e8 d1		JSR	VICKY5
0633 e6a7 20 03		BRA	FN15
0634 e6a9 bd e9 3d	ERR15	JSR	ERROR
0635 e6ac 39	FN15	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA COUNTER MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0636 e6ad 96 74	ECON	LDA	BANCON
0637 e6af 27 0b		BEQ	ERR16
0638 e6b1 c6 04		LDAB	#\$04
0639 e6b3 18 ce f9 9e		LDY	#\$LCON
0640 e6b7 bd e8 d1		JSR	VICKY5
0641 e6ba 20 03		BRA	FN16
0642 e6bc bd e9 3d	ERR16	JSR	ERROR
0643 e6bf 39	FN16	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA TIMER MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0644 e6c0 96 75	ETIME	LDA	BANTIM
0645 e6c2 27 0b		BEQ	ERR17
0646 e6c4 c6 06		LDAB	#\$06
0647 e6c6 18 ce f9 a4		LDY	#\$LTIME
0648 e6ca bd e8 d1		JSR	VICKY5
0649 e6cd 20 03		BRA	FN17
0650 e6cf bd e9 3d	ERR17	JSR	ERROR
0651 e6d2 39	FN17	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA OUT MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0652 e6d3 96 76	EOUT	LDA	BANOUT
0653 e6d5 27 0b		BEQ	ERR18
0654 e6d7 c6 08		LDAB	#\$08
0655 e6d9 18 ce f9 aa		LDY	#\$LOUT
0656 e6dd bd e8 d1		JSR	VICKY5
0657 e6e0 20 03		BRA	FN18
0658 e6e2 bd e9 3d	ERR18	JSR	ERROR
0659 e6e5 39	FN18	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA PONER LOS NUMEROS DE IN, OUT, FLG, CNT, TIM,  
 LABEL  
 \*\*\*\*\*

0660 e6e6 96 70	NUMERO	LDAA	BANNUM
0661 e6e8 27 24		BEQ	ERR10
0662 e6ea 96 6c		LDAA	PRIOR
0663 e6ec 81 02		CMPA	#\$02
0664 e6ee 26 1e		BNE	ERR10
0665 e6f0 96 6b		LDAA	DAT
0666 e6f2 48		ASLA	
0667 e6f3 48		ASLA	
0668 e6f4 48		ASLA	
0669 e6f5 48		ASLA	
0670 e6f6 9a 7f		ORAA	BUFTEC
0671 e6f8 97 6b		STAA	DAT
0672 e6fa 96 6d		LDAA	LOCPAN
0673 e6fc 4c		INCA	
0674 e6fd 8a c0		ORAA	#\$C0
0675 e6ff bd e8 ad		JSR	DATDIS
0676 e702 86 c2		LDAA	#\$C2
0677 e704 9b 6d		ADDA	LOCPAN
0678 e706 b7 c0 00		STAA	DISCON
0679 e709 bd e9 16		JSR	DISOCU
0680 e70c 20 03		BRA	FN10
0681 e70e bd e9 3d	ERR10	JSR	ERROR
0682 e711 39	FN10	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE ENTER MODO EDIT  
 \*\*\*\*\*

0683 e712 bd e8 5a	ENTER	JSR	LIMPIA
0684 e715 86 80		LDAA	#\$80
0685 e717 97 6f		STAA	RENGLON
0686 e719 bd e8 0d		JSR	LINEA
0687 e71c 96 6e		LDAA	COMAN
0688 e71e a7 00		STAA	\$\$\$0,X
0689 e720 bd e8 4d		JSR	RMS10
0690 e723 08		INX	
0691 e724 96 6b		LDAA	DAT
0692 e726 a7 00		STAA	\$\$\$0,X
0693 e728 bd e8 4d		JSR	RMS10
0694 e72b 08		INX	
0695 e72c bd e8 33		JSR	ECEROS
0696 e72f 86 c0		LDAA	#\$C0
0697 e731 bd e8 74		JSR	PANT
0698 e734 39		RTS	
0699			

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE FLECHA HACIA ABAJO  
 \*\*\*\*\*

0700	e735	bd	e8	5a	EDOWN	JSR LIMPIA
0701	e738	86	80			LDAA #S80
0702	e73a	97	6f			STAA RENGLO
0703	e73c	a6	00			LDAA \$00,X
0704	e73e	97	6e			STAA COMAN
0705	e740	08				INX
0706	e741	a6	00			LDAA \$00,X
0707	e743	97	6b			STAA DAT
0708	e745	bd	e8	0d		JSR LINEA
0709	e748	08				INX
0710	e749	86	c0			LDAA #S00
0711	e74b	97	6f			STAA RENGLO
0712	e74d	bd	e8	74		JSR PANT
0713	e750	a6	00			LDAA \$00,X
0714	e752	97	6e			STAA COMAN
0715	e754	08				INX
0716	e755	a6	00			LDAA \$00,X
0717	e757	97	6b			STAA DAT
0718	e759	09				DEX
0719	e75a	bd	e8	0d		JSR LINEA
0720	e75d	39				RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE FLECHA HACIA ARRIBA  
 \*\*\*\*\*

0721	e75e	09			EUP	DEX
0722	e75f	09				DEX
0723	e760	9c	fe			CPX PROGRAM
0724	e762	23	07			BLS EUP1
0725	e764	09				DEX
0726	e765	09				DEX
0727	e766	bd	e7	35		JSR EDOWN
0728	e769	20	19			BRA EUP2
0729	e76b	bd	e7	ee	EUP1	JSR LETPROG
0730	e76e	86	c0			LDAA #S00
0731	e770	97	6f			STAA RENGLO
0732	e772	bd	e8	74		JSR PANT
0733	e775	de	fe			LDX PROGRAM
0734	e777	a6	00			LDAA \$00,X
0735	e779	97	6e			STAA COMAN
0736	e77b	08				INX
0737	e77c	a6	00			LDAA \$00,X
0738	e77e	97	6b			STAA DAT
0739	e780	09				DEX
0740	e781	bd	e8	0d		JSR LINEA
0741	e784	39			EUP2	RTS
0742						

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE INSERTAR RENGLON  
 \*\*\*\*\*

0743	e785	df	78	INSERT	STX	LOCINS
0744	e787	a6	00	INSERT2	LDA	\$00,X
0745	e789	81	7c		CMPA	#\$7C
0746	e78b	27	04		BEQ	INSERT3
0747	e78d	08			INX	
0748	e78e	08			INX	
0749	e78f	20	f6		BRA	INSERT2
0750	e791	df	7a	INSERT3	STX	LOCINS2
0751	e793	18	de 7a		LDY	LOCINS2
0752	e796	18	08		INY	
0753	e798	18	08		INY	
0754	e79a	18	08		INY	
0755	e79c	08			INX	
0756	e79d	a6	00	INSERT4	LDA	\$00,X
0757	e79f	18	a7 00		STAA	\$00,Y
0758	e7a2	bd	e8 4d		JSR	RMS10
0759	e7a5	9c	78		CPX	LOCINS
0760	e7a7	27	05		BEQ	INSERT5
0761	e7a9	09			DEX	
0762	e7aa	18	09		DEY	
0763	e7ac	20	ef		BRA	INSERT4
0764	e7ae	bd	e9 5e	INSERT5	JSR	CLEAR
0765	e7b1	39			RTS	
0766						

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE BORRAR RENGLON  
 \*\*\*\*\*

0767 e7b2 df 7a	DELETE	STX LOCINS2
0768 e7b4 18 de 7a		LDY LOCINS2
0769 e7b7 08		INX
0770 e7b8 08		INX
0771 e7b9 a6 00		LDAA \$00,X
0772 e7bb 18 a7 00	DELETE2	STAA \$00,Y
0773 e7be bd e8 4d		JSR RMS10
0774 e7c1 08		INX
0775 e7c2 18 08		INX
0776 e7c4 a6 00		LDAA \$00,X
0777 e7c6 18 a7 00		STAA \$00,Y
0778 e7c9 bd e8 4d		JSR RMS10
0779 e7cc 08		INX
0780 e7cd 18 08		INX
0781 e7cf a6 00		LDAA \$00,X
0782 e7d1 81 7c		CMPA #\$7C
0783 e7d3 26 e6		BNE DELETE2
0784 e7d5 18 a7 00	DELETE3	STAA \$00,Y
0785 e7d8 bd e8 4d		JSR RMS10
0786 e7db 08		INX
0787 e7dc 18 08		INX
0788 e7de a6 00		LDAA \$00,X
0789 e7e0 18 a7 00		STAA \$00,Y
0790 e7e3 bd e8 4d		JSR RMS10
0791 e7e6 de 7a		LDX LOCINS2
0792 e7e8 08		INX
0793 e7e9 08		INX
0794 e7ea bd e7 5e		JSR EUP
0795 e7ed 39		RTS
0796		

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE ESCRIBE EL NUMERO DE PROGRAMA  
 \*\*\*\*\*

0797 e7ee 18 3c	LETPROG	PSHY
0798 e7f0 36		PSHA
0799 e7f1 bd e8 5a		JSR LIMPIA
0800 e7f4 18 ce fa 04		LDY #LPROGRAM
0801 e7f8 bd e9 22		JSR LETRA
0802 e7fb 96 fd		LDAA LOCPROG
0803 e7fd 97 6b		STAA DAT
0804 e7ff 86 8b		LDAA #\$8B
0805 e801 bd e8 ed		JSR DATDIS
0806 e804 86 c0		LDAA #\$C0
0807 e806 bd e8 74		JSR PANT
0808 e809 32		PULA
0809 e80a 18 38		PULY
0810 e80c 39		RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA ESCRIBIR UNA LINEA  
 \*\*\*\*\*

0812 e80d 37	LINEA	PSHB
0813 e80e 18 3c		PSHY
0814 e810 d6 6e		LDAB COMAN
0815 e812 58		LSLB
0816 e813 18 ce fe 00		LDY #TABLA2
0817 e817 18 3a		ABY
0818 e819 18 ec 00		LDD \$00,Y
0819 e81c dd 02		STD \$02
0820 e81e 18 de 02		LDY \$02
0821 e821 4f		CLRA
0822 e822 97 6d		STAA LOCPAN
0823 e824 bd e9 22		JSR LETRA
0824 e827 96 6d		LDAA LOCPAN
0825 e829 4c		INCA
0826 e82a 9a 6f		ORAA RENGLON
0827 e82c bd e8 ed		JSR DATDIS
0828 e82f 18 38		PULY
0829 e831 33		PULB
0830 e832 39		RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE LIMPIA BANDERAS AUXILIARES  
 \*\*\*\*\*

0831 e833 36	ECEROS	PSHA
0832 e834 4f		CLRA
0833 e835 97 6e		STAA COMAN
0834 e837 97 6b		STAA DAT
0835 e839 97 6c		STAA PRIOR
0836 e83b 97 71		STAA BANNO
0837 e83d 97 6d		STAA LOCPAN
0838 e83f 97 70		STAA BANNUM
0839 e841 97 72		STAA BANIN
0840 e843 97 73		STAA BANFLG
0841 e845 97 74		STAA BANCON
0842 e847 97 75		STAA BANTIM
0843 e849 97 76		STAA BANOUT
0844 e84b 32		PULA
0845 e84c 39		RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE TIEMPO DE 10 mS  
 \*\*\*\*\*

0846 e84d 18 3c	RMS10	PSHY
0847 e84f 18 ce 0b 22		LDY #2850
0848 e853 18 09	DLP1	DEY
0849 e855 26 fc		BNE DLP1
0850 e857 18 38		PULY
0851 e859 39		RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE LIMPIA E INICIALIZA DISPLAY  
 \*\*\*\*\*

0852 e85a 86 01	LIMPIA LDAA # \$01
0853 e85c bd e8 74	JSR PANT
0854 e85f 86 02	LDAA # \$02
0855 e861 bd e8 74	JSR PANT
0856 e864 86 38	LDAA # \$38
0857 e866 bd e8 74	JSR PANT
0858 e869 86 0d	LDAA # \$0D
0859 e86b bd e8 74	JSR PANT
0860 e86e 86 06	LDAA # \$06
0861 e870 bd e8 74	JSR PANT
0862 e873 39	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA ESCRIBIR COMANDOS EN EL DISPLAY  
 \*\*\*\*\*

0863 e874 b7 a0 00	PANT STAA DISCON
0864 e877 bd e9 16	JSR DISOCU
0865 e87a 39	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA AUXILIAR PARA AND, OR  
 \*\*\*\*\*

0866 e87b 96 6c	VICKY1 LDAA PRIOR
0867 e87d 26 18	BNE ERR3
0868 e87f 4f	CLRA
0869 e880 97 6d	STAA LOCPAN
0870 e882 d7 6d	STAB LOCPAN
0871 e884 bd e9 22	JSR LETRA
0872 e887 86 01	LDAA # \$01
0873 e889 97 6c	STAA PRIOR
0874 e88b 86 ff	LDAA # \$FF
0875 e88d 97 72	STAA BANIN
0876 e88f 97 73	STAA BANFLG
0877 e891 97 74	STAA BANCON
0878 e893 97 75	STAA BANTIM
0879 e895 20 03	BRA FN3
0880 e897 bd e9 3d	ERR3 JSR ERROR
0881 e89a 39	FN3 RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA AUXILIAR PARA INCREMENTAR Y DECREMENTAR  
 \*\*\*\*\*

0882	e89b	96	6c	VICKY2	LDAA	PRIOR
0883	e89d	26	13		BNE	ERR4
0884	e89f	97	6d		STAA	LOCPAN
0885	e8a1	d7	6d		STAB	LOCPAN
0886	e8a3	bd	e9 22		JSR	LETRA
0887	e8a6	86	01		LDAA	#\$01
0888	e8a8	97	6c		STAA	PRIOR
0889	e8aa	86	ff		LDAA	#\$FF
0890	e8ac	97	71		STAA	BANNO
0891	e8ae	97	74		STAA	BANCON
0892	e8b0	20	03		BRA	FN4
0893	e8b2	bd	e9 3d	ERR4	JSR	ERROR
0894	e8b5	39		FN4	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA AUXILIAR PARA JMP, OR RUNGS, LD TRUE  
 \*\*\*\*\*

0895	e8b6	96	6c	VICKY4	LDAA	PRIOR
0896	e8b8	26	13		BNE	ERR7
0897	e8ba	97	6d		STAA	LOCPAN
0898	e8bc	d7	6d		STAB	LOCPAN
0899	e8be	bd	e9 22		JSR	LETRA
0900	e8c1	4f			CLRA	
0901	e8c2	97	70		STAA	BANNUM
0902	e8c4	43			COMA	
0903	e8c5	97	6b		STAA	DAT
0904	e8c7	86	02		LDAA	#\$02
0905	e8c9	97	6c		STAA	PRIOR
0906	e8cb	20	03		BRA	FN7
0907	e8cd	bd	e9 3d	ERR7	JSR	ERROR
0908	e8d0	39		FN7	RTS	
0909	e8d1	96	6c	VICKY5	LDAA	PRIOR
0910	e8d3	81	01		CMPA	#\$01
0911	e8d5	26	12		BNE	ERR8
0912	e8d7	17			TBA	
0913	e8d8	9b	6e		ADDA	COMAN
0914	e8da	97	6d		STAA	LOCPAN
0915	e8dc	bd	e9 22		JSR	LETRA
0916	e8df	86	ff		LDAA	#\$FF
0917	e8e1	97	70		STAA	BANNUM
0918	e8e3	86	02		LDAA	#\$02
0919	e8e5	97	6c		STAA	PRIOR
0920	e8e7	20	03		BRA	FN8
0921	e8e9	bd	e9 3d	ERR8	JSR	ERROR
0922	e8ec	39		FN8	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE ESCRIBE NUMERO EN DISPLAY  
 \*\*\*\*\*

