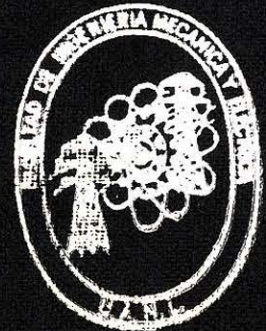


# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



"APLICACION DE LOS PLC's PARA LA  
SINCRONIZACION DE 4 SEMAFOROS, 2 VIAS"

## TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA:

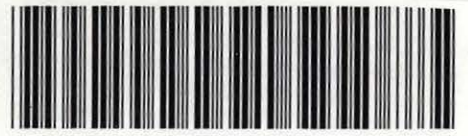
JOSE MIGUEL CASTELLANOS DE LA FUENTE

ASESOR: ING. CARLOS HERNANDEZ TOVAR

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.

FEBRERO 1997

I  
IJ223  
.P76  
C388  
C.1



1080076783

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



"APLICACION DE LOS PLC's PARA LA  
SINCRONIZACION DE 4 SEMAFOROS, 2 VIAS"

## TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA:

JOSE MIGUEL CASTELLANOS DE LA FUENTE

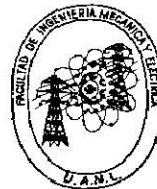
ASESOR: ING. CARLOS HERNANDEZ TOVAR

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.  
FEBRERO 1997





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

*"APLICACIÓN DE LOS PLL'S PARA LA SINCRONIZACIÓN DE  
4 SEMÁFOROS, 2 VÍAS".*

***TESINA***

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES PRESENTA

*JOSÉ MIGUEL CASTELLANOS DE LA FUENTE*

ASESOR: ING. CARLOS HERNANDEZ TOVAR

Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L.  
Febrero de 1997.

## AGRADECIMIENTOS

*Señor gracias por permitirme haber logrado mis metas, por tu apoyo a mis padres y hermano, por que estuviste siempre conmigo en los momentos que parecían difíciles y que con tu gran ayuda pude salir adelante.*

*Agradezco a todas las personas que contribuyeron a la realización de esta tesis. Por que con sus trabajos, dedicación y sacrificios la hicieron posible.*

*A mis maestros por sus enseñanzas y asesorías en mis estudios profesionales.....*

*A mi facultad por haber sido mi casa de estudio durante cuatro años y medio....*

*A mis amigos que compartieron conmigo momentos de alegría y de tristeza.....*

*A el Ing. Gerardo Elizondo Regalado de GEFanuc por la prudencia e intuición que apporto en la elaboración de este trabajo. Por su contribución en la información proporcionada....*

*A el Ing. Carlos A. Tovar por su invaluable apoyo en la realización de esta tesis. Por sus Asesorías y recomendaciones....*

*A mis padres por sus apoyos incondicionales, por sus oraciones.....*

*A mis hermanos por sus consejos....*

*A todos ellos y a Dios*

*GRACIAS.*

## *DEDICATORIA.*

*Dedico esta tesis a mis Padres, Hermanos y familiares que confiaron en mí. Por su apoyo moral y económico en todos estos momentos, por sus sacrificios y por haberme brindado la mejor de las Herencias. Ser hoy un profesionalista.*



# ÍNDICE

	Indice.....	3
<b>1</b>	<b>HISTORIA DEL PLC.</b>	
1-1	Definición.....	5
1-2	Diseño conceptual del PLC.....	5
1-3	Ventajas del PLC respecto a lógicas de relés.....	7
1-4	Desventajas del PLC respecto a lógica de relés.....	8
1-5	Ventajas del PLC respecto a lógicas CMOS.....	8
1-6	Desventajas del PLC respecto a lógicas CMOS.....	9
1-7	Primeras innovaciones.....	9
1-8	Ventajas del PLC.....	11
1-9	Desventajas del PLC.....	12
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN AL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE SERIE 90-30.</b>	
2-1	Equipo del PLC serie 90-30.....	14
2-2	PLC Serie 90 con CPU Modelo 331.....	14
2-3	Características de los PLC's.....	15
2-4	Características del PLC serie 90-30.....	15
2-5	Descripción del producto del PLC serie 90-30.....	15
2-6	Capacidad del CPU serie 90-30.....	16
2-7	PLC serie 90-30 con CPU modelo 311.....	17
2-8	PLC serie 90-30 con CPU modelo 331.....	17
2-9	Especificaciones generales.....	18
2-10	Configuración y programación.....	18
2-11	Configuración del sistema con programador portátil ó software de LogicMaster 90.....	19
2-12	Programación del sistema con el software LogicMaster 90.....	19
2-13	Programación del sistema con el programador portátil.....	19
2-14	Estructura de los programas.....	20
2-15	Memoria del usuario para el PLC serie 90-30.....	21
2-16	Referencias del usuario.....	21
2-17	Tipos de referencias del usuario.....	22
2-18	Referencias de registros del usuario.....	22
2-19	Referencias discretas del usuario.....	23
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA EN EL SOFTWARE LM90-30.</b>	
3-1	Referencias.....	25
3-2	Creando y editando la lógica de escalera.....	27
3-3	Estructura de un travesaño de lógica de escalera.....	27
3-4	Funciones de rele.....	29
3-4-1	Usando contactos.....	29
3-4-2	Usando bobinas.....	29
3-4-3	Tipos de bobinas.....	29
3-4-4	Contacto normalmente abierto.....	30
3-4-5	Contacto normalmente cerrado.....	30
3-4-6	Bobina.....	31

3-4-7	Bobina negada.....	31
3-4-8	Bobina retentiva.....	32
3-4-9	Bobina retentiva negada.....	32
3-4-10	Bobina de transición positiva.....	32
3-4-11	Bobina de transición negada.....	32

4 SISTEMAS DE E/S Y MÓDULOS DE LOS PLC SERIE 90-30

4-1	Sistema de E/S del PLC de la serie 90-30.....	34
4-2	Subsistema de E/S del PLC de la serie 90-30.....	34
4-3	Tipos de módulos de E/S del modelo 30.....	34
4-4	Tablilla de terminales universales.....	35
4-5	Direccionamiento de los módulos de E/S.....	36
4-6	Módulos de opción para el PLC de la serie 90-30.....	36
4-7	Módulos de comunicación Genius.....	36
4-8	Contador de alta velocidad.....	36
4-9	Módulo coprocesador programable.....	37
4-10	Placas bases.....	38
4-11	Placas bases serie 90-30 modelo 311.....	38
4-12	Opción PROM del usuario.....	39
4-13	Placa base de la CPU del PLC serie 90-30 del modelo 331.....	40
4-14	Placa base de expansión del PLC serie 90-30 modelo331.....	40
4-15	Cables de expansión.....	41
4-16	Ubicación de la fuente del poder en la placa base.....	41
4-17	Conexiones para cableada de campo a la fuente de poder.....	42
4-18	Indicadores de estado en la fuente de poder.....	42
4-19	Conector de puerto serial de la CPU en la fuente de poder.....	43
4-20	Batería respaldo para la memoria RAM.....	43
4-21	CPU para los PLC's series 90-30.....	43
4-22	Módulos de E/S modelo 30.....	44