0923 e8ed b7 a0 00	DATDIS STAA DISCON
0924 e8f0 bd e9 16	JSR DISOCU
0925 e8f3 96 6b	DATDIS1 LDAA DAT
0926 e8f5 81 ff	CMPA #FFF
0927 e8f7 27 0e	BEQ DATDIS2
0928 e8f9 44	LSRA
0929 e8fa 44	LSRA
0930 e8fb 44	LSRA
0931 e8fc 44	LSRA
0932 e8fd bd e9 08	JSR DIGDIS
0933 e900 96 6b	LDAA DAT
0934 e902 84 0f	ANDA #50F
0935 e904 bd e9 08	JSR DIGDIS
0936 e907 39	DATDIS2 RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE ESCRIBE DIGITO EN DISPLAY  
 \*\*\*\*\*

0937 e908 36	DIGDIS PSHA
0938 e909 bd e9 16	JSR DISOCU
0939 e90c 8b 30	ADDA #530
0940 e90e b7 a0 01	STAA DIS
0941 e911 bd e9 16	JSR DISOCU
0942 e914 32	PULA
0943 e915 39	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE LEE SI SE PUEDEN MANDAR DATOS O COMANDOS AL  
 DISPLAY  
 \*\*\*\*\*

0944 e916 36	DISOCU PSHA
0945 e917 b6 a0 00	DISOC LDAA DISCON
0946 e91a 84 80	ANDA #580
0947 e91c 81 80	CMPA #580
0948 e91e 27 f7	BEQ DISOC
0949 e920 32	PULA
0950 e921 39	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE ESCRIBE PALABRAS AL DISPLAY  
 \*\*\*\*\*

0951	e922	36	LETRA	PSHA
0952	e923	18 3c		PSHY
0953	e925	18 a6 00	LETRA1	LDA A 0, Y
0954	e928	81 ff		CMPA # \$FF
0955	e92a	27 0d		BEQ FINDIS
0956	e92c	b7 a0 01		STAA DIS
0957	e92f	bd e9 16		JSR DISOCU
0958	e932	18 08		INY
0959	e934	7c 00 6d		INC LOCPAN
0960	e937	20 ec		BRA LETRA1
0961	e939	18 38	FINDIS	PULY
0962	e93b	32		PULA
0963	e93c	39		RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE ESCRIBE EL MENSAJE DE ERROR DE SINTAXIS  
 \*\*\*\*\*

0964	e93d	36	ERROR	PSHA
0965	e93e	37		PSHB
0966	e93f	3c		PSHF
0967	e940	18 3c		PSHY
0968	e942	bd e8 5a		JSR LIMPIA
0969	e945	18 ce f9 de		LDY #LERROR
0970	e949	bd e9 22		JSR LETRA
0971	e94c	bd e3 68	ERRO1	JSR SCNTEC
0972	e94f	96 7f		LDA A BUFTEC
0973	e951	81 0a		CMPA # \$0E
0974	e953	26 f7		BNE ERRO1
0975	e955	bd e9 5e		JSR CLEAR
0976	e958	18 38		PULY
0977	e95a	38		PULX
0978	e95b	33		PULB
0979	e95c	32		PULA
0980	e95d	39		RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE CLEAR DISPLAY  
 \*\*\*\*\*

0981 e95e 36	CLEAR	PSHA
0982 e95f 37		PSHB
0983 e960 3c		PSHX
0984 e961 18 3c		PSHY
0985 e963 bd e8 5a		JSR LIMPIA
0986 e966 9c fe		CPX PROGRAM
0987 e968 26 05		BNE CLEAR1
0988 e96a bd e7 ee		JSR LETPROG
0989 e96d 20 12		BRA CLEAR2
0990 e96f 09	CLEAR1	DEX
0991 e970 09		DEX
0992 e971 a6 00		LDAA \$00,X
0993 e973 97 6e		STAA COMAN
0994 e975 08		INX
0995 e976 a6 00		LDAA \$00,X
0996 e978 97 6b		STAA DAT
0997 e97a 86 80		LDAA #\$80
0998 e97c 97 6f		STAA RENGLON
0999 e97e bd e8 0d		JSR LINEA
1000 e981 86 c0	CLEAR2	LDAA #\$C0
1001 e983 bd e8 74		JSR PANT
1002 e986 bd e8 33		JSR ECEROS
1003 e989 18 38		PULY
1004 e98b 38		PULX
1005 e98c 33		PULB
1006 e98d 32		PULA
1007 e98e 39		RTS
1008		
1009		

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE IDENTIFICA ERRORES DE PROGRAMACION  
 \*\*\*\*\*

```

1010 ea00                                ORG $EA00
1011 ea00 4f                            PERUN  CLRA
1012 ea01 97 5a                          STAA BANVAL
1013 ea03 97 5b                          STAA BANCAR
1014 ea05 97 5c                          STAA BANPER
1015 ea07 de fe                          LDX PROGRAM
1016 ea09 18 ce f2 00                    PERUN1 LDY #PETABLA
1017 ea0d e6 00                          LDAB $00,X
1018 ea0f c1 7c                          CMPB #$7C
1019 ea11 27 19                          BEQ RUN
1020 ea13 c1 7d                          CMPB #$7D
1021 ea15 22 12                          BHI PERUN2
1022 ea17 01                              NOP
1023 ea18 01                              NOP
1024 ea1a cc 00 00                        LDD #$0000
1025 ea1d dd 00                          STD RUTINA
1026 ea1f 18 ce 00                        LDY #$0000
1027 ea22 08                              NOP
1028 ea23 08                              NOP
1029 ea24 dd 00                          STD $00
1030 ea27 20 e0                          BRA PERUN1
1031 ea29 7e ef 30                        PERUN2 JMP PROGERR
1032

```

\*\*\*\*\*  
 PROGRAMA MODO RUN  
 \*\*\*\*\*

```

1033 ea2c bd e7 ee                        RUN   JSR LETPROG
1034 ea2f 86 c5                          LDAA #$C5
1035 ea31 bd e8 74                        JSR PANT
1036 ea34 18 ce fa 28                    LDY #LRUN
1037 ea38 bd e9 22                        JSR LETRA
1038 ea3b de fe                          LDX PROGRAM
1039 ea3d 18 ce f1 00                    RUN1  LDY #TABLA10
1040 ea41 e6 00                          LDAB $00,X
1041 ea43 01                              NOP
1042 ea44 18 3a                          ABY
1043 ea46 cc 00 00                        LDD #$0000
1044 ea49 dd 00                          STD RUTINA
1045 ea4b 18 ce 00                        LDY #$0000
1046 ea4e 01                              NOP
1047 ea4f a6 00                          LDAA $00,X
1048 ea51 dd 00                          STD $00
1049 ea54 08                              INX
1050 ea55 20 e6                          BRA RUN1

```

\*\*\*\*\*  
 RUTINA LOAD IN  
 \*\*\*\*\*

1052 eb00		ORG \$EB00	
1053 eb00 bd ee 25	LOADIN	JSR VERA	
1054 eb03 bd ed 59		JSR DISCRI	LOAD IN 1055
eb06 d7 04	STAB	RESLOG	
1056 eb08 c6 ff		LDAB #\$FF	
1057 eb0a d7 58		STAB BANOR2	
1058 eb0c 39		RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA LOAD NOT IN  
 \*\*\*\*\*

1059 eb0d bd ee 25	LOADNI	JSR VERA	
1060 eb10 bd ed 59		JSR DISCRI ;	LOAD NOT IN
1061 eb13 53		COMB	
1062 eb14 d7 04		STAB RESLOG	
1063 eb16 c6 ff		LDAB #\$FF	
1064 eb18 d7 58		STAB BANOR2	
1065 eb1a 39		RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA AND IN  
 \*\*\*\*\*

1066 eb1b bd ed 59	RANDIN	JSR DISCRI ;	AND IN
1067 eb1e d4 04		ANDB RESLOG	
1068 eb20 d7 04		STAB RESLOG	
1069 eb22 39		RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA AND NOT IN  
 \*\*\*\*\*

1070 eb23 bd ed 59	RANDNI	JSR DISCRI ;	AND NOT IN
1071 eb26 53		COMB	
1072 eb27 d4 04		ANDB RESLOG	
1073 eb29 d7 04		STAB RESLOG	
1074 eb2b 39		RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA OR IN  
 \*\*\*\*\*

1075	eb2c	bd	ed	59	RORIN	JSR DISCRI ; OR IN
1076	eb2f	da	04			ORAB RESLOG
1077	eb31	d7	04			STAB RESLOG
1078	eb33	39				RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA OR NOT IN  
 \*\*\*\*\*

1079	eb34	bd	ed	59	RORNI	JSR DISCRI ; OR NOT IN
1080	eb37	53				COMB
1081	eb38	da	04			ORAB RESLOG
1082	eb3a	d7	04			STAB RESLOG
1083	eb3c	39				RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA LD FLG  
 \*\*\*\*\*

1084	eb3d	bd	ee	25	LOADFLG	JSR VERA ; LOAD FLG
1085	eb40	bd	ed	dd		JSR BANDERA
1086	eb43	d7	04			STAB RESLOG
1087	eb45	c6	ff			LDAB #\$FF
1088	eb47	d7	58			STAB BANOR2
1089	eb49	39				RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA LD NOT FLG  
 \*\*\*\*\*

1090	eb4a	bd	ee	25	LOADNFLG	JSR VERA ; LOAD NOT FLG
1091	eb4d	bd	ed	dd		JSR BANDERA
1092	eb50	53				COMB
1093	eb51	d7	04			STAB RESLOG
1094	eb53	c6	ff			LDAB #\$FF
1095	eb55	d7	58			STAB BANOR2
1096	eb57	39				RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA AND FLG  
 \*\*\*\*\*

1097	eb58	bd	ed	dd	FLGAND	JSR BANDERA ; AND FLAG
1098	eb5b	d4	04			ANDB RESLOG
1099	eb5d	d7	04			STAB RESLOG
1100	eb5f	39				RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA AND NOT FLG  
 \*\*\*\*\*

1101	eb60	bd	ed	dd	NFLGAND	JSR BANDERA ; AND NOT FLAG
1102	eb63	53				COMB
1103	eb64	d4	04			ANDB RESLOG
1104	eb66	d7	04			STAB RESLOG
1105	eb68	39				RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA OR FLG  
 \*\*\*\*\*

1106	eb69	bd	ed	dd	FLGOR	JSR BANDERA ; OR FLAG 1107
	eb6c	da	04			ORAB RESLOG
1108	eb6e	d7	04			STAB RESLOG
1109	eb70	39				RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA OR NOT FLG  
 \*\*\*\*\*

1110	eb71	bd	ed	dd	NFLGOR	JSR BANDERA ; OR NOT FLAG
1111	eb74	53				COMB
1112	eb75	da	04			ORAB RESLOG
1113	eb77	d7	04			STAB RESLOG
1114	eb79	39				RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA LD CNT  
 \*\*\*\*\*

1115	eb7a	bd	ee	25	LOADCON	JSR VERA
1116	eb7d	bd	ee	00		JSR CONTADOR
1117	eb80	d7	04			STAB RESLOG
1118	eb82	c6	ff			LDAB #\$FF
1119	eb84	d7	58			STAB BANOR2
1120	eb86	39				RTS

```

*****
RUTINA LD NOT CNT
*****
1121 eb87 bd ee 25          LOADNCON JSR VERA
1122 eb8a bd ee 00          JSR CONTADOR
1123 eb8d 53                COMB
1124 eb8e d7 04            STAB RESLOG
1125 eb90 c6 ff            LDAB #$FF
1126 eb92 d7 58            STAB BANOR2
1127 eb94 39                RTS

```

```

*****
RUTINA AND CNT
*****
1128 eb95 bd ee 00          CNTAND JSR CONTADOR
1129 eb98 d4 04            ANDB RESLOG
1130 eb9a d7 04            STAB RESLOG
1131 eb9c 39                RTS

```

```

*****
RUTINA AND NOT CNT
*****
1132 eb9d bd ee 00          NCNTAND JSR CONTADOR
1133 eba0 53                COMB
1134 eba1 d4 04            ANDB RESLOG
1135 eba3 d7 04            STAB RESLOG
1136 eba5 39                RTS

```

```

*****
RUTINA LD TIM
*****
1137 eba6 bd ee 25          LOADTIM JSR VERA
1138 eba9 bd ed 47          JSR TIMER
1139 ebac d7 04            STAB RESLOG
1140 ebae c6 ff            LDAB #$FF
1141 ebb0 d7 58            STAB BANOR2
1142 ebb2 39                RTS

```

\*\*\*\*\*  
 RUTINA LD NOT TIM  
 \*\*\*\*\*

1143	ebb3	bd	ee	25	LOADNTIM	JSR	VERA
1144	ebb6	bd	ed	47		JSR	TIMER
1145	ebb9	53				COMB	
1146	ebba	d7	04			STAB	RESLOG
1147	ebbc	c6	ff			LDAB	#\$FF
1148	ebbe	d7	58			STAB	BANOR2
1149	ebc0	39				RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA AND TIMER  
 \*\*\*\*\*

1150	ebc1	bd	ed	47	TIMAND	JSR	TIMER
1151	ebc4	d4	04			ANDB	RESLOG
1152	ebc6	d7	04			STAB	RESLOG
1153	ebc8	39				RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA AND NOT TIM  
 \*\*\*\*\*

1154	ebc9	bd	ed	47	NTIMAND	JSR	TIMER
1155	ebcc	53				COMB	
1156	ebcd	d4	04			ANDB	RESLOG
1157	ebcf	d7	04			STAB	RESLOG
1158	ebd1	39				RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA OR CNT  
 \*\*\*\*\*

1159	ebd2	bd	ee	00	CNTOR	JSR	CONTADOR
1160	ebd5	da	04			ORAB	RESLOG
1161	ebd7	d7	04			STAB	RESLOG
1162	ebd9	39				RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA OR NOT CNT  
 \*\*\*\*\*

1163	ebda	bd	ee	00	NCNTOR	JSR	CONTADOR
1164	ebdd	53				COMB	
1165	ebde	da	04			ORAB	RESLOG
1166	ebe0	d7	04			STAB	RESLOG
1167	ebe2	39				RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA OR TIMER  
 \*\*\*\*\*

1168	ebe3	bd	ed	47	TIMOR	JSR TIMER	; OR TIMER
1169	ebe6	da	04			ORAB RESLOG	
1170	ebe8	d7	04			STAB RESLOG	
1171	ebea	39				RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA OR NOT TIM  
 \*\*\*\*\*

1172	ebeb	bd	ed	47	NTIMOR	JSR TIMER	; OR NO TIMER
1173	ebef	53				COMB	
1174	ebef	da	04			ORAB RESLOG	
1175	ebf1	d7	04			STAB RESLOG	
1176	ebf3	39				RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA SET OUT  
 \*\*\*\*\*

1177	ebf4	d6	04		SETOUT	LDAB RESLOG	; SET OUT
1178	ebf6	c1	ff			CMPB #FFF	
1179	ebf8	27	02			BEQ ESCRIBE	
1180	ebfa	20	03			BRA SALTE	
1181	ebfc	bd	ed	85	ESCRIBE	JSR SAL1	
1182	ebff	5f			SALTE	CLRB	
1183	ec00	d7	58			STAB BANOR2	
1184	ec02	39				RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA EQUAL OUT  
 \*\*\*\*\*

1185	ec03	d6	04		EQUAL	LDAB RESLOG	
1186	ec05	26	0c			BNE EQUAL1	
1187	ec07	c6	ff			LDAB #FFF	
1188	ec09	d7	04			STAB RESLOG	
1189	ec0b	bd	ec	17		JSR RSTOUT	
1190	ec0e	5f				CLRB	
1191	ec0f	d7	04			STAB RESLOG	
1192	ec11	20	03			BRA EQUAL2	
1193	ec13	bd	eb	f4	EQUAL1	JSR SETOUT	
1194	ec16	39			EQUAL2	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA RESET OUT  
 \*\*\*\*\*

1195	ec17	d6	04	RSTOUT	LDAB	RESLOG
1196	ec19	c1	ff		CMPB	#\$FF
1197	ec1b	27	02		BEQ	BORRA
1198	ec1d	20	03		BRA	SALTE1
1199	ec1f	bd	ed a7	BORRA	JSR	SAL2
1200	ec22	5f		SALTE1	CLRB	
1201	ec23	d7	58		STAB	BANOR2
1202	ec25	39			RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA SET FLG  
 \*\*\*\*\*

1203	ec26	d6	04	SETFLG	LDAB	RESLOG
1204	ec28	27	14		BEQ	FINN
1205	ec2a	bd	ed cc		JSR	SELBAN
1206	ec2d	37			PSHB	
1207	ec2e	18	3c		PSHY	
1208	ec30	bd	ed 77		JSR	MASCARA
1209	ec33	18	38		PULY	
1210	ec35	32			PULA	
1211	ec36	9a	05		ORAA	LOCMASC
1212	ec38	18	a7 00		STAA	\$00, Y
1213	ec3b	5f			CLRB	
1214	ec3c	d7	58		STAB	BANOR2
1215	ec3e	39		FINN	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA RESET FLAG  
 \*\*\*\*\*

1216	ec3f	d6	04	RSTFLG	LDAB	RESLOG
1217	ec41	27	17		BEQ	FINA
1218	ec43	bd	ed cc		JSR	SELBAN
1219	ec46	37			PSHB	
1220	ec47	18	3c		PSHY	
1221	ec49	bd	ed 77		JSR	MASCARA
1222	ec4c	53			COMB	
1223	ec4d	d7	05		STAB	LOCMASC
1224	ec4f	18	38		PULY	
1225	ec51	32			PULA	
1226	ec52	9a	05		ANDA	LOCMASC
1227	ec54	18	a7 00		STAA	\$00, Y
1228	ec57	5f			CLRB	
1229	ec58	d7	58		STAB	BANOR2
1230	ec5a	39		FINA	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA SET CNT  
 \*\*\*\*\*

1231	ec5b	d6	04	SETCNT	LDAB RESLOG
1232	ec5d	27	1b		BEQ FINB
1233	ec5f	bd	ee 0e		JSR TRANSCON ; SET
COUNTER	1234	ec62	18 ce 00 28		LDY #BLOCON1 1235
ec66	18	3a		ABY	
1236	ec68	18	a6 00		LDAA \$00,Y
1237	ec6b	bd	ef 23		JSR DAHEX
1238	ec6e	18	ce 00 18		LDY #BLOCON2
1239	ec72	18	3a		ABY
1240	ec74	18	a7 00		STAA \$00,Y
1241	ec77	5f			CLRB
1242	ec78	d7	58		STAB BANOR2
1243	ec7a	39		FINB	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PRE CNT  
 \*\*\*\*\*

1244	ec7b	bd	ee 0e	PRECNT	JSR TRANSCON
1245	ec7e	18	ce 00 28		LDY #BLOCON1
1246	ec82	18	3a		ABY
1247	ec84	08			INX
1248	ec85	08			INX
1249	ec86	a6	00		LDAA \$00,X
1250	ec88	18	a7 00		STAA \$00,Y
1251	ec8b	39			RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DEC CNT  
 \*\*\*\*\*

1252	ec8c	d6	04	CNTDEC	LDAB RESLOG
1253	ec8e	27	0a		BEQ FINC
1254	ec90	bd	ed ef		JSR SELCON
1255	ec93	18	a6 00		LDAA \$00,Y
1256	ec96	4a			DECA
1257	ec97	18	a7 00		STAA \$00,Y
1258	ec9a	39		FINC	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA ETIQUETAR  
 \*\*\*\*\*

1259	ec9b	bd	ee	19					
1260	ec9e	18	ce	00	38				
1261	eca2	18	3a						
1262	eca4	09							
1263	eca5	cd	ef	00					
1264	eca8	08							
1265	eca9	39							

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE SALTO A ETIQUETA  
 \*\*\*\*\*

1266	ecaa	d6	04						
1267	ecac	27	0d						
1268	ecae	bd	ee	19					
1269	ecb1	18	ce	00	38				
1270	ecb5	18	3a						
1271	ecb7	cd	ee	00					
1272	ecba	09							
1273	ecbb	39							

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE OR RUNGS  
 \*\*\*\*\*

1274	ecbc	d6	04						
1275	ecbe	da	59						
1276	ecc0	d7	04						
1277	ecc2	39							

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE LD TRUE  
 \*\*\*\*\*

1278	ecc3	bd	ee	25					
1279	ecc6	86	ff						
1280	ecc8	97	04						
1281	ecca	97	58						
1282	eccc	39							

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE INC CNT  
 \*\*\*\*\*

1283	eccd	d6	04		CNTINC	LDAB RESLOG
1284	eccf	27	0d			BEQ FINE
1285	ecd1	bd	ed	ef		JSR SELCON
1286	ecd4	18	a6	00		LDAA \$00,Y
1287	ecd7	4c				INCA
1288	ecd8	18	a7	00		STAA \$00,Y
1289	ecdb	5f				CLRB
1290	ecdc	d7	58			STAB BANOR2
1291	ecde	39			FINE	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE PRE TIM  
 \*\*\*\*\*

1292	ecdf	18	ce	00	60	PRETIM	LDY #BLOTIM1
1293	ece3	16					TAB
1294	ece4	18	3a				.ABY
1295	ece6	08					INX
1296	ece7	08					INX
1297	ece8	a6	00				LDAA \$00,X
1298	ecea	bd	ef	23			JSR DAHEX
1299	eced	18	a7	00			STAA \$00,Y
1300	ecf0	39					RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE SET TIM  
 \*\*\*\*\*

1301	ecf1	d6	04			SETTIM	LDAB RESLOG
1302	ecf3	27	1c				BEQ FINF
1303	ecf5	18	ce	00	60		LDY #BLOTIM1
1304	ecf9	bd	ed	12			JSR MASCTIM
1305	ecfc	16					TAB
1306	ecfd	18	3a				ABY
1307	ecff	18	a6	00			LDAA \$00,Y
1308	ed02	18	ce	00	65		LDY #BLOTIM2
1309	ed06	18	3a				ABY
1310	ed08	18	a7	00			STAA \$00,Y
1311	ed0b	bd	ed	22			JSR PONTIM
1312	ed0e	5f					CLRB
1313	ed0f	d7	58				STAB BANOR2
1314	ed11	39				FINF	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE PONE MASCARA PARA TEMPORIZADORES  
 \*\*\*\*\*

1315	ed12	36		MASCTIM	PSHA
1316	ed13	37			PSHB
1317	ed14	4c			INCA
1318	ed15	c6	80		LDAB #80
1319	ed17	4a		MASCTIM1	DECA
1320	ed18	27	03		BEQ MASCTIM2
1321	ed1a	54			LSRB
1322	ed1b	20	fa		BRA MASCTIM1
1323	ed1d	d7	6a	MASCTIM2	STAB LOCTIM
1324	ed1f	33			PULB
1325	ed20	32			PULA
1326	ed21	39			RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE SET TIM  
 \*\*\*\*\*

1327	ed22	18	3c	PONTIM	PSHY
1328	ed24	3c			PSHX
1329	ed25	18	ce 10 16		LDY #1016
1330	ed29	58			LSLB
1331	ed2a	18	3a		ABY
1332	ed2c	ce	10 00		LDX #1000
1333	ed2f	4f			CLRA
1334	ed30	a7	20		STAA TCTL1,X
1335	ed32	ec	0e		LDD TCNT,X
1336	ed34	c3	ff ff		ADDD #FFFF
1337	ed37	18	ed 00		STD \$00,Y
1338	ed3a	96	6a		LDA LOCTIM
1339	ed3c	a7	23		STAA TFLG1,X
1340	ed3e	aa	22		ORAA TMSK1,X
1342	ed42	0e			CLI
1343	ed43	38			PULX
1344	ed44	18	38		PULY
1345	ed46	39			RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE CALCULA LOCALIDAD DE TEMPORIZADORES  
 \*\*\*\*\*

1346	ed47	18	ce 00 65	TIMER	LDY #BLOTIM2
1347	ed4b	16			TAB
1348	ed4c	18	3a		ABY
1349	ed4e	18	e6 00		LDAB \$00,Y
1350	ed51	27	04		BEQ FALSO4
1351	ed53	c6	ff		LDAB #80
1352	ed55	20	01		BRA FIN4
1353	ed57	5f		FALSO4	CLRB
1354	ed58	39		FIN4	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE IDENTIFICA SI DETERMINADAS ENTRADAS ESTAN  
 PRESENTES  
 \*\*\*\*\*

1355	ed59	36		DISCRI	PSHA
1356	ed5a	bd	ed 77		JSR MASCARA
1357	ed5d	32			PULA
1358	ed5e	16			TAB
1359	ed5f	58			LSLB
1360	ed60	58			LSLB
1361	ed61	54			LSRB
1362	ed62	54			LSRB
1363	ed63	18	ce 40 00		LDY #BLOIN1
1364	ed67	18	08		INY
1365	ed69	18	e6 00		LDAB \$00,Y
1366	ed6c	53			COMB
1367	ed6d	d4	05		ANDB LOCMASC
1368	ed6f	26	03		BNE SIGUE1
1369	ed71	5f			CLRB
1370	ed72	20	02		BRA SIGUE2
1371	ed74	c6	ff	SIGUE1	LDAB #\$FF
1372	ed76	39		SIGUE2	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE GENERA UNA MASCARA PARA IN, OUT, FLG  
 \*\*\*\*\*

1373	ed77	84	0f	MASCARA	ANDA #\$0F
1374	ed79	4c			INCA
1375	ed7a	c6	00		LDAB #\$00
1376	ed7c	4a		LOOP1	DECA
1377	ed7d	27	03		BEQ FIN
1378	ed7f	5c			INCB
1379	ed80	20	fa		BRA LOOP1
1380	ed82	d7	05	FIN	STAB LOCMASC
1381	ed84	39			RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE ACTIVA LA SALIDA DESEADA  
 \*\*\*\*\*

1382	ed85	36		SAL1	PSHA
1383	ed86	bd	ed 77		JSR MASCARA
1384	ed89	32			PULA
1385	ed8a	16			TAB
1386	ed8b	54			LSRB
1387	ed8c	54			LSRB
1388	ed8d	54			LSRB
1389	ed8e	54			LSRB
1390	ed8f	18	ce 00 08		LDY #BLOUT1
1391	ed93	18	3a		ABY
1392	ed95	18	a6 00		LDAA \$00,Y
1393	ed98	9a	05		ORAA LOCMASC
1394	ed9a	18	a7 00		STAA \$00,Y
1395	ed9d	18	ce 40 04		LDY #BLOUT2
1396	eda1	18	3a		ABY
1397	eda3	18	a7 00		STAA \$00,Y
1398	eda6	39			RTS
1399					

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE DESACTIVA UNA SALIDA DESEADA  
 \*\*\*\*\*

1400	eda7	36		SAL2	PSHA
1401	eda8	bd	ed 77		JSR MASCARA
1402	edab	53			COMB
1403	edac	d7	05		STAB LOCMASC
1404	edae	32			PULA
1405	edaf	16			TAB
1406	edb0	54			LSRB
1407	edb1	54			LSRB
1408	edb2	54			LSRB
1409	edb3	54			LSRB
1410	edb4	18	ce 00 08		LDY #BLOUT1
1411	edb8	18	3a		ABY
1412	edba	18	a6 00		LDAA \$00,Y
1413	edbd	9a	05		ANDA LOCMASC
1414	edbf	18	a7 00		STAA \$00,Y
1415	edc2	18	ce 40 04		LDY #BLOUT2
1416	edc6	18	3a		ABY
1417	edc8	18	a7 00		STAA \$00,Y
1418	edcb	39			RTS
1419					

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE SELECCIONA LOCALIDAD DE LA BANDERA  
 \*\*\*\*\*

1420 edcc 36	SELBAN	PSHA
1421 edcd 16		TAB
1422 edce 58		LSLB
1423 edcf 58		LSLB
1424 edd0 54		LSRB
1425 edd1 54		LSRB
1426 edd2 18 ce 00 10		LDY #BLOFLG
1427 edd6 18 08		INCY
1428 edd8 18 e6 00		LDAB \$00,Y
1429 eddb 32		PULA
1430 eddc 39		RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE SELECCIONA BANDERA Y DICE SI ESTA  
 PRESENTE O NO  
 \*\*\*\*\*

1431 eddd bd ed cc	BANDERA	JSR SELBAN
1432 ede0 37		PSHB
1433 ede1 bd ed 77		JSR MASCARA
1434 ede4 33		PULB
1435 ede5 d4 05		ANDB LOCMASC
1436 ede7 27 04		BEQ FALSO
1437 ede9 c6 ff		LDAB #\$FF
1438 edeb 20 01		BRA VER
1439 eded 5f	FALSO	CLRB
1440 edee 39	VER	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE SELECCIONA LA LOCALIDAD DEL CONTADOR  
 \*\*\*\*\*

1441 edef 36	SELCON	PSHA
1442 edf0 16		TAB
1443 edf1 c4 f0		ANDB #\$FO
1444 edf3 58		LSLB
1445 edf4 84 0f		ANDA #\$OF
1446 edf6 1b		ABA
1447 edf7 16		TAB
1448 edf8 18 ce 00 18		LDY #BLOCON2
1449 edfc 18 08		INCY
1450 edfe 32		PULA
1451 edff 39		RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE SELECCIONA EL CONTADOR Y DICE  
 SI ESTA ACTIVO O NO  
 \*\*\*\*\*

1452	ee00	bd	ed	ef			
1453	ee03	18	e6	00	CONTADOR	JSR	SELCON
1454	ee06	27	04			LDAB	\$00, Y
1455	ee08	c6	ff			BEQ	FALSO3
1456	ee0a	20	01			LDAB	#\$FF
1457	ee0c	5f			FALSO3	BRA	FIN3
1458	ee0d	39			FIN3	CLRB	
						RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE TRANSFORMA EL NUMERO DE CUENTA DE  
 DECIMAL A HEXADECIMAL  
 \*\*\*\*\*

1459	ee0e	36			TRANSCON	PSHA	
1460	ee0f	16				TAB	
1461	ee10	c4	f0			ANDB	#\$FO
1462	ee12	58				LSLB	
1463	ee13	84	0f			ANDA	#\$OF
1464	ee15	4a				DECA	
1465	ee16	16				TAB	
1466	ee17	32				PULA	
1467	ee18	39				RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE TRANSFORMA EL NUMERO DE ETIQUETA DE  
 DECIMAL A HEXADECIMAL  
 \*\*\*\*\*

1468	ee19	36			SELABEL	PSHA	
1469	ee1a	16				TAB	
1470	ee1b	c4	f0			ANDB	#\$FO
1471	ee1d	5a				DECB	
1472	ee1e	84	0f			ANDA	#\$OF
1473	ee20	1b				ABA	
1474	ee21	48				LSLA	
1475	ee22	16				TAB	
1476	ee23	32				PULA	
1477	ee24	39				RTS	

```

*****
RUTINA AUXILIAR PARA OR RUNGS
*****
1478 ee25 d6 58          VERA      LDAB BANOR2
1479 ee27 27 04          BEQ FINV
1480 ee29 d6 04          LDAB RESLOG
1481 ee2b d7 59          STAB PASLOG
1482 ee2d 39             FINV     RTS

```

```

*****
RUTINA DE SERVICIO PARA EL TEMPORIZADOR CERO
*****
1483 ee2e ce 10 00      SERTM0   LDX #S1000
1484 ee31 cc ff ff      LDD #SFFFF
1485 ee34 e3 16          ADDD TOC1,X
1486 ee36 ed 16          STD TOC1,X
1487 ee38 7a 00 65      DEC TIMO
1488 ee3b 26 08          BNE SERTM01
1489 ee3d 86 7f          LDAA #S7F
1490 ee3f a4 22          ANDA TMSK1,X
1492 ee43 20 03          BRA SERTM02