5 OPERACIÓN DEL SISTEMA.

5-1	Introducción.....	46
5-2	Resumen del barrido del PLC.....	46
5-3	Barrido estándar del programa.....	46
5-4	Tareas internas (house/keeping).....	47
5-5	Exploración de entradas.....	48
5-6	Exploración o solución lógica del programa de aplicación.....	48
5-7	Exploración de salidas.....	48
5-8	Cálculo de revisión-por-suma de la lógica del programa.....	49

6 APLICACIÓN DE LOS PLC's PARA LA SINCRONIZACIÓN DE 4 SEMÁFOROS 2 VÍAS

6-1	Tipos de sensores.....	50
6-2	Descripción del sistema.....	52
6-3	Operación.....	56
6-4	Modo manual.....	57
6-5	Modo automático.....	57

7 GLOSARIO ..... 69

# I HISTORIA DEL PLC

## 1-1 Definición.

Un controlador programable, llamado formalmente un Controlador Lógico Programable o PLC, puede definirse como un dispositivo de estado sólido miembro de una familia de computadoras. Es capaz de almacenar instrucciones para implementar funciones de control tales como secuencia, regulación de tiempo, conteo, aritmética, manipulación de datos y comunicaciones para maquinas y procesos industriales.

Muchas definiciones pueden usarse para describir un controlador programable. Sin embargo, un PLC puede verse en términos simples como una computadora industrial la cual ha sido diseñada específicamente en su unidad central de procesamiento y en su circuitería de interfase a los dispositivos de campo (conexiones al mundo real).

## 1-2 Diseño conceptual del PLC.

Los primeros controladores programables fueron reemplazadores de los relevadores. Algunas de las especificaciones iniciales incluían lo siguiente:

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

Los primeros PLC's ofrecieron funcionalidad en la relevación, reemplazando así la lógica de relevación y el uso en ambiente industrial fue alcanzado. La programación, aunque tediosa, tenía un standard reconocible: *Formato Escalera*.

Un controlador lógico programable es un equipo electrónico, utilizado para control de secuencias lógicas de control automático, principalmente de máquinas, basado en técnicas digitales con microprocesador o micro-computador, inicialmente sólo con entradas y salidas binarias (dos estados: "0" y "1" = 24 V); con un circuito muy parecido a una computadora en su interior, pero forzado a ser similar a una lógica de:

a) Relés: es un electroimán que al ser alimentado en los extremos, empuja a través de la armadura a un contacto inversor y lo fuerza a cambiar de estado: es decir, el contacto "normalmente abierto" pasa a ser cerrado y el "normal cerrado" pasa a ser abierto; cumple de esta forma la función de inversión lógica de estado (función NOT) y de multiplicación

de cantidad de contactos, para tener suficientes contactos “libres” para armar las combinaciones Lógicas: AND (serie), OR (paralelo), etc.

b) Temporizador o “Timer” es un elemento electromecánico que cambia el estado de un contacto “libre de conexión interna”, después de un tiempo de ser alimentado eléctricamente, con el fin de proveer un retardo o dosificación en medio de un proceso. Generalmente se implementa mediante un motor, electroimán de activación y un resorte que lo retorna al origen al ser des-excitado.

c) Contador electromecánico. Se cierra un contacto externo por cada evento a contar, el cual lleva energía a un electroimán que, a través de una cremallera, hace avanzar a un conjunto de engranajes numerados, como en el “odómetro” o cuenta kilómetros del auto; la cuenta es descendente y cuando llega a “000.0” las muescas en todas las ruedas coinciden y se produce la función lógica “AND” (simultáneo), moviendo un contacto de salida al estado excitado.

d) Programador de tambor. Es un tambor (cilíndrico) con sobrerrelieve puntual (leva), como el de una caja de música, movido por un motor sincrónico; este sobrerrelieve puntual mueve contactos eléctricos que son la señal de salida del programador; la marcha del motor que mueve el tambor con los sobrerrelieves, puede ser permanente o intermitente, controlada por la lógica de contactos.

Este cambio forzado de su naturaleza o tecnología se manifiesta en:

1. Preparado para recibir todo el “cableado externo” en cable de 1 X 0.75 ó 1 X 1.50 mm<sup>2</sup> con terminales de compresión, se conecta a través de terminales a tornillo de las medidas estándares en relés y borneras eléctricas (3.5 mm) de modo de simplificar la intervención manual de la persona que se mueve en un ambiente en que predomina equipo eléctrico.
2. El lenguaje de programación no es el típico en micro-computadores (“ensamblador”) sino que está basado en los “diagramas de contactos eléctricos en escalera” (en ingles “ladder”).

La revolución industrial en 1780 comenzó con aumento de la producción a través del “automatismo” de los procesos de fabricación, tratando de depender cada vez menos de la falibilidad humana, porque en realidad somos más aptos para tareas inteligentes como la investigación, desarrollo y búsqueda de fallas, para la creación más que para la monotonía; que es lo que produce una fatiga muy grande, que a veces lleva a la muerte en forma directa: como el “stress”, esta fatiga produce a su vez fallas humanas (las cuales producen cuantiosas pérdidas materiales).

La AUTOMATIZACIÓN o AUTOMOCIÓN se basó inicialmente en lógicas mecánicas, luego en electromecánicas (como relés, timers a motor sincrónico y contadores electromecánicos) e incluso se presentaron comercialmente lógicas neumáticas (AND, OR, NOT) que competían en velocidad con los relés. También en la tecnología óleo-hidráulica se ofrecen comercialmente recursos para la implementación de pequeñas lógicas.

Pero paulatinamente se impusieron los relés, timers, contadores, programadores, para la implementación de lógicas de más de 100 relés. Por competencia en costo, accesibilidad operativa en el momento de ajuste, rapidez, confiabilidad.

El sistema basado en microprocesadores intentará “emular” (es decir imitar) la función electromecánica; y por lo tanto la programación se referirá a un elemento electromecánico con todas sus limitaciones.

### **1-3 Ventajas del PLC respecto a lógicas de relés.**

Las ventajas son varias:

1. Tamaño: un PLC chico, de 10 x 5 x 5 centímetros, posee: 6 relés ficticios de entrada, 8 relés reales de salida, 155 relés ficticios internos (1 bit cada uno), 20 temporizadores o timers, o contadores, o programadores de tambor, de 16 bits. Los contactos de cada relé ficticio pueden utilizarse indefinidamente, por ejemplo hasta completar la memoria de programa 700 pasos. Si se utiliza buen porcentaje de la “potencia” que ofrece la micro-electrónica, queda bien claro el ahorro de espacio; sólo en sistemas “muy sencillos” se plantea la duda de su utilización.