```

```

*****
RUTINA DE SERVICIO DEL TEMPORIZADOR UNO
*****
1493 ee45 1d 23 7f      SERTM01  BCLR TFLG1,X S7F
1494 ee48 3b            SERTM02  RTI
1495 ee49 ce 10 00      SERTM1   LDX #S1000
1496 ee4c cc ff ff      LDD #SFFFF
1497 ee4f e3 18          ADDD TOC2,X
1498 ee51 ed 18          STD TOC2,X
1499 ee53 7a 00 66      DEC TIM1
1500 ee56 26 08          BNE SERTM11
1501 ee58 86 bf          LDAA #SBF
1502 ee5a a4 22          ANDA TMSK1,X
1504 ee5e 20 03          BRA SERTM12
1505 ee60 1d 23 bf      SERTM11  BCLR TFLG1,X SBF
1506 ee63 3b            SERTM12  RTI

```

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE SERVICIO DEL TEMPORIZADOR DOS  
 \*\*\*\*\*

1507 ee64 ce 10 00	SERTM2	LDD #S1000
1508 ee67 cc ff ff		LDD #SFFFF
1509 ee6a e3 1a		ADD TOC3,X
1510 ee6c ed 1a		STD TOC3,X
1511 ee6e 7a 00 67		DEC TIM2
1512 ee71 26 08		BNE SERTM21
1513 ee73 86 df		LDA #SDF
1514 ee75 a4 22		ANDA TMSK1,X
1516 ee79 20 03		BRA SERTM22
1517 ee7b 1d 23 df	SERTM21	BCLR TFLG1,X SDF
1518 ee7e 3b	SERTM22	RTI

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE SERVICIO DEL TEMPORIZADOR TRES  
 \*\*\*\*\*

1519 ee7f ce 10 00	SERTM3	LDD #S1000
1520 ee82 cc ff ff		LDD #SFFFF
1521 ee85 e3 1c		ADD TOC4,X
1522 ee87 ed 1c		STD TOC4,X
1523 ee89 7a 00 68		DEC TIM3
1524 ee8c 26 08		BNE SERTM31
1525 ee8e 86 ef		LDA #SEF
1526 ee90 a4 22		ANDA TMSK1,X
1528 ee94 20 03		BRA SERTM32
1529 ee96 1d 23 ef	SERTM31	BCLR TFLG1,X SEF
1530 ee99 3b	SERTM32	RTI

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE SERVICIO DEL TEMPORIZADOR CUATRO  
 \*\*\*\*\*

1531 ee9a ce 10 00	SERTM4	LDD #S1000
1532 ee9d cc ff ff		LDD #SFFFF
1533 eea0 e3 1e		ADD TOC5,X
1534 eea2 ed 1e		STD TOC5,X
1535 eea4 7a 00 69		DEC TIM4
1536 eea7 26 08		BNE SERTM41
1537 eea9 86 f7		LDA #SF7
1538 eeaB a4 22		ANDA TMSK1,X
1540 eeaF 20 03		BRA SERTM42
1541 eeb1 1d 23 f7	SERTM41	BCLR TFLG1,X SF7
1542 eeb4 3b	SERTM42	RTI
1543		

\*\*\*\*\*  
 RUTINA DE SERVICIO DE LA TECLA STOP (XIRQ)  
 \*\*\*\*\*

1544	eeb5	32	SERSTOP	PULA
1545	eeb6	33		PULB
1546	eeb7	33		PULB
1547	eeb8	38		PULX
1548	eeb9	18 38		PULY
1549	eebb	38		PULX
1550	eebc	ce e0 35		LDX #INICIO2
1551	eebf	3c		PSHX
1552	eec0	18 3c		PSHY
1553	eec2	3c		PSHX
1554	eec3	37		PSHB
1555	eec4	37		PSHB
1556	eec5	32		PULA
1557	eec6	3b		RTI
1558				

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA IDENTIFICAR ERRORES DE PROGRAMACION  
 PARA INSTRUCCIONES LD, LD TRUE  
 \*\*\*\*\*

1559	eec7	96 5a	UNO	LDAA BANVAL
1560	eec9	26 08		BNE PEERR1
1561	eeeb	86 ff		LDAA #FFF
1562	eeed	97 5b		STAA BANCAR
1563	eeef	97 5c		STAA BANPER
1564	eed1	20 03		BRA PEFIN1
1565	eed3	bd ef 30	PEERR1	JSR PROGERR
1566	eed6	39	PEFIN1	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA IDENTIFICAR ERRORES DE PROGRAMACION  
 PARA INSTRUCCIONES AND, OR  
 \*\*\*\*\*

1567	eed7	96 5a	DOS	LDAA BANVAL
1568	eed9	26 06		BNE PEERR2
1569	eedb	96 5b		LDAA BANCAR
1570	eedd	27 02		BEQ PEERR2
1571	eedf	20 03		BRA PEFIN2
1572	eeel	bd ef 30	PEERR2	JSR PROGERR
1573	eee4	39	PEFIN2	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA IDENTIFICAR ERRORES DE PROGRAMACION  
 PARA INSTRUCCIONES SET, RESET, INC, DEC, EQUAL  
 \*\*\*\*\*

1574	eee5	96	5a	TRES	LDA	BANVAL
1575	eee7	26	09		BNE	PEERR3
1576	eee9	96	5c		LDA	BANPER
1577	eeeb	27	05		BEQ	PEERR3
1578	eeed	4f			CLRA	
1579	eeee	97	5b		STAA	BANCAR
1580	eef0	20	03		BRA	PEFIN3
1581	eef2	bd	ef 30	PEERR3	JSR	PROGERR
1582	eef5	39		PEFIN3	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA IDENTIFICAR ERRORES DE PROGRAMACION  
 PARA LA INSTRUCCION PRE  
 \*\*\*\*\*

1583	eef6	96	5a	CUATRO	LDA	BANVAL
1584	eef8	26	0a		BNE	PEERR4
1585	eefa	96	5b		LDA	BANCAR
1586	eefc	26	06		BNE	PEERR4
1587	eefe	86	ff		LDA	#\$FF
1588	ef00	97	5a		STAA	BANVAL
1589	ef02	20	03		BRA	PEFIN4
1590	ef04	bd	ef 30	PEERR4	JSR	PROGERR
1591	ef07	39		PEFIN4	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA IDENTIFICAR ERRORES DE PROGRAMACION  
 PARA INSTRUCCIONES LABEL,END  
 \*\*\*\*\*

1592	ef08	96	5b	CINCO	LDA	BANCAR
1593	ef0a	26	06		BNE	PEERR5
1594	ef0c	96	5a		LDA	BANVAL
1595	ef0e	26	02		BNE	PEERR5
1596	ef10	20	03		BRA	PEFIN5
1597	ef12	bd	ef 30	PEERR5	JSR	PROGERR
1598	ef15	39		PEFIN5	RTS	

\*\*\*\*\*  
 RUTINA PARA IDENTIFICAR ERRORES DE PROGRAMACION  
 PARA LA INSTRUCCION VALUE  
 \*\*\*\*\*

1599	ef16	96	5a		SEIS	LDAA BANVAL
1600	ef18	27	05			BEQ PEERR6
1601	ef1a	4f				CLRA
1602	ef1b	97	5a			STAA BANVAL
1603	ef1d	20	03			BRA PEFIN6
1604	ef1f	bd	ef 30		PEERR6	JSR PROGERR
1605	ef22	39			PEFIN6	RTS

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE CONVIERTE UN NUMERO DECIMAL EN  
 HEXADECIMAL  
 \*\*\*\*\*

1606	ef23	37			DAHEX	PSHB
1607	ef24	36				PSHA
1608	ef25	c6	06			LDAB #506
1609	ef27	44				LSRA
1610	ef28	44				LSRA
1611	ef29	44				LSRA
1612	ef2a	44				LSRA
1613	ef2b	3d				MUL
1614	ef2c	32				PULA
1615	ef2d	10				SBA
1616	ef2e	33				PULB
1617	ef2f	39				RTS
1618						

\*\*\*\*\*  
 RUTINA QUE ESCRIBE EL MENSAJE DE ERROR DE  
 PROGRAMACION  
 \*\*\*\*\*

1619	ef30	bd	e8	5a		PROGERR	JSR LIMPIA
1620	ef33	18	ce	f9 f4			LDY #LPRGERR
1621	ef37	bd	e9	22			JSR LETRA
1622	ef3a	7e	ef	3a		PROGERR1	JMP PROGERR1
1623							
1624							
1625							

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 CODIGOS PARA LETREROS EN DISPLAY  
 \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

1816 f800	ORG \$F800
1817 f800 20 4c	LCIN FDB \$204C ; LD IN
1818 f802 44 20	FDB \$4420
1819 f804 49 4e	FDB \$494E
1820 f806 ff ff	FDB \$FFFF
1821 f808 20 4c	LCNIN FDB \$204C ; LD NO IN
1822 f80a 44 20	FDB \$4420
1823 f80c 4e 4f	FDB \$4E4F
1824 f80e 20 49	FDB \$2049
1825 f810 4e ff	FDB \$4EFF
1826 f812 20 4c	LCBAN FDB \$204C ; LD FLG
1827 f814 44 20	FDB \$4420
1828 f816 46 4c	FDB \$464C
1829 f818 47 ff	FDB \$47FF
1830 f81a 20 4c	LCNBAN FDB \$204C ; LD NO FLG
1831 f81c 44 20	FDB \$4420
1832 f81e 4e 4f	FDB \$4E4F
1833 f820 20 46	FDB \$2046
1834 f822 4c 47	FDB \$4C47
1835 f824 ff ff	FDB \$FFFF
1836 f826 20 4c	LCCNT FDB \$204C ; LD CON
1837 f828 44 20	FDB \$4420
1838 f82a 43 4f	FDB \$434F
1839 f82c 4e ff	FDB \$4EFF
1840 f82e 20 4c	LCNCNT FDB \$204C ; LD NO CON
1841 f830 44 20	FDB \$4420
1842 f832 4e 4f	FDB \$4E4F
1843 f834 20 43	FDB \$2043
1844 f836 4f 4e	FDB \$4F4E
1845 f838 ff ff	FDB \$FFFF
1846 f83a 20 4c	LCTIM FDB \$204C ; LD TIM
1847 f83c 44 20	FDB \$4420
1848 f83e 54 49	FDB \$5449
1849 f840 4d ff	FDB \$4DFF

1850 f842 20 4c	LCNTIM FDB \$204C ; LD NO TIM
1851 f844 44 20	FDB \$4420
1852 f846 4e 4f	FDB \$4E4F
1853 f848 20 54	FDB \$2054
1854 f84a 49 4d	FDB \$494D
1855 f84c ff ff	FDB \$FFFF
1856 f84e 20 41	LYIN FDB \$2041 ; AND IN
1857 f850 4e 44	FDB \$4E44
1858 f852 20 49	FDB \$2049
1859 f854 4e ff	FDB \$4EFF
1860 f856 20 41	LNyin FDB \$2041 ; AND NO IN
1861 f858 4e 44	FDB \$4E44
1862 f85a 20 4e	FDB \$204E
1863 f85c 4f 20	FDB \$4F20
1864 f85e 49 4e	FDB \$494E
1865 f860 ff ff	FDB \$FFFF
1866 f862 20 41	LYBAN FDB \$2041 ; AND FLG
1867 f864 4e 44	FDB \$4E44
1868 f866 20 46	FDB \$2046
1869 f868 4c 47	FDB \$4C47
1870 f86a ff ff	FDB \$FFFF
1871 f86c 20 41	LNyBAN FDB \$2041 ; AND NO FLG
1872 f86e 4e 44	FDB \$4E44
1873 f870 20 4e	FDB \$204E
1874 f872 4f 20	FDB \$4F20
1875 f874 46 4c	FDB \$464C
1876 f876 47 ff	FDB \$47FF
1877 f878 20 41	LYCON FDB \$2041 ; AND CON
1878 f87a 4e 44	FDB \$4E44
1879 f87c 20 43	FDB \$2043
1880 f87e 4f 4e	FDB \$4F4E
1881 f880 ff ff	FDB \$FFFF
1882 f882 20 41	LNyCON FDB \$2041 ; AND NO CON
1883 f884 4e 44	FDB \$4E44
1884 f886 20 4e	FDB \$204E
1885 f888 4f 20	FDB \$4F20
1886 f88a 43 4f	FDB \$434F
1887 f88c 4e ff	FDB \$4EFF
1888 f88e 20 41	LYTIM FDB \$2041 ; AND TIM
1889 f890 4e 44	FDB \$4E44
1890 f892 20 54	FDB \$2054
1891 f894 49 4d	FDB \$494D
1892 f896 ff ff	FDB \$FFFF

1893 f898 20 4f	LNYTIM FDB \$2041 ; AND NO TIM
1894 f89a 4e 44	FDB \$4E44
1895 f89c 20 4e	FDB \$204E
1896 f89e 4f 20	FDB \$4F20
1897 f8a0 54 49	FDB \$5449
1898 f8a2 4d ff	FDB \$4DFF
1899 f8a4 20 4f	LOIN FDB \$204F ; OR IN
1900 f8a6 52 20	FDB \$5220
1901 f8a8 49 4e	FDB \$494E
1902 f8aa ff ff	FDB \$FFFF
1903 f8ac 20 4f	LNOIN FDB \$204F ; OR NO IN
1904 f8ae 52 20	FDB \$5220
1905 f8b0 4e 4f	FDB \$4E4F
1906 f8b2 20 49	FDB \$2049
1907 f8b4 4e ff	FDB \$4EFF
1908 f8b6 20 4f	LOBAN FDB \$204F ; OR FLG
1909 f8b8 52 20	FDB \$5220
1910 f8ba 46 4c	FDB \$464C
1911 f8bc 47 ff	FDB \$47FF
1912 f8be 20 4f	LNOBAN FDB \$204F ; OR NO FLG
1913 f8c0 52 20	FDB \$5220
1914 f8c2 4e 4f	FDB \$4E4F
1915 f8c4 20 46	FDB \$2046
1916 f8c6 4c 47	FDB \$4C47
1917 f8c8 ff ff	FDB \$FFFF
1918 f8ca 20 4f	LOCON FDB \$204F ; OR CON
1919 f8cc 52 20	FDB \$5220
1920 f8ce 43 4f	FDB \$434F
1921 f8d0 4e ff	FDB \$4EFF
1922 f8d2 20 4f	LNOCON FDB \$204F ; OR NO CON
1923 f8d4 52 20	FDB \$5220
1924 f8d6 4e 4f	FDB \$4E4F
1925 f8d8 20 43	FDB \$2043
1926 f8da 4f 4e	FDB \$4F4E
1927 f8dc ff ff	FDB \$FFFF
1928 f8de 20 4f	LOTIM FDB \$204F ; OR TIM
1929 f8e0 52 20	FDB \$5220
1930 f8e2 54 49	FDB \$5449
1931 f8e4 4d ff	FDB \$4DFF

1932 f8e6 20 4f	LNOTIM	FDB \$204F ; OR NO TIM
1933 f8e8 52 20		FDB \$5220
1934 f8ea 4e 4f		FDB \$4E4F
1935 f8ec 20 54		FDB \$2054
1936 f8ee 49 4d		FDB \$494D
1937 f8f0 ff ff		FDB \$FFFF
1938 f8f2 20 53	LSBAN	FDB \$2053 ; SET FLG
1939 f8f4 45 54		FDB \$4554
1940 f8f6 20 46		FDB \$2046
1941 f8f8 4c 47		FDB \$4C47
1942 f8fa ff ff		FDB \$FFFF
1943 f8fc 20 53	LSCON	FDB \$2053 ; SET CON
1944 f8fe 45 54		FDB \$4554
1945 f900 20 43		FDB \$2043
1946 f902 4f 4e		FDB \$4F4E
1947 f904 ff ff		FDB \$FFFF
1948 f906 20 53	LSTIM	FDB \$2053 ; SET TIM
1949 f908 45 54		FDB \$4554
1950 f90a 20 54		FDB \$2054
1951 f90c 49 4d		FDB \$494D
1952 f90e ff ff		FDB \$FFFF
1953 f910 20 53	LSOUT	FDB \$2053 ; SET OUT
1954 f912 45 54		FDB \$4554
1955 f914 20 4f		FDB \$204F
1956 f916 55 54		FDB \$5554
1957 f918 ff ff		FDB \$FFFF
1958 f91a 20 52	LRBAN	FDB \$2052 ; RST FLG
1959 f91c 53 54		FDB \$5354
1960 f91e 20 46		FDB \$2046
1961 f920 4c 47		FDB \$4C47
1962 f922 ff ff		FDB \$FFFF
1963 f924 20 52	LROUT	FDB \$2052 ; RST OUT
1964 f926 53 54		FDB \$5354
1965 f928 20 4f		FDB \$204F
1966 f92a 55 54		FDB \$5554
1967 f92c ff ff		FDB \$FFFF
1968 f92e 20 50	LPCON	FDB \$2050 ; PRE CON
1969 f930 52 45		FDB \$5245
1970 f932 20 43		FDB \$2043
1971 f934 4f 4e		FDB \$4F4E
1972 f936 ff ff		FDB \$FFFF

1973	f938	20	50	LPTIM	FDB \$2050 ; PRE TIM
1974	f93a	52	45		FDB \$5245
1975	f93c	20	54		FDB \$2054
1976	f93e	49	4d		FDB \$494D
1977	f940	ff	ff		FDB \$FFFF
1978	f942	20	44	LCCON	FDB \$2044 ; DEC CON
1979	f944	45	43		FDB \$4543
1980	f946	20	43		FDB \$2043
1981	f948	4f	4e		FDB \$4F4E
1982	f94a	ff	ff		FDB \$FFFF
1983	f94c	20	4c	LLAB	FDB \$204C ; LABEL
1984	f94e	41	42		FDB \$4142
1985	f950	45	4c		FDB \$454C
1986	f952	ff	ff		FDB \$FFFF
1987	f954	20	4a	LJUM	FDB \$204A ; JUMP
1988	f956	55	4d		FDB \$554D
1989	f958	50	ff		FDB \$50FF
1990	f95a	20	45	LFIN	FDB \$2045 ; END
1991	f95c	4e	44		FDB \$4E44
1992	f95e	ff	ff		FDB \$FFFF
1993	f960	20	4f	LO2	FDB \$204F ; OR RUNGS
1994	f962	52	20		FDB \$5220
1995	f964	52	55		FDB \$5255
1996	f966	4e	47		FDB \$4E47
1997	f968	53	ff		FDB \$53FF
1998	f96a	20	4c	LCARGA	FDB \$204C ; LD
1999	f96c	44	ff		FDB \$44FF
2000	f96e	20	41	LY	FDB \$2041 ; AND
2001	f970	4e	44		FDB \$4E44
2002	f972	ff	ff		FDB \$FFFF
2003	f974	20	4f	LO	FDB \$204F ; OR
2004	f976	52	ff		FDB \$52FF
2005	f978	20	53	LPON	FDB \$2053 ; SET
2006	f97a	45	54		FDB \$4554
2007	f97c	ff	ff		FDB \$FFFF
2008	f97e	20	52	LLIMP	FDB \$2052 ; RST
2009	f980	53	54		FDB \$5354
2010	f982	ff	ff		FDB \$FFFF

2011	f984	20	50	LPRE	FDB \$2050 ; PRE
2012	f986	52	45		FDB \$5245
2013	f988	ff	ff		FDB \$FFFF
2014	f98a	20	44	LEC	FDB \$2044 ; DEC
2015	f98c	45	43		FDB \$4543
2016	f98e	ff	ff		FDB \$FFFF
2017	f990	20	4e	LNEG	FDB \$204E ; NO
2018	f992	4f	ff		FDB \$4FFF
2019	f994	20	49	LENT	FDB \$2049 ; IN
2020	f996	4e	ff		FDB \$4EFF
2021	f998	20	46	LBAN	FDB \$2046 ; FLG
2022	f99a	4c	47		FDB \$4C47
2023	f99c	ff	ff		FDB \$FFFF
2024	f99e	20	43	LCON	FDB \$2043 ; CON
2025	f9a0	4f	4e		FDB \$4F4E
2026	f9a2	ff	ff		FDB \$FFFF
2027	f9a4	20	54	LTIME	FDB \$2054 ; TIM
2028	f9a6	49	4d		FDB \$494D
2029	f9a8	ff	ff		FDB \$FFFF
2030	f9aa	20	4f	LOUT	FDB \$204F ; OUT
2031	f9ac	55	54		FDB \$5554
2032	f9ae	ff	ff		FDB \$FFFF
2033	f9b0	20	4c	LVERDAD	FDB \$204C : LD TRUE
2034	f9b2	44	20		FDB \$4420
2035	f9b4	54	52		FDB \$5452
2036	f9b6	55	45		FDB \$5545
2037	f9b8	ff	ff		FDB \$FFFF
2038	f9ba	20	49	LAUMEN	FDB \$2049 ; INC
2039	f9bc	4e	43		FDB \$4E43
2040	f9be	ff	ff		FDB \$FFFF
2041	f9c0	20	49	LICON	FDB \$2049 ; INC CON
2042	f9c2	4e	43		FDB \$4E43
2043	f9c4	20	43		FDB \$2043
2044	f9c6	4f	4e		FDB \$4F4E
2045	f9c8	ff	ff		FDB \$FFFF
2046	f9ca	20	45	LIGUAL	FDB \$2045 ; EQUAL
2047	f9cc	51	55		FDB \$5155
2048	f9ce	41	4c		FDB \$414C
2049	f9d0	ff	ff		FDB \$FFFF

2050 f9d2 20 45	LEQUOUT FDB \$2045 ; EQUAL OUT
2051 f9d4 51 55	FDB \$5155
2052 f9d6 41 4c	FDB \$414C
2053 f9d8 20 4f	FDB \$204F
2054 f9da 55 54	FDB \$5554
2055 f9dc ff ff	FDB \$FFFF
2056 f9de 20 53	LERROR FDB \$2053 ; Syntax ERROR
2057 f9e0 79 6e	FDB \$796E
2058 f9e2 74 61	FDB \$7461
2059 f9e4 78 20	FDB \$7820
2060 f9e6 45 52	FDB \$4552
2061 f9e8 52 4f	FDB \$524F
2062 f9ea 52 ff	FDB \$52FF
2063 f9ec 20 56	LVAL FDB \$2056 ; VALUE
2064 f9ee 41 4c	FDB \$414C
2065 f9f0 55 45	FDB \$5545
2066 f9f2 ff ff	FDB \$FFFF
2067 f9f4 20 20	LPRGERR FDB \$2020 ; Program ERROR
;	
2068 f9f6 50 72	FDB \$5072
2069 f9f8 6f 67	FDB \$6F67
2070 f9fa 72 61	FDB \$7261
2071 f9fc 6d 20	FDB \$6D20
2072 f9fe 45 52	FDB \$4552
2073 fa00 52 4f	FDB \$524F
2074 fa02 52 ff	FDB \$52FF
2075 fa04 20 20	LPROGRAM FDB \$2020 ; PROGRAM
2076 fa06 50 52	FDB \$5052
2077 fa08 4f 47	FDB \$4F47
2078 fa0a 52 41	FDB \$5241
2079 fa0c 4d 20	FDB \$4D20
2080 fa0e ff ff	FDB \$FFFF
2081 fa10 20 50	LERRPRO FDB \$2050 ; Procedure ERROR
;	
2082 fa12 72 6f	FDB \$726F
2083 fa14 63 65	FDB \$6365
2084 fa16 64 75	FDB \$6475
2085 fa18 72 65	FDB \$7265
2086 fa1a 20 45	FDB \$2045
2087 fa1c 52 52	FDB \$5252
2088 fa1e 4f 52	FDB \$4F52
2089 fa20 ff ff	FDB \$FFFF
2090 fa22 20 45	LEDIT FDB \$2045 ; EDIT
2091 fa24 44 49	FDB \$4449
2092 fa26 54 ff	FDB \$54FF

2093	fa28	20	52	LRUN	FDB \$2052 ; RUN
2094	fa2a	55	4e		FDB \$554E
2095	fa2c	ff	ff		FDB \$FFFF
2096	fa2e	20	20	LWELCOME	FDB \$2020 ; WELCOME
2097	fa30	20	57		FDB \$2057
2098	fa32	45	4c		FDB \$454C
2099	fa34	43	4f		FDB \$434F
2100	fa36	4d	45		FDB \$4D45
2101	fa38	20	54		FDB \$2054
2102	fa3a	4f	ff		FDB \$4FFF
2103	fa3c	50	4c	LPLC	FDB \$504C ; PLC-HC-92
					SYSTEM
					FDB \$432D
2104	fa3e	43	2d		FDB \$4843
2105	fa40	48	43		FDB \$2D39
2106	fa42	2d	39		FDB \$3220
2107	fa44	32	20		FDB \$5359
2108	fa46	53	59		FDB \$5354
2109	fa48	53	54		FDB \$454D
2110	fa4a	45	4d		FDB \$FFFF
2111	fa4c	ff	ff		
2112	fa4e	20	20	LDEVE	FDB \$2020 ; DEVELOPED
					BY
					FDB \$4445
2113	fa50	44	45		FDB \$5645
2114	fa52	56	45		FDB \$4C4F
2115	fa54	4c	4f		FDB \$5045
2116	fa56	50	45		FDB \$4420
2117	fa58	44	20		FDB \$4259
2118	fa5a	42	59		FDB \$FFFF
2119	fa5c	ff	ff		
2120	fa5e	20	20	LJORGE	FDB \$2020
2121	fa60	20	4a		FDB \$204A
2122	fa62	4f	52		FDB \$4F52
2123	fa64	47	45		FDB \$4745
2124	fa66	20	4c		FDB \$204C
2125	fa68	55	49		FDB \$5549
2126	fa6a	53	20		FDB \$5320
2127	fa6c	20	20		FDB \$2020
2128	fa6e	ff	ff		FDB \$FFFF
2129	fa70	20	48	LHERNAN	FDB \$2048
2130	fa72	45	52		FDB \$4552
2131	fa74	4e	41		FDB \$4E41
2132	fa76	4e	44		FDB \$4E44
2133	fa78	45	5a		FDB \$455A
2134	fa7a	20	48		FDB \$2048
2135	fa7c	44	45		FDB \$4445
2136	fa7e	5a	2e		FDB \$5A2E
2137	fa80	ff	ff		FDB \$FFFF

2138 fa82 20 20  
;  
2139 fa84 20 41  
2140 fa86 4c 4c  
2141 fa88 2d 52  
2142 fa8a 49 47  
2143 fa8c 48 54  
2144 fa8e 53 20  
2145 fa90 20 20  
2146 fa92 ff ff

LALL FDB \$2020 ; ALL  
RIGHTS  
FDB \$2041  
FDB \$4C4C  
FDB \$2D52  
FDB \$4947  
FDB \$4854  
FDB \$5320  
FDB \$2020  
FDB \$FFFF

2147 fa94 20 20  
2148 fa96 20 20  
2149 fa98 52 45  
2150 fa9a 53 45  
2151 fa9c 52 56  
2152 fa9e 45 44  
2153 faa0 20 20  
2154 faa2 20 20  
2155 faa4 ff ff

LRESER FDB \$2020 ; RESERVED  
FDB \$2020  
FDB \$5245  
FDB \$5345  
FDB \$5256  
FDB \$4544  
FDB \$2020  
FDB \$2020  
FDB \$FFFF

2156 faa6 20 4d  
;  
2157 faa8 45 58  
2158 faaa 49 43  
2159 faac 4f 20  
2160 faae 4d 43  
2161 fab0 4d 58  
2162 fab2 43 49  
2163 fab4 49 20  
2164 fab6 ff ff

LMEXICO FDB \$204D ; MEXICO  
MCMXCII  
FDB \$4558  
FDB \$4943  
FDB \$4F20  
FDB \$4D43  
FDB \$4D58  
FDB \$4349  
FDB \$4920  
FDB \$FFFF

;  
2165 fab8 3c 50  
2166 faba 52 47  
2167 fabc 4d 3e  
2168 fabe 3c 23  
2169 fac0 3e 3c  
2170 fac2 4d 4f  
2171 fac4 44 45  
2172 fac6 3e ff

<PRGM><#><MODE>  
LINSTR FDB \$3C50  
FDB \$5247  
FDB \$4D3E  
FDB \$3C23  
FDB \$3E3C  
FDB \$4D4F  
FDB \$4445  
FDB \$3EFF

;  
2173 fac8 41 55  
2174 faca 54 4f  
2175 facc 45 58  
2176 face 45 20  
2177 fad0 45 4e  
2178 fad2 41 42  
2179 fad4 4c 45  
2180 fad6 44 ff

AUTOEXE ENABLED  
LENABLED FDB \$4155  
FDB \$544F  
FDB \$4558  
FDB \$4520  
FDB \$454E  
FDB \$4142  
FDB \$4C45  
FDB \$44FF

2181	fad8	30	29	LOD	FDB \$3029 ; 0) DISABLED
2182	fada	20	44		FDB \$2044
2183	fadc	49	53		FDB \$4953
2184	fade	41	42		FDB \$4142
2185	fae0	4c	45		FDB \$4C45
2186	fae2	44	ff		FDB \$44FF
2187	fae4	31	29	LIE	FDB \$3129 ; 1) ENABLED
2188	fae6	20	45		FDB \$2045
2189	fae8	4e	41		FDB \$4E41
2190	faea	42	4c		FDB \$424C
2191	faec	45	44		FDB \$4544
2192	faee	ff	ff		FDB \$FFFF
;					
;					
2193	faf0	41	55	AUTOEXE DISABLED	FDB \$4155
2194	faf2	54	4f	LDISABLED	FDB \$544F
2195	faf4	45	58		FDB \$4558
2196	faf6	45	20		FDB \$4520
2197	faf8	44	49		FDB \$4449
2198	fafa	53	41		FDB \$5341
2199	fafc	42	4c		FDB \$424C
2200	fafe	45	44		FDB \$4544
2201	fb00	ff	ff		FDB \$FFFF
2202					
2203					
2204					

\*\*\*\*\*  
 TABLA DE BUSQUEDA PARA LA RUTINA DE IDENTIFICAR  
 TECLA OPRIMIDA  
 \*\*\*\*\*

2305	fefc	0d	0b	TECTBL	FDB \$0D0B
2306	fefe	07	ff		FDB \$07FF
2307	ff00	fb	f7		FDB \$FBF7
2308	ff02	ef	eb		FDB \$EFEB
2309	ff04	e7	df		FDB \$E7DF
2310	ff06	bf	c7		FDB \$BF7C
2311	ff08	cb	cd		FDB \$CB7D
2312	ff0a	ce	cf		FDB \$CE7E
2313	ff0c	d7	db		FDB \$D77B
2314	ff0e	dd	de		FDB \$DD7E
2315	ff10	ed	ee		FDB \$E77E
2316	ff12	fe	fd		FDB \$FE7D
2317	ff14	0e	00		FDB \$0E00