2. Confiabilidad: como los PLC se fabrican en grandes series (por millones), se puede por lo tanto depurar la calidad del diseño y armado; y además proveer con gabinetería en plástico inyectado, borneras y conectores muy adaptados a la necesidad industrial; esto se observa mejor en los sistemas modulares.

3. Reemplaza-habilidad: en el mercado mundial existen muchísimos equipos similares, que con solo cargar el mismo programa guardado en un disquete, funciona exactamente igual que el original. Esto quita el temor del empresario con respecto a la:

- a) continuidad en el tiempo; o en el
- b) espacio (si se exporta la máquina).

4. Facilidad para los cambios de programa: durante la “puesta en marcha”, casi siempre hace falta corregir la lógica, acá interviene solo el experto que opera sobre el medio para programación, no necesita generalmente hacer cambios en cableado, como sucede con las lógicas de relés.

5. Reducción de costos: el desarrollo de la aplicación requiere un experto, pero en las sucesivas máquinas (supuestas iguales) basta con cargar el programa, y se ahorra todo el cableado de la lógica a relés.

6. Mínimo Tiempo de Parada (estando ya en producción) para el cambio de programa por Pre-elaboración: este se puede estudiar y corregir mientras el PLC está corriendo el programa anterior (la máquina funcionando), el nuevo programa se salva en los medios magnéticos de la PC, y se carga en solo 5 minutos, si la nueva versión no funciona mejor,

se para la máquina y se recarga el programa anterior en otros 5 minutos (mucho menos que los necesarios para hacer y deshacer el cableado).

#### 7. Fácil monitoreo de señales:

7.1. Todos los PLC poseen Leds para indicar los estados de las entradas y salidas, no se requiere multímetro, ni punta lógica; y

7.2. A través de un medio especial (como PC) se pueden saber los estados de los relés internos y valores acumulados como tiempos o cantidades.

8. Ausencia de las perturbaciones que se producen en las lógicas a relé: en un grupo de contactos N.A. de un mismo relé "NO TODOS ABREN Y CIERRAN AL MISMO TIEMPO", esto es conocido como "aleatorios de unos y ceros". Si se pone un N.A. en paralelo con un N.C. del mismo relé, el circuito no debería abrirse, pero en la realidad puede abrirse. Del mismo modo si se coloca un N.A. en serie con un N.C. del mismo relé, idealmente el circuito no debería cerrarse, pero en realidad se puede cerrar. Estas perturbaciones producían fallas impredecibles; para prevenirlas se necesita hacer un análisis muy exhaustivo con diagrama de "Carnaught". En cambio, el PLC se parece a un contador binario sincrónico, y no presenta este problema.

#### **1-4 Desventaja del PLC respecto a lógica a relés.**

La única desventaja es la "tradición" tecnológica del usuario, que puede resistirse a la implementación mediante PLC como por ejemplo:

- \* si el personal técnico tiene miedo a la nueva tecnología o no desea actualizarse técnicamente; o
- \* existen fracasos anteriores con PLC que produjeron grandes pérdidas de dinero por el "lucro cesante" de tener la fábrica parada por mucho tiempo, recordemos que la escala de valores del que toma la decisión es generalmente muy distinta a la del técnico.

#### **1-5 Ventajas del PLC respecto a lógicas a CMOS.**

- \* Reemplaza-habilidad: el equipo con tecnología CMOS se diseña generalmente para una sola aplicación, el cliente puede prevenirse de las siguientes maneras:
  - a) tener circuitos impresos listos y sus listas de materiales; pero esto implica demasiada demora en el armado del reemplazo en la eventualidad de una catástrofe totalmente imprevisible, como un incendio parcial o choque de un móvil muy pesado, lo cual es muy común en la industria pesada.
  - b) tener circuitos impresos armados, pero esto aumenta el monto de la inversión. Por lo que el PLC tiene ventajas.

- \* **Facilidad de los cambios de programa.** Si bien una lógica a CMOS se puede desarrollar sobre un "proto-board"; los cambios no siempre se completan al 100% en el periodo de las pruebas, surgen irremediablemente después de terminado el circuito impreso. El costo del rediseño y el tiempo necesario para la reconstrucción son los dos puntos graves que tiene en contra este método.

### **1-6 Desventaja del PLC respecto a lógicas CMOS.**

La única desventaja que se ve, es su rapidez de operación, normalmente es de 10 o 20 mili-segundos (10,000 o 20,000 micro-segundos), puede ser a veces de 10 micro-segundos (los PLC's modernos trabajan en el modo interrupción lo que permite acelerar la respuesta.); en cambio, con la lógica con CMOS aún la más lenta: la línea 4000, emplea sólo 0.1 micro-segundos; y la más rápida: línea 74HC, emplea sólo, 0.02 micro-segundos.

### **1-7 Primeras innovaciones.**

El avance en la tecnología de microprocesadores creó un dramático cambio en los controladores programables. Estos nuevos micros aumentaron la flexibilidad e inteligencia del PLC.

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

El tubo de rayos catódicos (TRC) usado en las computadoras, es ahora una herramienta de programación para interacción del programador y del PLC. Esto fue una alternativa en el proceso tedioso de programación manual. Los símbolos usados en diagramas escaleras sirvieron para implementar nuevas instrucciones y proporcionar acceso a las funciones creadas por el micro. Se agregaron nuevos símbolos para representar operaciones como comparaciones, transferencia de datos y funciones aritméticas.

El PLC cuyas siglas en ingles significan Controlador Lógico Programable desde su desarrollo a principios de los 70's, se ha convertido en parte integral de la automatización de sistemas de control y control de procesos. Los PLC's que son computadoras industrialmente acondicionadas, han evolucionado hasta desafiar con éxito no sólo a los relevadores, sino a otros dispositivos similares. Dentro del campo de control industrial, los PLC's se han usado con éxito para reemplazar lógica de estado sólido, controladores analógicos e incluso minicomputadoras.

Las capacidades de los PLC's están creciendo con rapidez y nuevas e innovadoras ideas están apareciendo, retando así a otros dispositivos industriales de control, ya sean relevadores o minicomputadoras.

Los PLC's fueron desarrollados para responder con rapidez a los cambios en los requerimientos de aplicación a través de una fácil reprogramación y sin necesidad de efectuar cambios en el equipo físico. Fueron aceptados de inmediato en la industria automotriz y han encontrado incontables aplicaciones en virtualmente todas las industrias. Conforme aumentó su aceptación, también lo hicieron las demandas de más funciones, más memoria y mayor capacidad de entradas y salidas.

La mayoría de los fabricantes respondió a estos requerimientos introduciendo nuevos modelos de PLC's cubriendo aplicaciones pequeñas (de 50 a 150 relevadores), medianas (de 150 a 500 relevadores) y grandes (de 500 a 3000 relevadores). Sin embargo, por lo general estos distintos modelos eran incompatibles entre sí. Es decir, los programas de unos no funcionaban en otros, las estructuras de entradas y salidas no eran intercambiables excepto mediante la adición de adaptadores que aumentaban el costo y el mantenimiento, dado que debían comprarse nuevos dispositivos periféricos como un programador o un adaptador.