BLOCON1	0028	*0013	1234	1245					
BLOCON2	0018	*0012	1238	1448					
BLOFLG	0010	*0011	1426						
BLOIN1	8000	*0001	1363						
BLOLAB	0038	*0014	1260	1269					
BLOOUT1	0008	*0010	1390	1410					
BLOOUT2	4000	*0003	1395	1415					
BLOTIM1	0060	*0020	1292	1303					
BLOTIM2	0065	*0021	1308	1346					
BORRA	ec1f	*1199	1197						
BUFTEC	007f	*0043	0137	0143	0342	0372	0670	0972	
CARATULA	e12d	*0206	0100						
CINCO	ef08	*1592	1809	1811					
CLEAR	e95e	*0981	0764	0975	2210				
CLEAR1	e96f	*0990	0987						
CLEAR2	e981	*1000	0989						
CNTAND	eb95	*1128	1644						
CNTDEC	ec8c	*1252	1676						
CNTINC	eccd	*1283	1678						
CNTOR	ebd2	*1159	1653						
COMAN	006e	*0031	0447	0472	0490	0504	0520	0540	0554
	0569	0596	0612	0687	0704	0714	0735	0814	0833
	0870	0885	0898	0913	0914	0993			
CONTADOR	ee00	*1452	1116	1122	1128	1132	1159	1163	
CUATRO	eef6	*1583	1787	1789					
DAHGX	ef23	*1606	1237	1298					
DAT	006b	*0028	0138	0144	0153	0574	0665	0671	0691
	0707	0717	0738	0803	0834	0903	0925	0933	0996
DATDIS	e8ed	*0923	0146	0675	0805	0827			
DATDIS1	e8f3	*0925							
DATDIS2	e907	*0936	0927						
DECTEC	e374	*0375	0369						
DECTEC1	e38b	*0387	0399						
DECTEC2	e3a3	*0402	0395	0404					
DECTEC3	e3b5	*0409							
DECTEC4	e3ba	*0411	0415						
DECTEC5	e3c2	*0416	0412	0419					
DEL	e3d1	*0423	0385	0420	0434				
DEL1	e3d5	*0425	0426						
DEL150	e3df	*0432	0184	0192	0201				
DEL15	e3ea	*0439	0213	0221	0231	0240	0244	0274	0287
	0329								
DELETE	e7b2	*0767	2215						
DELETE2	e7bb	*0772	0783						
DELETE3	e7d5	*0784							
DELS1	e3da	*0429							
DER	e11c	*0197	0230						
DER1	e120	*0199	0203						
DIGDIS	e908	*0937	0932	0935					
DIS	c001	*0004	0178	0940	0956				
DISCON	c000	*0005	0179	0190	0199	0678	0863	0923	0945
DISCRI	ed59	*1355	1054	1060	1066	1070	1075	1079	

DISOC	e917	*0945	0948						
DISOCU	e916	*0944	0191	0200	0679	0864	0924	0938	0941
	0957								
DLP1	e853	*0848	0849						
DOS	eed7	*1567	1719	1720	1721	1722	1723	1724	1725
	1726	1735	1736	1737	1738	1739	1740	1741	1742
	1812								
EAUMEN	e642	*0588	2244						
EBAN	e69a	*0628	2214						
ECARGA	e500	*0443	2211	2236					
ECEROS	e833	*0831	0695	1002					
ECON	e6ad	*0636	2221						
EDEC	e5c5	*0532	2219						
EDIT	a300	*0324	0124						
EDIT0	e31c	*0334	0337						
EDIT1	e326	*0339	0352						
EDIT2	e329	*0340							
EDIT3	e334	*0345	0341						
EDIT4	e346	*0352	0344						
EDOWN	e735	*0700	0727	2218	2243				
EENT	a688	*0620	2212						
EFIN	e60d	*0564	2239						
EIGUAL	e560	*0486	2237						
ELABEL	e5cf	*0536	2227						
ELIMP	e57f	*0500	2223						
ENEG	e66a	*0607	2216						
ENTER	e712	*0683	2220	2245					
EO	a52f	*0464	2228						
EO2	e62e	*0580	2241						
EOUT	e6d3	*0652	2213						
EPON	e539	*0468	2224						
EPRE	e5a2	*0516	2225						
EQUAL	ec03	*1185	1666						
EQUAL1	ec13	*1193	1186						
EQUAL2	ac16	*1194	1192						
ERR0	e55c	*0484	0469						
ERR1	e521	*0458	0444						
ERR10	e70e	*0681	0661	0664					
ERR11	e59e	*0514	0501						
ERR12	a62a	*0578	0565						
ERR14	e696	*0626	0621						
ERR15	e6a9	*0634	0629						
ERR16	e6bc	*0642	0637						
ERR17	e6cf	*0650	0645						
ERR18	e6e2	*0658	0653						
ERR2	e684	*0618	0608	0611					
ERR20	e666	*0604	0593						
ERR22	a57b	*0498	0487						
ERR3	e897	*0880	0867						
ERR4	e8b2	*0893	0883						
ERR5	e5c1	*0530	0517						
ERR6	e5ea	*0548	0537						

ERR7 e8cd \*0907 0896  
 ERR8 e8e9 \*0921 0911  
 ERR9 e609 \*0562 0551  
 ERROR1 e94c \*0971 0974  
 ERROR e93d \*0964 0458 0484 0498 0514 0530 0548 0562  
 0578 0604 0618 0626 0634 0642 0650 0658 0681  
 0880 0893 0907 0921 2207 2208 2209 2232 2233  
 2234 2235

ESALTA e5ee \*0550 2226  
 ESCRIBE ebfc \*1181 1179  
 ETIME e6c0 \*0644 2222  
 ETRUE e638 \*0584 2230  
 EUP e75e \*0721 0794 2217 2242  
 EUP1 e76b \*0729 0724  
 EUP2 e784 \*0741 0728  
 EVAL e64c \*0592 2238  
 EY e525 \*0460 2229  
 FALSE eded \*1439 1436  
 FALSE3 ae0c \*1457 1454  
 FALSE4 ed57 \*1353 1350  
 FIN ed82 \*1380 1377  
 FIN3 ee0d \*1458 1456  
 FIN4 ed58 \*1354 1352  
 FINA ec5a \*1230 1217  
 FINB ec7a \*1243 1232  
 FINC ec9a \*1258 1253  
 FIND acbb \*1273 1267  
 FINDIS e939 \*0961 0955  
 FINE ecde \*1291 1284  
 FINF ed11 \*1314 1302  
 FINN ec3e \*1215 1204  
 FINV ee2d \*1482 1479  
 FLGAND cb58 \*1097 1642  
 FLGOR cb69 \*1106 1651  
 FNO e55f \*0485 0483  
 FN1 e524 \*0459 0457  
 FN10 e711 \*0682 0680  
 FN11 e5a1 \*0515 0513  
 FN12 e62d \*0579 0577  
 FN14 e699 \*0627 0625  
 FN15 e6ac \*0635 0633  
 FN16 e6bf \*0643 0641  
 FN17 e6d2 \*0651 0649  
 FN18 e6e5 \*0659 0657  
 FN2 e687 \*0619 0617  
 FN20 e669 \*0605 0603  
 FN22 e57e \*0499 0497  
 FN3 e89a \*0881 0879  
 FN4 e8b5 \*0894 0892  
 FN5 e5c4 \*0531 0529  
 FN6 e5ed \*0549 0547  
 FN7 e8d0 \*0908 0906

FNS	e8ec	*0922	0920						
FN9	e60c	*0563	0561						
HUMO	e3e2	*0434	0431	0436	0441				
INICIO	e000	*0064							
INICIO0	e013	*0072	0075						
INICIO1	e023	*0080							
INICIO2	e035	*0088	0084	1550	1682				
INSERT	e785	*0743	2240						
INSERT2	e787	*0744	0749						
INSERT3	e791	*0750	0746						
INSERT4	e79d	*0756	0763						
INSERT5	e7ae	*0764	0760						
INSTR	e0e2	*0168	0111						
IZQ	e10b	*0188	0216						
IZQ1	e10f	*0190	0194						
JUMP	ecaa	*1266	1681						
L0D	fad8	*2181	0315						
L1E	fae4	*2187	0319						
LABEL	ec9b	*1259	1680						
LALA	e386	*0385	0383						
LALL	fa82	*2138	0234						
LAUMEN	f9ba	*2038	0589						
LBAN	f998	*2021	0631						
LCARGA	f96a	*1998	0448						
LCBAN	f812	*1826	2252						
LCCNT	f826	*1836	2254						
LCCON	f942	*1978	2297						
LCIN	f800	*1817	2250						
LCNBAN	f81a	*1830	2253						
LCNCNT	f82e	*1840	2255						
LCNIN	f808	*1821	2251						
LCNTIM	f842	*1850	2257						
LCON	f99e	*2024	0639						
LCTIM	f83a	*1846	2256						
LDEVE	fa4e	*2112	0219						
LDISABLED	faf0	*2193	0285	0299					
LEC	f98a	*2014	0533						
LEDIT	fa22	*2090	0327						
LENABLED	fac8	*2173	0264	0272					
LENT	f994	*2019	0622						
LEQUOUT	f9d2	*2050							
LERROR	f9de	*2056	0969						
LERRPRO	fa10	*2081	0164						
LETPROG	e7ee	*0797	0305	0324	0330	0729	0988	1033	
LETRA	e922	*0951	0119	0165	0170	0225	0229	0300	0309
			0316	0320	0328	0449	0474	0492	0506
			0522	0542	0556	0570	0598	0614	0801
			0823	0871	0886	0899			
			0915	0970	1037	1621			
LETRA1	e925	*0953	0960						
LFIN	f95a	*1990	0568	2303					
LHERNAN	fa70	*2129	0228						
LICON	f9c0	*2041	2299						

LIGUAL	f9ca	*2046	0491																	
LIMPIA	e85a	*0852	0163	0168	0206	0241	0298	0312	0683											
	0700	0799	0968	0985	1619															
LINEA	e80d	*0812	0686	0708	0719	0740	0999													
LINSTR	fab8	*2165	0169																	
LJORGE	fa5e	*2120	0224																	
LJUM	f954	*1987	0555	2302																
LLAB	f94c	*1983	0541	2301																
LLIMP	f97e	*2008	0505																	
LMEXICO	faa6	*2156	0242																	
LNEG	f990	*2017	0613																	
LNOBAN	f8be	*1912	2273																	
LNOCON	f8d2	*1922	2275																	
LNOIN	f8ac	*1903	2271																	
LNOTIM	f8e6	*1932	2277																	
LNYBAN	f86c	*1871	2264																	
LNYCON	f882	*1882	2266																	
LNYIN	f856	*1860	2262																	
LNYTIM	f898	*1893	2268																	
LO	f974	*2003	0464																	
LO2	f960	*1993	0581	2304																
LOADCON	eb7a	*1115	1633																	
LOADFLG	eb3d	*1084	1631																	
LOADIN	eb00	*1053	1629																	
LOADNCON	eb87	*1121	1634																	
LOADNFLG	eb4a	*1090	1632																	
LOADNI	eb0d	*1059	1630																	
LOADNTIM	ebb3	*1143	1636																	
LOADTIM	eba6	*1137	1635																	
LOBAN	f8b6	*1908	2272																	
LOCINS	0078	*0040	0743	0759																
LOCINS2	007a	*0041	0750	0751	0767	0768	0791													
LOCMASC	0005	*0009	1211	1223	1226	1367	1380	1393	1403											
	1413	1435																		
LOCON	f8ca	*1918	2274																	
LOCPAN	006d	*0030	0445	0470	0488	0502	0518	0538	0552											
	0566	0595	0672	0677	0822	0824	0837	0869	0884											
	0897	0959																		
LOCPROG	00fd	*0048	0157	0254	0267	0270	0283	0802												
LOCPROG1	0080	*0044	0268	0282																
LOCTIM	006a	*0027	1323	1338																
LOIN	f8a4	*1899	2270																	
LONG	2000	*0006	0159																	
LOOP1	ed7c	*1376	1379																	
LOTIM	f8de	*1928	2276																	
LOUT	f9aa	*2030	0655																	
LPCON	f92e	*1968	2293																	
LPLC	fa3c	*2103	0211																	
LPON	f978	*2005	0473																	
LPRE	f984	*2011	0521																	
LPRGERR	f9f4	*2067	1620																	
LPROGRAM	fa04	*2075	0118	0800																

LPTIM	f938	*1973	2295																	
LRBAN	f91a	*1958	2289																	
LRERER	fa94	*2147	0238																	
LROUT	f924	*1963	2291																	
LRUN	fa28	*2093	1036																	
LSBAN	f8f2	*1938	2279																	
LSCON	f8fc	*1943	2281																	
LSOUT	f910	*1953	2287																	
LSTIM	f906	*1948	2283																	
LTIME	f9a4	*2027	0647																	
LVAL	f9ec	*2063	0597	2248																
LVERDAD	f9b0	*2033	0585	2259																
LWELCOME	fa2e	*2096	0207																	
LY	f96e	*2000	0460																	
LYBAN	f862	*1866	2263																	
LYCON	f878	*1877	2265																	
LYIN	f84e	*1856	2261																	
LYTIM	f88e	*1888	2267																	
MASCARA	ed77	*1373	1208	1221	1356	1383	1401	1433												
MASCTIM	ed12	*1315	1304																	
MASCTIM1	ed17	*1319	1322																	
MASCTIM2	ed1d	*1323	1320																	
MONITOR	e053	*0101	0099																	
MONITOR0	e059	*0104	0107																	
MONITOR1	e066	*0111	0114																	
MONITOR2	e077	*0118	0116																	
MONITOR3	e084	*0122																		
MONITOR4	e08b	*0125	0123																	
MONITOR5	e092	*0128	0126																	
MONITOR6	e099	*0131	0129																	
NCNTAND	eb9d	*1132	1645																	
NCNTOR	ebda	*1163	1654																	
NFLGAND	eb60	*1101	1643																	
NFLGOR	eb71	*1110	1652																	
NTIMAND	ebc9	*1154	1647																	
NTIMOR	ebeb	*1172	1656																	
NUMERO	a6e6	*0660	0343																	
NUMTEC	007e	*0042	0376	0402	0405	0406	0407	0408	0409											
PANAUTO	e28b	*0303	0265	0273	0286															
PANAUTO2	e29b	*0312	0275	0288																
PANT	e874	*0863	0172	0210	0215	0218	0223	0227	0233											
	0237	0303	0314	0318	0326	0697	0712	0732	0807											
	0853	0855	0857	0859	0861	1001	1035													
PASLOG	0059	*0016	1275	1481																
PEERR1	eedj	*1565	1560																	
PEERR2	eeel	*1572	1568	1570																
PEERR3	eeef	*1581	1575	1577																
PEERR4	ef04	*1590	1584	1586																
PEERR5	ef12	*1597	1593	1595																
PEERR6	ef1f	*1604	1600																	
PEFIN1	eed6	*1566	1564																	
PEFIN2	eee4	*1573	1571																	

```

PEFIN3      eef5 *1582 1580
PEFIN4      ef07 *1591 1589
PEFIN5      cf15 *1598 1596
PEFING      ef22 *1605 1603
PERUN       ea00 *1011 0127
PERUN1      ea09 *1016 1030
PERUN2      ea29 *1031 1021
PETABLA     f200 *1687 1016
PONTIM      ed22 *1327 1311
PRECNT      ec7b *1244 1672
PRESEN      e0f2 *0175 0185 0208 0212 0220 0235 0239 0243
PRESEN1     e0fb *0179 0182
PRESEN2     e10a *0186 0177
PRETIM      ecdf *1292 1674
PRGLOC      a0bf *0151 0121
PRGLOC1     e0cb *0157 0155
PRGNUM      e09c *0133 0120
PRGNUM1     e0a6 *0137 0135 0149
PRIOR       006c *0029 0443 0451 0468 0476 0486 0494 0500
            0508 0516 0524 0536 0544 0550 0560 0564 0576
            0592 0602 0609 0662 0835 0866 0873 0882 0888
            0895 0905 0909 0919
PROGERR     ef30 *1619 1031 1565 1572 1581 1590 1597 1604
            1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696
            1697 1698 1699 1700 1701 1702 1711 1713 1714
            1715 1716 1717 1718 1727 1728 1729 1730 1731
            1732 1733 1734 1743 1744 1745 1746 1747 1748
            1749 1750 1751 1752 1754 1756 1758 1760 1762
            1763 1764 1765 1766 1767 1768 1770 1771 1772
            1773 1774 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782
            1783 1784 1785 1786 1788 1790 1791 1792 1793
            1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802
            1804 1806 1807 1808 1813 1814
PROGERR1    ef3a *1622 1622
PROGRAM     00fe *0049 0086 0160 0338 0723 0733 0986 1015
            1038
PROGRAM1    0081 *0045
PROGRAMH    00fe *0046 0257
PROGRAML    00ff *0047 0260
RANDIN      eb1b *1066 1640
RANDNI      eb23 *1070 1641
RENGLON     006f *0032 0685 0702 0711 0731 0826 0998
            0004 *0008 1055 1062 1067 1068 1072 1073 1076
            1077 1081 1082 1086 1093 1098 1099 1103 1104
            1107 1108 1112 1113 1117 1124 1129 1130 1134
            1135 1139 1146 1151 1152 1156 1157 1160 1161
            1165 1166 1169 1170 1174 1175 1177 1185 1188
            1191 1195 1203 1216 1231 1252 1266 1274 1276
            1280 1283 1301 1480
RMS10      e84d *0846 0253 0256 0259 0262 0297 0689 0693
            0758 0773 0778 0785 0790
ROR2       ecbc *1274 1683