A finales de los 70's, el concepto de un diseño de familia se desarrolló para cubrir las necesidades del mercado con una cantidad mínima de equipo físico y un máximo de elementos comunes.

Dentro de la línea de PLC's de General Electric, surgió la serie 6, que fue el primero de una serie de desarrollos dentro del concepto de una familia.

Los tres modelos originales de la familia de PLC's de la serie seis eran 60, 600, 6000, donde la capacidad de cada modelo tanto en memoria como en manejo de entradas y salidas era mayor para números mayores. Luego vino el PLC de la Serie Seis Plus, una extensión de la exitosa familia de PLC Serie Seis.

El PLC Serie Seis Plus, Introducido a mediados de 1986, estaba estructurado de manera que muchas configuraciones distintas pueden elegirse para estar contenidas en un solo rack para CPU. Todos los circuitos de memoria del sistema, incluyendo la memoria lógica, la de registro y la interna, están contenidos en un sólo módulo de memoria del que hay disponibles seis versiones distintas, que permiten al usuario elegir hasta 64k de memoria lógica de 16 bits para programas de usuario y hasta 16k de memoria de registro de 16 bits para el almacenamiento de valores numéricos.

Dentro del concepto de familia del PLC Serie Seis, las características comunes entre los modelos incluyen:

- ◆ El mismo lenguaje de programación.
- ◆ Los mismos números de referencia.
- ◆ El mismo software.
- ◆ La misma estructura de entrada y salidas (módulos, racks, receptores, mandos, cables, etc.) .



- ◆ Programas transportables desde un tamaño de módulo hasta uno más grande o más chico.
- ◆ Las mismas opciones disponibles por cada modelo.

Manteniéndose al paso de los rápidos avances en tecnología y a los cambios en los requerimientos de los usuarios, GE Fanuc ha ofrecido varias características creadoras de tendencias. Entre ellas se encuentra : módulos de entradas y salidas de alta densidad en 1982, PLC's baratos y pequeños en 1983, un programador industrial compatible con IBM en 1984 y la innovadora entrada y salida Genius en 1985.

A mediados de 1989 GE Fanuc introdujo la familia Serie 90 de controladores lógicos programables, una nueva generación de PLC's diseñados por GE Fanuc para abarcar la avanzada tecnología actual, y sin embargo diseñados para operar fácilmente. Introduciendo primeramente el PLC Serie 90-70 y empezando la década de los 90's presenta el PLC Serie 90-30 de rango pequeño a mediano.

Esta familia de PLC's proporciona al usuario un controlador con todas las funciones que es fácil de instalar y configurar, ofrece avanzados rangos de programación, donde el uso de la arquitectura abierta de VME bus proporciona una poderosa plataforma efectiva en costo para aplicaciones desde las pequeñas hasta las más grandes. Donde los principales objetivos del PLC Serie 90-70 son:

- ◆ Proporcionar una más fácil integración en sistemas.
- ◆ Aumentar la confiabilidad.
- ◆ Aumentar la eficiencia en programación.
- ◆ Proporcionar mayor efectividad en costo.

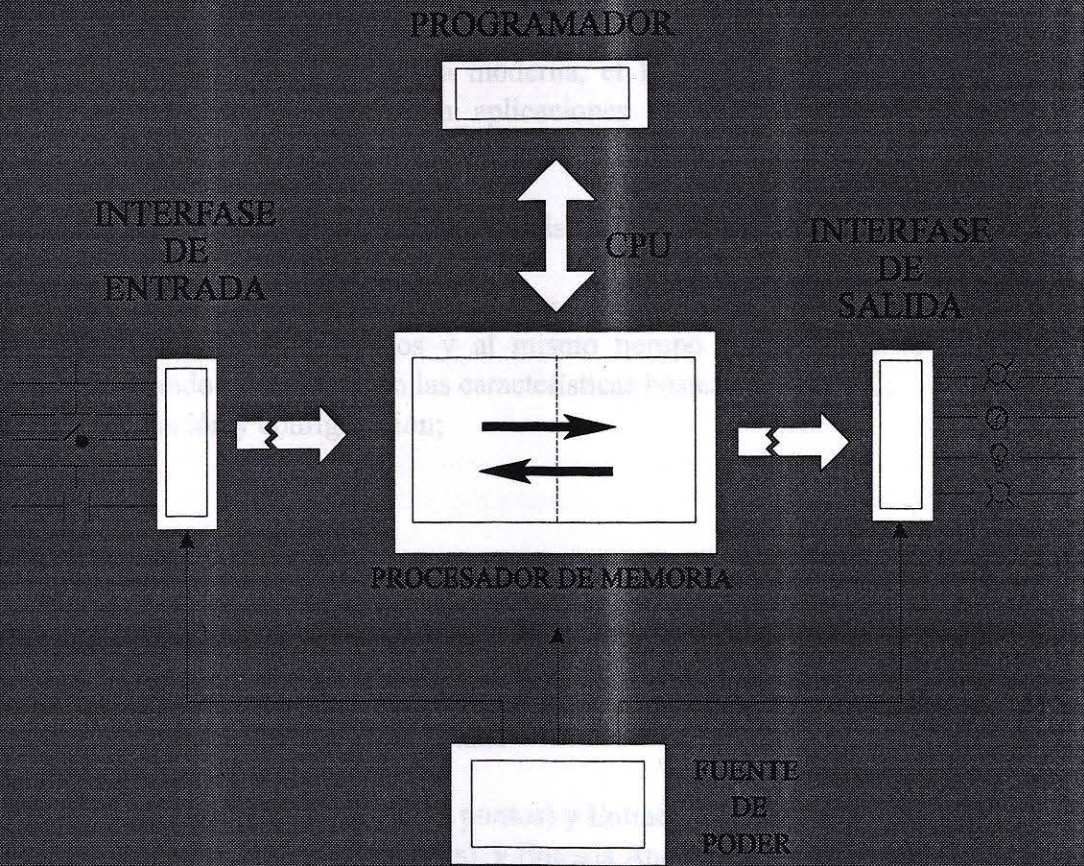
### **1-8 Ventajas del PLC.**

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

### **1-9 Desventajas del PLC.**

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

### DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL PLC



## 2 Introducción al Controlador Lógico Programable Serie 90-30

El Controlador Lógico Programable Serie 90-30 es el miembro más reciente de la familia de Controladores Lógicos Programables Serie 90<sup>TM</sup> de General Electric Fanuc de los PLC avanzados. El PLC Serie 90-30 es fácil de instalar y configurar, ofrece características de programación avanzada y gracias a su diseño es compatible con otros PLC de la familia de los PLC Serie 90. Hay dos Unidades Centrales de Procesamiento (CPU) disponibles para el PLC de la serie 90-30: de 5 y 10 ranuras, cuya diferencia es la velocidad, la capacidad de entradas y salidas y el tamaño de la memoria del usuario. Por medio del uso de la tecnología avanzada moderna, el PLC Serie 90-30 representa una plataforma de costo efectivo tanto para aplicaciones de pequeña como de mediana dimensión. Los objetivos principales del PLC Serie 90-30 son:

- Ofrecer una integración del sistema cada vez más fácil;
- Está orientado para dar soluciones;
- Proporcionar PLC pequeños y fáciles de manejar;
- Ofrecer mejor efectividad de costos y al mismo tiempo proporcionar lo último en tecnología ampliando para el usuario las características básicas de los PLC;
- Facilitar su instalación y configuración;

### 2-1 Equipo del PLC Serie 90-30.

PLC Serie 90-30 con Unidad Central de Procesamiento Modelo 311 incorporado a base placa.