```

RORIN	eb2c	*1075	1649						
RORNI	eb34	*1079	1650						
RSTFLG	ec3f	*1216	1668						
RSTOUT	ec17	*1195	1189	1670					
RUN	ea2c	*1033	1019						
RUNO	ea3b	*1038	0087						
RUN1	ea3d	*1039	1050						
RUTINA	0000	*0007	1025	1026	1044	1045			
SAL1	ed85	*1382	1181						
SAL2	eda7	*1400	1199						
SALTE	ebff	*1182	1180						
SALTE1	ec22	*1200	1198						
SCNTEC	e368	*0368	0112	0133	0147	0276	0289	0339	0354
	0971								
SCNTEC1	e369	*0369	0371						
SEIS	ef16	*1599	1687						
SELABEL	ee19	*1468	1259	1268					
SELBAN	edcc	*1420	1205	1218	1431				
SELCON	edef	*1441	1254	1285	1452				
SERSTOP	eeb5	*1544	2325						
SERTMO	ee2e	*1483	2323						
SERTM01	ee45	*1493	1488						
SERTM02	ee48	*1494	1492						
SERTM1	ee49	*1495	2322						
SERTM11	ee60	*1505	1500						
SERTM12	ee63	*1506	1504						
SERTM2	ee64	*1507	2321						
SERTM21	ee7b	*1517	1512						
SERTM22	ee7e	*1518	1516						
SERTM3	ee7f	*1519	2320						
SERTM31	ee96	*1529	1524						
SERTM32	ee99	*1530	1528						
SERTM4	ee9a	*1531	2319						
SERTM41	eeb1	*1541	1536						
SERTM42	eeb4	*1542	1540						
SETCNT	ec5b	*1231	1660						
SETFLG	ec26	*1203	1658						
SETOUT	ebf4	*1177	1193	1664					
SETTIM	ecf1	*1301	1662						
SHIFT	e348	*0353	2206	2231					
SHIFT2	e365	*0365	0356						
SIGUE1	ed74	*1371	1368						
SIGUE2	ed76	*1372	1370						
TCNT	000e	*0050	1335						
TCTL1	0020	*0056	0089	1334					
TEC	8000	*0002	0093	0096	0377	0380	0389	0392	0416
TECERR	e0d5	*0163	0117	0131	0136	0156			
TECERR1	e0df	*0166	0166						
TCTBL	fefc	*2305	0410						
TFLG1	0023	*0058	0091	1339	1493	1505	1517	1529	1541
TIMO	0065	*0022	1487						
TIM1	0066	*0023	1499						

TIM2	0067	*0024	1511																	
TIM3	0068	*0025	1523																	
TIM4	0069	*0026	1535																	
TIMAND	ebc1	*1150	1646																	
TIMER	ed47	*1346	1138	1144	1150	1154	1168	1172												
TIMOR	ebe3	*1168	1655																	
TMSK1	0022	*0057	0090	1340	1341	1490	1491	1502	1503											
	1514	1515	1526	1527	1538	1539														
TOC1	0016	*0051	1485	1486																
TOC2	0018	*0052	1497	1498																
TOC3	001a	*0053	1509	1510																
TOC4	001c	*0054	1521	1522																
TOC5	001e	*0055	1533	1534																
TRANSCON	ee0e	*1459	1233	1244																
TRES	eee5	*1574	1753	1755	1757	1759	1761	1769	1775											
	1803	1805	1810																	
TRUE	ecc3	*1278	1638																	
UNO	eec7	*1559	1703	1704	1705	1706	1707	1708	1709											
	1710	1712																		
VER	edee	*1440	1438																	
VERA	ee25	*1478	1053	1059	1084	1090	1115	1121	1137											
	1143	1278																		
VICKY1	e87b	*0866	0462	0466																
VICKY2	e89b	*0882	0534	0590																
VICKY4	e8b6	*0895	0582	0586																
VICKY5	e8d1	*0909	0624	0632	0640	0648	0656													

Number of errors 0

**APENDICE B :**

**SENSORES Y ACTUADORES**

## APÉNDICE B: SENSORES Y ACTUADORES

Para controlar procesos industriales se utilizan sistemas de instrumentación, es de nuestro interés ver en que consiste un sistema de instrumentación electrónico pues un PLC puede formar parte de esta.

Un sistema de instrumentación electrónico consiste de un número de componentes que se usan para medir y registrar el resultado. Generalmente consiste de tres elementos: un dispositivo de entrada, un acondicionador de la señal y un dispositivo de salida. El dispositivo de entrada, recibe la cantidad bajo medición y entrega al acondicionador de señal una forma de onda eléctrica proporcional a ella. En el acondicionador, la señal es amplificada, filtrada, o modificada para que sea aceptada por el dispositivo de salida. El dispositivo de salida puede ser un simple medidor indicador, un registrador de cinta magnética o puede ser un computador digital para la manipulación de datos o un proceso de control.

Un PLC cuenta ya con un módulo de entradas donde se hace el acondicionamiento de la señal, el procesamiento de datos o control se hacen dentro del PLC (en la tarjeta de control).

Finalmente se envían señales de control de baja potencia a los módulos de salida donde se encuentra una etapa de potencia para que el PLC pueda manipular a su vez actuadores que se encargan de operar sobre el proceso o máquina directamente.

La señal de entrada de la mayoría de los sistemas de instrumentación no es eléctrica. Para usar métodos eléctricos en la manipulación, medida, control, la cantidad no eléctrica debe convertirse en una señal eléctrica por medio de un dispositivo llamado transductor.

Las entradas dan al PLC información del estado de las máquinas y/o procesos, con lo cual decide el estado apropiado de los dispositivos de salida. Tales entradas provienen de dispositivos conocidos como sensores. A los dispositivos de salida se les llama actuadores.

Las entradas y salidas responden a dos funciones básicas:

ENTRADAS.- Adquisición de datos.

SALIDAS.- Mando de potencia.

En el mercado se ofrece una gran variedad de estos dispositivos, para adquisición de datos: una gama de interruptores de posición, detectores de proximidad, inductivos capacitivos, fotoelectrónicos, neumáticos, electroneumáticos.

Para mando de potencia: una gama de contactores y distribuidores electroneumáticos, neumáticos.

En la figura B.1 se presenta un diagrama donde ven algunos de los dispositivos que se pueden utilizar como interfase entre un PLC y el Proceso.

Una vez visto en forma general los dispositivos de entrada y salida a continuación se ven con mayor detalle:

### **Sensores**

También llamados transductores, son dispositivos especiales que determinan el estado de una variable cualquiera que en ese momento se este analizando. Transforman las variables medidas en señales eléctricas. Dichas variables pueden ser entre otras: temperatura, presión, rango de flujo, contenido químico, densidad, señales eléctricas, electrónicas, etc.

Una clasificación de los diferentes tipos de sensores que se manejan en las diferentes áreas de control es la siguiente:

- 1.- Sensores de movimiento y fuerza.
  - a) Sensores de movimiento lineal.
  - b) Sensores de movimiento angular.

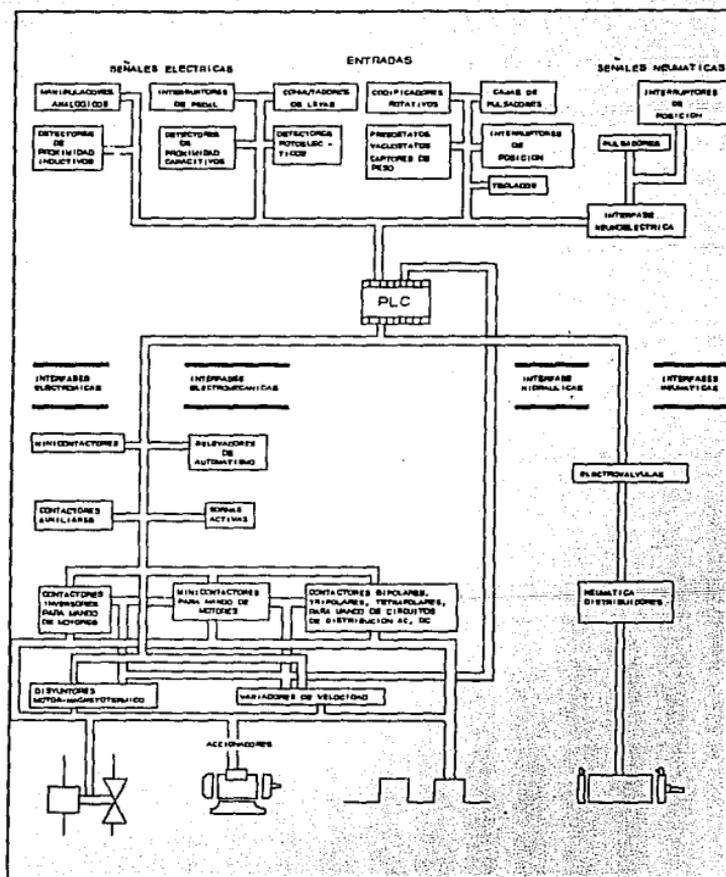


Figura B.1 Entradas y Salidas del PLC

- c) Sensores de velocidad de rotación.
- d) Sensores de compresión.
- e) Sensores de Tensión.
- f) Sensores de torque.
- g) Sensores de vibración y aceleración.
- h) Sensores de altitud.

## 2.- Sensores de Fluidos

- a) Sensores de flujo de fluido.
- b) Sensores de presión de flujo.
- c) Sensores de nivel de líquidos.

## 3.- Sensores de humedad y viscosidad.

- a) Sensores del tipo Higrómetro.
- b) Sensores del tipo Sicrómetro.
- c) Sensores de punto de condensación.

## 4.- Sensores de luz y radioactividad.

- a) Sensores de luz.
- b) Sensores de rayos X.
- c) Sensores de radiación nuclear.

**5.- Sensores de temperatura.**

- a) Sensores de temperatura bimetalicos.
- b) Sensores de temperatura resistivos.
- c) Pirómetro de radiación.
- d) Sensores de temperatura de cristal oscilante.

**6.- Sensores Generales.**

- a) Sensores de consistencia o de espesor.
- b) Sensores de proximidad.
- c) Sensores químicos.
- d) Sensores de sonido.

A continuación se describen solo algunos de estos por considerarlos de mayor aplicación en el uso de PLC's:

**Sensores de proximidad.**

Los sensores de proximidad son dispositivos que detectan cuando un elemento llega a una determinada posición donde se encuentra el sensor, generalmente son interruptores On/Off. Dependiendo del material que se quiere detectar se usan sensores inductivos, capacitivos o fotoelectrónicos.

**-Sensores de proximidad inductivos**

Son sensores que detectan sin contacto movimientos funcionales convirtiéndolos en una señal eléctrica. Estos reconocen objetos metálicos y funcionan sin contacto.

En el siguiente cuadro se ven algunas características que el fabricante ( en este caso FESTO ) proporciona para sensores de este tipo:

Referencia	N.º Artículo/Tipo	
Salida PNP	19094 SIE-6,3 S-PS-K=LED	19096 SIE-6,3 S-PS-S=LED
Salida NPN	19093 SIE-6,3 S-NS-K=LED	19097 SIE-6,3 S-NS-S=LED
Conexión	3 cables protegidos, 2,5 m de longitud	conector
Tensión de mando	10 hasta 20 V <sub>e</sub>	
Potencia de mando máx	125 mW	
Tiempo de mando	0,3 ms	
Temperaturas de funcionamiento	-25 hasta +70 °C	
Rango de detección	0 hasta 1,5 mm	
PNP: Carga conectada al polo positivo de la alimentación		
NPN: Carga conectada al polo negativo de la alimentación		

#### -Sensores de proximidad capacitivos

Este tipo de sensores detectan movimientos de materiales dieléctricos, son interruptores que se activan con la presencia de un material dieléctrico.

#### -Sensores fotoelectrónicos.

Los sensores fotoelectrónicos se componen básicamente de un emisor de luz asociado a un receptor fotosensible.

La detección de un objeto es efectiva cuando éste interrumpe o hace variar la intensidad del haz de luz.

La emisión se efectúa por un diodo electroluminiscente que emite un campo próximo al infrarrojo; esto garantiza una alta inmunidad a luces parásitas, así como duración de vida prácticamente ilimitada. Para realizar la detección de objetos en las distintas aplicaciones, 3 sistemas de base son mostrados:

-Sistema de barrera: Para largas distancias o para detección de objetos cuyo poder reflejante prohíbe la utilización de un sistema reflex. Emisor y receptor están separados. Este sistema permite detectar cualquier objeto que interrumpa la luz.

-Sistema reflex: Para medias distancias y sobre todo cuando es difícil montar un emisor y receptor separados. Emisor y receptor están incorporados en un mismo cuerpo. El retorno del haz se asegura por un reflector montado frente a frente; la detección se realiza por la interrupción del haz reflejado.

-Sistema de proximidad: Para distancias cortas. Un reglaje de sensibilidad permite limitar la influencia eventual del entorno en la parte trasera del objeto a detectar. Emisor y receptor

están incorporados en un mismo cuerpo. El haz en este caso es reflejado en parte hacia el receptor por cualquier objeto próximo.

El siguiente cuadro muestra las características comerciales que FESTO proporciona para sensores optoelectrónicos del tipo reflex.

Referencia	N.º Artículo/Tipo	
Salida PNP	31341	31343
	COE-RT/LM18-PS-K-LED	SOE-RT/L-M18-PS-S-LED
Salida NPN	31342	31344
	SOE-RT/L-M18-NS-K-LED	SOE-RT/L-M18-NS-S-LED
Conexión	3 cables protegidos, 2,5 m de longitud	conector para caja angular
Tensión de mando	10 hasta 30 V <sub>cc</sub>	
Potencia de mando máx.	200 mA	
Tiempo de mando	0,5 ms	
Temperaturas de funcionamiento	0 hasta 80 °C	
Rango de detección	25 a 80 mm ó 1 a 150 mm	
PNP: Carga conectada al polo positivo de la alimentación		
NPN: Carga conectada al polo negativo de la alimentación		

### Sensores de Presión

Se conocen como presostatos y vacuostatos. sirven para controlar o regular una presión en un circuito neumático o hidráulico .

Estos transforman un cambio de presión en una señal eléctrica "todo o nada". Cuando alcanzan una cierta presión preseleccionada, un contacto de tipo ruptura brusca cambia de estado.

## Actuadores

Se definirá a los actuadores, también llamados elementos de control final, a aquellos mecanismos capaces de variar el valor de la variable procesada; como respuesta a las señales de salida de un controlador automático, de un dispositivo de control activado manualmente o bien de la manipulación directa.

También se puede decir que los actuadores son una especie de transductores, los cuales convierten las señales de control desde una forma o nivel de energía en otros diferentes, como la acción mecánica, que es empleada para manipular la variable de interés que resulta de una señal eléctrica.

En sistemas digitales, un microprocesador controla variables mecánicas tales como la posición u orientación de un objeto . Esto requiere de un dispositivo de salida, que pueda transformar señales de control electrónicas en movimientos . Un relevador puede considerarse como un tipo sencillo de actuador de control de posición de un conmutador mecánico. movimientos más complicados se controlan con dispositivos electromecánicos más potentes, por ejemplo: solenoides y motores.