- Placa base de 5 ranuras con CPU integrada.
- Placa base de 10 ranuras con CPU integrada.
- Fuente de poder de 30 watts.
- Módulos de Salida discreta (5, 8, 12, 16 puntos) y Entrada discreta (8, 16, puntos)
- Módulos de Salida Analógica (2 canales) y Entrada Analógica (4 canales).
- Módulo de Comunicaciones Genius.
- Módulo Contador de Alta Velocidad.
- Programador Portátil.

### 2-2 PLC Serie 90 con CPU Modelo 331.

- Placa base de CPU de 10 ranuras.
- Placa base de expansión de 10 ranuras.
- Fuente de poder de 30 watts.
- CPU de una sola ranura.
- Módulos de Entrada y Salida discreta de 8 y 16 puntos.
- Módulos de Salida Analógica (2 canales) y Entrada Analógica (4 canales).

- Módulo de Comunicaciones Genius.
- Módulo Coprocesador Programable.
- Módulo Contador de Alta Velocidad.
- Programador Portátil.

La arquitectura de la CPU está basada en un microprocesador 80188 como el principal elemento procesador. Además, el modelo 331 tiene un coprocesador VLSI para realizar opciones booleanas.

### **2-3 Características de los PLC's.**

Las características tradicionales de la mayoría de los PLC consisten en:

- Una computadora industrial que ha sido reforzada para operar en ambientes ásperos como son las fábricas;
- Programación con el familiar diagrama de escalera;
- Control de Entradas y Salidas a través de la programación lógica del usuario;
- Conjunto de instrucciones designado específicamente para el control industrial y ambiente de proceso;
- Comunicaciones con controladores de celdas, terminales para interfase del operador, terminales no inteligentes, computadoras personales y dispositivos similares;

### **2-4 El PLC Serie 90-30 incluye el siguiente grupo de características:**

El PLC Serie 90-30 combina las características deseadas del PLC tradicional con muchos adelantos y mejoras del producto.

- Compatibilidad familiar a través de toda una línea de productos.
- Sofisticado software de programación Logic Master.
- Extenso módulo de diagnóstico para localizar problemas con facilidad.
- Un paquete de Programas de Configuración que facilita la configuración del sistema.
- Función de procesador de alarmas.
- Sin puentes en las tarjetas electrónicas.
- Programador Portátil para programar en el Lenguaje de lista de declaraciones.
- Protección de contraseña para limitar el acceso al contenido del PLC.
- Calendario/ Reloj respaldado con batería integrada (Modelo 331)

### **2-5 Descripción del Producto del PLC Serie 90-30.**

El PLC Serie 90-30 ofrece muchas características deseables además de las ya mencionadas, entre ellas: tamaño pequeño para fácil montaje y manejo, puerto serial integrado RS422 para conectarse a un programador portátil o al programador Logic Master

90 TM, opción de tiempo de exploración fijo, batería de Litio para respaldar la memoria CMOS RAM, y protección de contraseña con múltiples niveles de seguridad.

El PLC de la serie 90-30 con CPU Modelo 311 está disponible en 2 versiones: una con placa base de 5 ranuras y otra de 10 ranuras. La misma CPU está integrada a cada una de estas placas base. Cada placa base requiere de un módulo fuente de poder, el cual se instala en la ranura del extremo izquierdo de la placa base. Esta fuente de poder, tiene una potencia de 30 watts. Todas las 5 ó 10 ranuras están disponibles para las E/S (módulos analógicos, discretos u opcionales).

El PLC Serie 90-30 con una CPU Modelo 331 se ubica en una placa base de la CPU de 10 ranuras. La máxima configuración puede tener hasta 5 placas base. Un módulo de CPU debe estar en la primera placa base o en la de CPU. Hasta 4 placas base de expansión se pueden conectar en cadena a la placa base de la CPU para incrementar el número de módulos E/S que se puede instalar en un sistema. Esta conexión entre placas base requiere únicamente de un cable sin necesidad de módulos adicionales. Los módulos opcionales, como el Módulo Coprocesador Programable deben residir en una placa de la CPU. Todos los módulos de E/S, pueden estar en cualquier ranura de las otras cuatro placas base.

## 2-6 Capacidad del CPU Serie 90-30.

La capacidad de cada modelo de CPU para el PLC serie 90-30 se señala en la siguiente tabla:

**Tabla de Capacidades de la CPU**

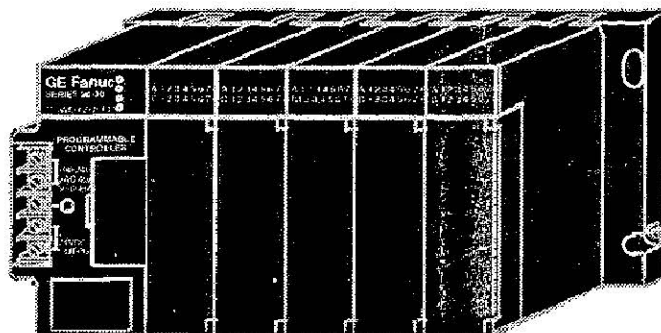
PLC	Velocidad (Mhz)	Procesador	Puntos Entrada*	Puntos Salida*	Memoria Máxima programa de usuario
CPU Modelo 331	8	80188	512	512	8K (palabras)
CPU Modelo 311	8	80188	192	10	3K (palabras)

\*CPU Modelo 331: Total de 512 puntos E/S por sistema (Cualquier combinación de E/S)

CPU Modelo 311: Total de 160 puntos E/S por sistema (Cualquier combinación de E/S)

### 2-7 PLC Serie 90-30 con CPU modelo 311.

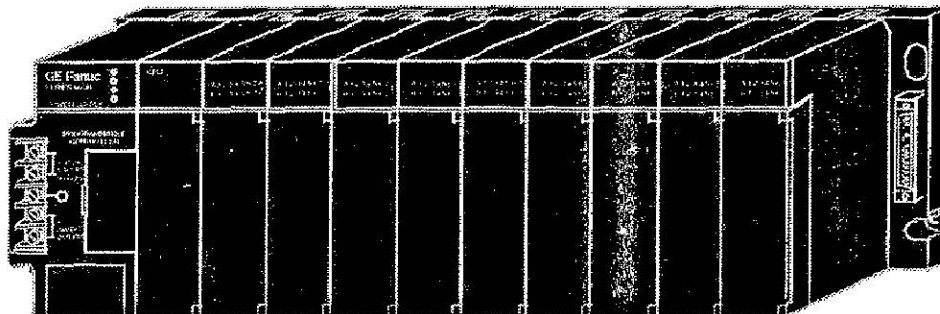
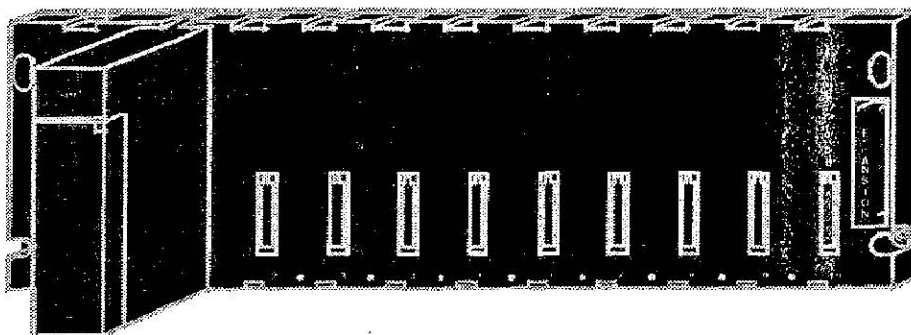
La figura siguiente es una ilustración de los PLC's Serie 90-30 Modelo 311 de 5 y 10 ranuras.



PLC Serie 90-30 Modelo 311 (5 y 10 ranuras)

### 2-8 PLC Serie 90-30 con CPU Modelo 331.

Las siguientes figuras son ilustraciones de una placa base de la CPU Serie 90-30 Modelo 331 y una placa base de Expansión del Modelo 331.



PLC Serie 90-30 Modelo 331 (Placa Base de expansión)

## 2-9 Especificaciones Generales.

La siguiente tabla contiene las especificaciones generales para el PLC Serie 90-30.

Temperatura de almacenamiento	-40° a 85 °C (-40° a 185 °F)		
Humedad	5% a 95% (sin condensar)		
Vibración	0.2" 5-10Hz, 1G 10-200 Hz		
Fuente de energía de CA			
120 vca entrada nominal	90-132 VCA		
240 vca salida nominal	180 a 264 VCA		
Frecuencia	47 a 63 Hz		
Potencia de salida (maxima)	30 Watts (Todas las salidas combinadas)		
5 V	15 Watts		
24 v relevador	15 Watts		
24 v aislada	15 Watts		
Dimensiones del rack	Altura	Ancho	Profundidad
Modelo 331, 10 ranuras, principal y expansión	5.1"(130mm)	17.4"(443mm)	5.6"(142mm)
Modelo 311, 10 ranuras	5.1"(130mm)	17.4"(443mm)	5.6"(142mm)
Modelo 311, 5 ranuras	5.1"(130mm)	9.65"(245mm)	5.6"(142mm)
Tipo de Bateria de respaldo	Litio, larga vida		
Vida típica de batería, cargada	6 meses aproximadamente (depende de la temperatura)		
Armazón de la batería, sin carga	5 a 10 años		
Tiempo de exploración típica			
Modelo 331	0.4 ms/1K de lógica (contactos booleanos)		
Modelo 311	21.0 ms/1K de lógica (contactos booleanos)		
Numero máximo de puntos E/S discretos			
Modelo 331	512 (cualquier combinación)		
Modelo 311	512 (cualquier combinación)		

## 2-10 Configuración y Programación.

La configuración y programación del PLC Serie 90-30 se puede lograr a través de dos métodos diferentes. Los programas de aplicación y la configuración del sistema se pueden realizar utilizando paquete para programación de Logic Master<sup>TM</sup> 90 en una computadora Workmaster<sup>R</sup> II o Cimstar<sup>TM</sup>, una IBM<sup>R</sup> PC o Computadora Personal Compatible, ó puede usarse un Programador Portátil (HHP). Tanto la configuración como la programación se puede hacer con el programador fuera de línea (Logic Master 90) del PLC. Aún cuando la configuración se puede realizar después de la programación, se recomienda que la configuración sea hecha antes de la programación, de tal manera que el software de programación pueda revisar las limitaciones de la memoria. La configuración y programación con el HHP se debe realizar con el HHP conectado y en interfaz con el PLC.



## **2-11 Configuración del Sistema con Programador Portátil o Software de Logic Master 90.**

La configuración del sistema con el HHP o con el paquete Software para la Configuración, el cual se incluye como una parte del paquete total de Software para la programación del Logic Master 90, puede realizar lo siguiente:

- Especificar la ubicación del rack y de la ranura de cada módulo en el sistema
- Especificar cualquier característica especial para cada módulo en el sistema;
- Especificar un nombre para el sistema;
- Validar que la configuración de PLC siga ciertas reglas del sistema y archivar o salvar la configuración en un archivo;
- Transferir configuraciones entre el PLC y el programador sólo en Logic Master 90);
- Configurar ciertos parámetros de la CPU.

## **2-12 Programación del Sistema con un Software Logic Master 90.**

La porción de software para la programación del paquete Software de Logic Master 90 puede realizar lo siguiente:

- Desarrollar programas de diagramas de escalera fuera de línea (off-line);
- Monitorear y cambiar valores de referencia en línea;
- Editar un programa en línea;
- Transferir programas y configuraciones entre el PLC y el Programador;
- Almacenar programas automáticamente en el disco;
- Anotar programas;
- Imprimir programas con anotación y/o referencias cruzadas;
- Desplegar información de ayuda;
- Utilizar referencias simbólicas;
- Cortar y unir fragmentos de programa;
- Imprimir programas y configuraciones en varias impresoras.

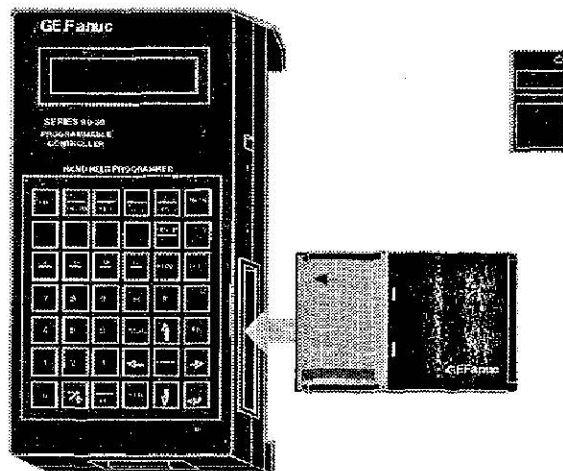
## **2-13 Programación del Sistema con el Programador Portátil.**

La capacidad de programación del HHP se utiliza para desarrollar, depurar, y monitorear programas lógicos de escalera y para monitorear tablas de datos. El HHP puede realizar lo siguiente:

- Desarrollar programas lógicos de la Lista de declaraciones incluyendo las funciones de insertar, editar y eliminar;
- Cambiar programas en línea;

- Monitorear datos de referencia en forma de cuadros con formato decimal, hexadecimal o binario;
- Monitorear valores de temporizadores y contadores;
- Observar el tiempo de exploración del PLC, el código de revisión de la programación fija y el uso de la memoria lógica;
- El cargar, almacenar y verificar la configuración y lógica del programa entre el Programador Portátil y una tarjeta de memoria removible permite que los programas se muevan entre PLC's o se carguen en múltiples PLC's;
- Arrancar o detener el PLC desde cualquier modo de operación.