A continuación se presenta una clasificación general de los tipos de actuadores que se han desarrollado hasta el momento:

- Hidráulicos.
- Neumáticos.
- Electrohidráulicos.
- Electroneumáticos.
- Mecánicos.
- Eléctricos.

En seguida se verán los actuadores eléctricos que son de mayor interés en nuestro proyecto.

#### Actuadores Eléctricos.

Un actuador eléctrico es un dispositivo excitado por una fuente de energía eléctrica, siendo accionado por un sistema de control eléctrico.

Estos actuadores son normalmente utilizados para controlar o posicionar válvulas de varios tipos, pero también pueden ser utilizados para controlar otro tipo de dispositivos tales como reóstatos, interruptores, quemadores, autotransformadores para la regulación de velocidad de motores, etc.

Con el empleo de estos actuadores se puede facilitar la integración de los elementos de control y señalización en un panel centralizado, con lo cual se visualiza el estado actual del sistema y simplifica la toma de decisiones para un buen manejo. En forma general un actuador eléctrico ha de ser conceptualizado para realizar las funciones que efectuaría la mano del hombre, además de ofrecer diferentes opciones en cuanto al comportamiento del sistema, como son mayor rapidez en su respuesta y una mejor precisión en su operación.

#### **Clasificación de los actuadores eléctricos**

##### **Actuadores de dos posiciones:**

- Solenoides**
- Relevadores**
- Contactores**

##### **Actuadores multiposicionales:**

- Motor eléctrico reversible.**
- Motor eléctrico de velocidad variable.**
- Tiristores.**

En seguida se presenta un breve análisis de algunos actuadores de interés para nuestro propósito.

#### Solenoides

Un solenoide es un dispositivo que está formado esencialmente por un circuito magnético que consta de un devanado y una armadura. Cuando una corriente eléctrica es suministrada al devanado, se produce un campo magnético, el cual hace que la armadura se mueva a la posición energizada; cuando la corriente es retirada la armadura regresa a la posición de reposo. Los solenoides se emplean principalmente para controlar válvulas de dos posiciones, teniendo actuadores llamados válvulas solenoides, debido a que el solenoide y la válvula forman una sola unidad.

En el siguiente cuadro se muestran las características típicas que un fabricante (FESTO) proporciona para electroválvulas.

Referencia N. Art./Tipo	14660 MEH-3-0,9
Presión de funcionamiento	de -0,9 hasta 8 bar
Diametro interior	0,9 mm
Caudal nominal	22 l/min
Tiempo de conexión	10/16 ms
Tensión de servicio	24 V ± 10%
Toma de potencia	1,44 W

### Relevador

Un relevador es un interruptor que opera por medios electromagnéticos. En este caso, un circuito magnético contiene una parte móvil llamada armadura, y una parte fija denominada yugo; ambos están contruidos con algún material ferromagnético. La mayoría de las veces la armadura se mantiene separada del yugo mediante un muelle o resorte, formándose un entrehierro en el circuito magnético. En la parte fija del circuito se coloca uno o más devanados. La armadura se encuentra entrelazada a un contacto, en el cual se cierra o abre algún circuito. El principio de operación es el siguiente:

Cuando se aplica un voltaje al devanado, se produce una corriente en éste, que provoca un flujo magnético a través del circuito y el entrehierro produciéndose una fuerza la cual hace que la armadura y el yugo tiendan a unirse. Si se aplica una corriente que incremente el flujo de manera que la fuerza que se presenta sea suficiente para vencer la tensión del resorte de la armadura, entonces se cerrará el contacto unido a la armadura. En alguno de los extremos del circuito ya sea en la armadura o en el yugo, se coloca una terminal de cobre, para cerrar de una manera más eficiente dicho circuito.

## Contadores

Son interruptores similares a los relevadores, actúan por medios electromagnéticos, al aplicar un voltaje al devanado, se produce una fuerza que cierra los contactos. Los contactores difieren de los relevadores en que están diseñados para soportar corrientes grandes en sus contactos, generalmente se utilizan para el mando de motores eléctricos.

En el siguiente cuadro se observan algunas características para determinados contactores:

TIPO	TENSION V	INTENSIDAD mA	ESTADO 0 GARANTIZADO	ESTADO 1 GARANTIZADO
C.C.	24	30	menor 2.4	mayor 20.4
	48	20	4.8	40.8
	5 a 24		2.5	4.0

## Tiristor

El rectificador controlado de silicio (SCR), es un tiristor que funciona como un interruptor electrónico para potencias elevadas. Está construido básicamente de silicio y se destina al control de corrientes y voltajes. Este dispositivo se utiliza en los casos en que la capacidad de control y la tensión de bloqueo del transistor son insuficientes.

Los SCR's están formados por cuatro capas (2p y 2n) alternadas. Su forma externa es similar a la del rectificador de silicio, pero éste tiene tres terminales de conexión. éstas terminales se designan mediante A (ánodo), K (cátodo) y St (electrodo de control o compuerta). Cabe señalar que existen otros tipos de tiristores, tales como el TRIAC el cuál es similar a un SCR con la diferencia de que el TRIAC se emplea para controlar corriente alterna.

El SCR se encuentra bloqueado (en estado de no conducción) mientras la tensión entre ánodo y cátodo sea negativa; cuando dicha tensión toma valores positivos, el dispositivo continua bloqueado hasta que se haga pasar un pulso positivo entre la compuerta y el cátodo.

Un tiristor se usa ampliamente en la rectificación de corriente alterna, lo cual se logra al aplicar en la compuerta pulsos sucesivos, que hacen que fluya la corriente en un solo sentido, con el tiristor, se pueden controlar grandes potencias con pequeñas corrientes de control. Su acción se produce sin desgastes.

Los tiristores se fabrican de diversos tipos, se pueden encontrar para corrientes desde 1 a 400 amperes y para tensiones de bloqueo de hasta 1.2 Kilovoltios.

Selección de un actuador.

Para esta selección se deben tomar en cuenta varios aspectos tanto económicos como de especificaciones y referencias de detalle del proceso en que se va a utilizar dicho actuador. A continuación se presenta una alternativa para esta selección.

a) Donde se requiere este actuador?

- 1.- En que proceso se va a utilizar?
- 2.- Que acción va a controlar?
- 3.- Cuáles son las características que se controlaran?
- 4.- Que espacio se tiene disponible para el actuador?
- 5.- A que distancia se encontrará el actuador del sistema de control?
- 6.- Cuáles son las condiciones ambientales en que se tendrá el actuador?
- 7.- Cuál será el régimen de trabajo que deberá soportar el dispositivo?

b) Referencias del tipo de sistema de control.

- 1.- Que tipo de sistema se tiene?
- 2.- Que salida tiene el sistema para energizar los actuadores?

- 3.- Se requiere de alguna circuitería externa al sistema para acoplarlo?
- 4.- Cuáles son las protecciones que tiene este sistema en caso de alguna falla en el actuador?

c) Del actuador.

- 1.- Que clase de actuador llena las características necesarias para el tipo de sistema a controlar?
- 2.- Que velocidad de respuesta debe tener el actuador para que sea compatible con el proceso?
- 3.- Cuales son los rangos de precisión y error permisibles?
- 4.- Cual es el ciclo de vida del actuador de acuerdo con el régimen de trabajo al que se va a exponer?
- 5.- Definir el mantenimiento necesario para obtener la mayor eficacia del actuador y con que frecuencia debe realizarse.

d) Disponibilidad comercial

- 1.- Que tipos de actuadores se encuentran en el mercado según nuestras necesidades de trabajo?
- 2.- Estas características comerciales son suficientes para cumplir con nuestros objetivos?

- 3.-Que disponibilidad existe para cambiar el actuador seleccionado en caso de que nuestras necesidades así lo requieran?
- 4.- Línea de fabricantes que producen el actuador seleccionado y su confiabilidad dentro del mercado.
- 5.- Servicios y garantías ofrecidas por dichos fabricantes.

e) Aspectos económicos.

- 1.- Cuál será el costo de adquisición, instalación y puesta e operación del actuador seleccionado.

## BIBLIOGRAFIA

LS/S/TTL/ Logic Data Book  
National Semiconductor Corporation  
1987

HC11, M68HC11 Reference Manual  
Motorola  
1991

Nichols Joseph  
Microprocesador Z-80 Programacion e Interfaces  
Marcombo, 1984

Rangel Gutierrez Raymundo Hugo  
Apuntes de Programacion Estructurada  
FI UNAM DIME depto. Computacion

Telemecanique  
Automates Modulaires Multifonctions TSX 47/67/87  
Catalogue 08.1989

Ayala San Martin Gerardo  
Bravo Chavestre Carmen  
Introduccion a la Computacion  
UNAM, DGSCA, 1985

Klementiev S. D.

Automatica y Telemecanica

Ed. Lautauru, 1962

p.p. 11-21

Horta Santos Jose

Tecnicas de Automacion Industrial

Ed. Limusa , 1982

p.p. 39-50, 120-138, 197-218

Zinchenco V. y Monipov V.

Fundamentos de Ergonomia

Ed. Progreso, 1985

Ramos Marroquin Pedro Eduardo

La Ergonomia y el Rendimiento en el Trabajo Industrial

Ed. Trillas, 1985

Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores

Panero Julius y Zelnik Martin

Ed. G. Gilli, 1984

PC'S Control PLC'S With Third Party Software

Bailey S.I.

Control Eng. (USA), Vol. 35, No. 9, p.p. 114- 115 (Sep-1988)

**Allen-Bradley Introduces a New Line of PLC'S**

Babb M.

Control Eng. (USA), Vol. 35, No. 10, p.p. 57-59 (OCT-1988)

**Application of PLC for Pipeline Local and Remote Control**

Wilson I.E. , Bried F.

IEEE Trans. Ind. Appl. (USA), Vol. 24, No. 6, p.p. 1082-1088  
(Nov-Dec 1988)

**New I/O System Connects Operator Devices to PLC'S**

Babb M.

Control Eng. (USA), Vol. 35, No. 11, p.p. 90-91 (Nov 1988)

**Micro Controllers Get Macro Power**

Finham B.

Control Instrum (UK), Vol. 21, No. 1, p.p. 45-47 (Jan 1989)

**Mind Your Language (PLC)**

Electr. Rev. (UK), Vol. 222, No. 5, p.p. 20,21 (March 1984)

**PLC'S Take on New Challenges**

Cleaveland P.

I & CS (USA), Vol. 62, No. 3, p.p. 29-38 (March 1989)

PLC'S Into the 1990'S

Janasy L.C.

Automation (USA), Vol. 36, No. 4, p.p. 20-22,24 (April 1989)

Designing Better Programs for Controllers

Control and Instrum (UK), Vol. 18, No. 11, p.p 75,79,81,83  
(Nov 1986)

Programmable Message Displays Solve PLC Networking Problem

I & CS (USA), Vol. 62, No. 10, p.p 103-105 (Oct 1989)

PLC Software Moves into the New Decade

Control Instrum (UK), Vol. 22, No. 4, p.p. 90-91 (April 1990)

Controllers Dancing to a New Tune ?

Control Instrum (UK), Vol. 22, No. 1, p.p. 36-37,40 (Jan 1990)

PLC'S What's Ahead ?

Cleaveland P.

I & CS (USA), Vol. 63, No. 3, p.p. 37-48,50,52 (March 1990)

Three Boards on Four Chips Equal \$ 2000 PLC

Control Eng (USA), Vol. 37, No. 5, p.p. 84-85 (April 1990)

Batch Control Systems 1990: PLC'S Versus PC'S

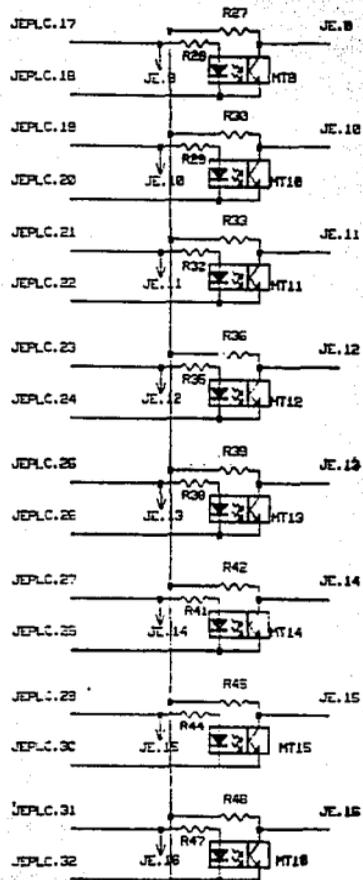
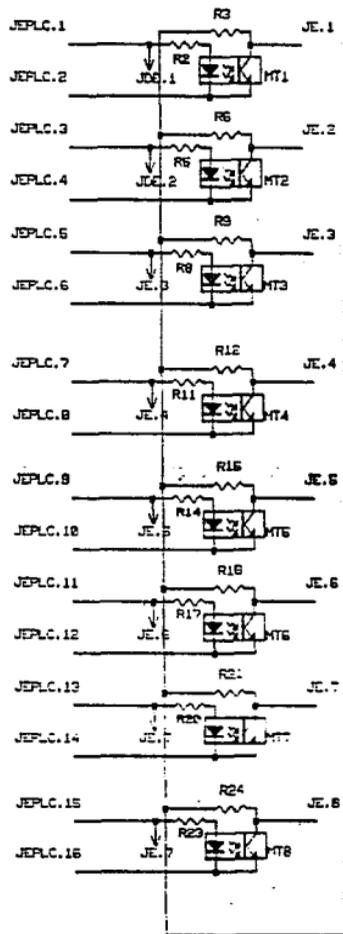
Control Eng (USA), Vol. 137, No. 7, p.p. 89-91 (June 1990)

**PLC'S Find Favour in Process Control**

**Control Instrum (UK), Vol. 22, No. 8, p.p.43,45 (Aug 1990)**

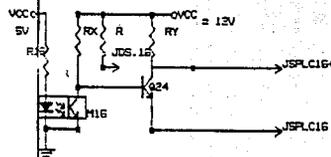
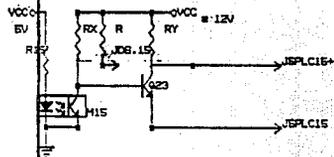
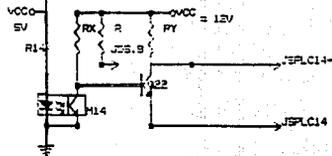
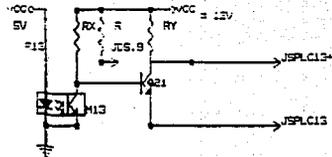
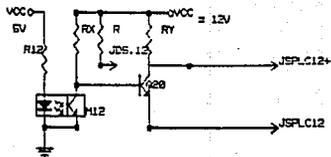
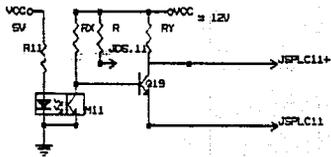
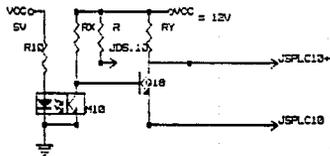
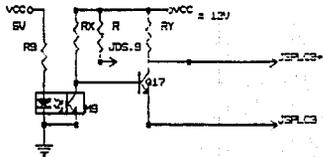
**Risk Using PLC'S for Safety Protection**

**Control Instrum (UK), Vol. 22, No. 9, p.p. 53,57 (Sep 1990)**



VCC = 5V





J5  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16

JSPLC  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16

JSPLC  
Q17 3 -  
Q17 3 +  
Q18 10 -  
Q18 10 +  
Q19 11 -  
Q19 11 +  
Q20 12 -  
Q20 12 +  
Q21 13 -  
Q21 13 +  
Q22 14 -  
Q22 14 +  
Q23 15 -  
Q23 15 +  
Q24 16 -  
Q24 16 +

PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER	
Reason	ETAPA DE SALIDA
DIM. DOCUMENTO NUM.	REV
8	SALIDAS A TRANSISTOR
013 : 530.	38, 1982 P.03