Las instrucciones de programación de la Lista de Declaraciones presentan 18 instrucciones (booleanas) básicas para ejecutar operaciones lógicas tales como "Y" (AND), "O" (OR) y 38 funciones para realizar operaciones avanzadas incluyendo operaciones aritméticas, conversión de datos y transferencia de datos.



## 2-14 Estructura de los Programas.

La estructura del software del PLC Serie 90-30 consta de una arquitectura común que dirige la memoria y la prioridad de ejecución en el microprocesador 80188. Esta operación soporta la ejecución del programa y las tareas domésticas básicas, tales como rutinas de diagnóstico, analizadores de entrada y salida y el procesamiento de alarma. El sistema operativo también incluye rutinas para comunicarse con el programador. Estas rutinas permiten la carga y descarga de los programas de aplicación, obtención de la información de estado y control del PLC.

El Programa de aplicación (lógica del usuario) que controla el proceso final al cual se aplica el PLC, se llama programa de control y se controla por medio de un Coprocesador de Secuencia de Instrucción (ISCP). Este coprocesador esta compuesto del equipo físico en el sistema basado de la CPU del Modelo y de software en el sistema basado del Modelo. El

El Programa de aplicación (lógica del usuario) que controla el proceso final al cual se aplica el PLC, se llama programa de control y se controla por medio de un Coprocesador de Secuencia de Instrucción (ISCP). Este coprocesador esta compuesto del equipo físico en el sistema basado de la CPU del Modelo y de software en el sistema basado del Modelo. El Microprocesador, 80188 y el ISCP pueden funcionar simultáneamente permitiendo que el microprocesador sirva a las comunicaciones, mientras el ISCP lleva a cabo el resto del programa de aplicación; sin embargo, el microprocesador debe ejecutar las instrucciones de alto nivel.

Las fallas se manejan por medio de una función del procesador de alarma del programa, que imprime el tiempo y registra las fallas del sistema y de E/S en dos tablas, lo cual se puede ver en la pantalla del programador del Logic Master o cargar en una computadora huésped u otro coprocesador.

Los datos de los programas del PLC son referidos por su dirección en el sistema. La referencia indica la manera en que se almacenan los datos en el PLC, especifican tanto el tipo de memoria como la dirección precisa: Por ejemplo:

%I00001 Especifica dirección 1 en memoria de entrada  
%R00256 Especifica dirección 256 en memoria de registro

Donde el símbolo % se usa para distinguir la referencia de la máquina de los sobrenombres.

## **2-15 Memoria del Usuario para el PLC Serie 90-30.**

El tipo de memoria del usuario para el PLC de la serie 90-30, es CMOS RAM, el cual es un acrónimo comúnmente utilizado para el Semiconductor de Metal-Oxido Complementario de Memoria de Acceso al Azar (Ver apéndice A). CMOS RAM es una memoria rápida de baja energía que se puede examinar (leer) y cambiar (escribir) fácilmente. Sin embargo, la memoria CMOS RAM es volátil, lo que significa que puede perder su contenido si se cambia de energía. Para retener su contenido sin energía, se proporciona una batería de respaldo, que es una batería de Litio de larga vida. Debido al bajo consumo de energía de los dispositivos de la memoria CMOS RAM, una batería de este tipo puede preservar el contenido de la memoria sin aplicación de energía, por aproximadamente 6 meses. El almacenamiento, o vida de anaquel de una batería de Litio nueva, normalmente es de 8 a 10 años.

## **2-16 Referencias del Usuario.**

Los datos en los programas del PLC de la serie 90-30 se consultan por su dirección en el sistema. La referencia indica la forma en que los datos se almacenan en el PLC. Una referencia especifica el tipo de memoria y el direccionamiento preciso en este tipo de memoria. Por ejemplo:

- %I00001 especifica direccionamiento 1 en memoria entrada.
- %R00256 especifica direccionamiento 256 en memoria de registro.

El símbolo de % se utiliza para distinguir las referencias de máquina de sus abreviaturas.

### 2-17 Tipo de Referencia del Usuario.

El prefijo de una referencia del Usuario indica el lugar donde los datos se almacenan en el PLC. Las referencias en el PLC Serie 90-30 son de tipo de datos discretos o de registro.

**Tabla: Rango y Tamaño de Referencia del Usuario**

Tipo de referencia	Modelo 311		CPU MODELO 331	
	Rango de referencia	Tamaño	Rango de referencia	Tamaño
Entradas Discretas	%I0001-%I0512	512 bits	%I0001-%I0512	512 bits
Salidas Discretas	%Q0001-%Q0512	512 bits	%Q0001-%Q0512	512 bits
Globales Discretas	%G0001-%G1280	1280 bits	%G0001-%G1280	1280 bits
Bobinas internas	%M0001- %M1024	1024 bits	%M0001-%M1024	1024 bits
Bobinas temporales	%T0001-%T0256	256 bits	%T0001-%T0256	256 bits
Referencias estado del sistema	%S0001-%S0032	32 bits	%S0001-%S0032	32 bits
	%SA001-%SA032	32 bits	%SA001-%SA032	32 bits
	%SB001-%SB032	32 bits	%SB001-%SB032	32 bits
	%SC001-%SC032	32 bits	%SC001-%SC032	32 bits
Referencias registro del sistema	%R0001-%R0512	512 palabras	%R0001-%R2048	2048 palabras
Entradas analógicas	%AI001-%AI064	64 palabras	%AI001-%AI128	128 palabras
Salidas analógicas	%AQ001-%AQ032	32 palabras	%AQ001-%AQ064	64 palabras
Registros del sistema	%SR001-%SR016	16 palabras	%SR001-%SR016	16 palabras

† Sólo para consulta en la tabla, no es una referencia para el programa lógico del usuario

### 2-18 Referencias de Registros del Usuario.

Los tipos de datos de registro se conocen como palabras de 16 bits. Los siguientes tipos de referencia son referencias de registro:

- **% AI-** Referencias de entradas analógicas. Este prefijo va antes del direccionamiento real de la referencia , por ejemplo: % AI0016. La referencia ocupa 16 bits consecutivos en memoria % AI comenzando con el direccionamiento especificado.
- **% AQ-** Referencias de salidas analógicas. Este prefijo va antes de la dirección real de la referencia, por ejemplo: % AQ 0056. La referencia ocupa 16 bits consecutivos en memoria % AQ, empezando con el direccionamiento especificado.
- **% R-** Este prefijo se utiliza para asignar referencias de registro que almacenarán datos de programa orientados-a-palabra, tales como los resultados de cálculos. En la memoria de registro se pueden configurar hasta 2048 palabras en un Modelo y hasta 512 palabras en un modelo. Estas referencias son retentivas.

## **2-19 Referencias discretas del Usuario.**

Las referencias discretas del usuario se manejan como bits individuales de datos. Los siguientes tipos de referencias son referencias discretas.

- **% I-** Referencias discretas de entrada de máquina. A este prefijo le sigue el direccionamiento de referencias en la tabla del estado de entradas. Por ejemplo, % I0012. Las referencias % I se localizan en la tabla de estados de entrada, la cual almacena los estados de entradas recibidas desde la máquina durante la última exploración de entrada.
- **% Q-** Referencias discretas de salida de máquina. A este prefijo le sigue el direccionamiento de la referencia en la tabla del estado de salidas (p. ej., % Q0012). Las referencias % Q están localizadas en la tabla del estado de salidas, la cual almacenan los estados de estas salidas como fueron establecidas la última vez por el programa de aplicación. Los estados de estas referencias no se retienen durante la pérdida de energía a menos que se use una bobina retentiva (p.ej., establecer -(S)- o restablecer-(R)-)
- **%M-** Este prefijo se utiliza para referirse a bobinas internas y se utilizan en la lógica booleana cuando el resultado se utilice de nuevo en el programa. Las referencias % M, se retienen durante una pérdida de energía a menos que se utilicen con una bobina "normal", -( )-. Se puede asignar cualquier locación disponible en memoria % M ya que estas referencias no representan salidas de máquina reales; por ejemplo: % M00064. Bobinas internas designadas como % SM (bobina SET) y % RM (bobina RESET) son retentivas.
- **%T -** El prefijo %T, se usa para referirse a bobinas internas temporales, las cuales no se retienen durante la pérdida de energía. Las bobinas temporales funcionan como referencias %M, descritas anteriormente. Sin embargo, éstas se pueden utilizar las veces necesarias, como contactos condicionales para controlar la lógica en el programa del usuario.
- **%G -** El prefijo %G se emplea para representar datos globales que se comparten entre múltiples dispositivos utilizando el Módulo de Comunicaciones Genius para comunicarse con un bus de E/S Genius.

- **%S** - El prefijo %S representa la memoria del sistema. Las referencias %S son retentivas. La memoria %S para referencias de falla tienen 4 secciones: %S, %SA, %SB y %SC. Esta memoria la utilizan el PLC para almacenar referencias de contacto que tienen significado especial, tales como:

Referencia	Abreviatura	Descripción
%SA0002	ov_swp	Tiempo de barrido constante, excedido.
%SA0009	cfg_mm	Incongruencia en la configuración del sistema
%SB0011	bad_pwd	Falla de acceso por contraseña

### 3 ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA EN EL SOFTWARE LM 90-30

Normalmente un programa para un PLC 90-30 puede ser de un tamaño arriba de 3K.

3K Words → Modelo 311

8K Words → Modelo 331

⇒ Todos los programas comienzan con una tabla de declaración de variables.

⇒ La tabla de declaración de variables generalmente contiene los mnemónicos y referencia, las cuales deben ser asignadas en el programa.

#### 3-1 Referencias

Los datos usados en un programa de aplicación son cargados como cualquier referencia discreta o registro.

##### *Referencias de Registros*

**%AI** Entradas analógicas

**%AQ** Salidas analógicas

**%R** Registros del sistema

Generalmente estos prefijos van acompañados por la dirección de registro de la referencia, como por ejemplo: %AI0015.

El prefijo %R es usado como referencias de registros del sistema, los cuales son cargados como resultados de los cálculos en un programa. Todos estos registros son retenidos por el CPU.

##### *Referencias Discretas.*

**%I** Tabla de estado de entradas.

**%S** Tabla de estado del sistema.

**%SA** Tabla de estado del sistema.

**%SB** Tabla de estado del sistema.

**%SC** Tabla de estado del sistema.

**%Q** Tabla de estado de salidas.

**%M** Tabla de estado de bobinas internas.

**%T** Tabla de estado de bobinas temporales.

**%G** Tabla de estado de variables globales.

**%Q** El prefijo %Q representa salidas físicas discretas. Este prefijo está seguido por la dirección de referencia en la tabla de salida (por ejemplo %Q00016). La referencia %Q está localizada en la tabla de status de salida, la cual almacena el estado de la salida de referencia como la última señalada por el programa de aplicación. Estos valores de la tabla de status de salida son enviados a los módulos de salida en el final del scaneo del programa.

Una dirección de referencia es asignada a los módulos de salida discretos usando el software de configuración. Hasta que una dirección de referencia es asignada a un módulo de salida, los datos no serán enviados al módulo.

Las referencias %Q son no retentivas (por ejemplo limpiadas en el encendido y cuando el PLC switchea de STOP a RUN), cada vez que ellos son usados con bobinas no retentivas. Cuando la referencia %Q es usada con bobinas retentivas ó son usadas como salidas de block de funciones, los contenidos son retenidos a través del encendido perdido y transiciones de STOP a RUN.

**BOBINAS NO RETENTIVAS**

----- ( )  
 ----- (/)  
 ----- (S)  
 ----- (R)

**BOBINAS RETENTIVAS**

----- (M)  
 ----- (/M)  
 ----- (SM)  
 ----- (RM)

**%M** El prefijo %M representa referencias discretas internas. Las referencias %M son no retentivas cada vez que ellas son usadas con bobinas no retentivas. Cuando las referencias %M son usadas con bobinas retentivas, o son usadas como salidas de block de funciones, los contenidos son retenidos a través del encendido perdido y transiciones de STOP a RUN.

**%T** El prefijo %T representa referencias temporales discretas. Estas referencias nunca son checadas por el uso de bobinas múltiples y pueden por lo tanto ser usadas muchas veces en el mismo programa, incluso cuando la bobina en uso está habilitada. Ya que esta memoria está dispuesta para uso temporal, ella nunca es retenida a través del encendido perdido o transiciones de STOP a RUN y no puede ser usado con bobinas retentivas.

**%S** El prefijo %S, representa referencias de sistemas. Estas referencias son usadas para acceder datos especiales de PLC, tales como timers, información de scaneo y información de errores.

**%G** El prefijo %G representa referencias globales sin costura. Estas referencias son usadas para acceder datos compatibles entre muchos PLC's.



**%S** El prefijo %S, representa referencias de sistemas. Estas referencias son usadas para acceder datos especiales de PLC, tales como timers, información de scaneo y información de errores.

**%G** El prefijo %G representa referencias globales sin costura. Estas referencias son usadas para acceder datos compatibles entre muchos PLC's.

### **3-2 Creando Y Editando La Lógica De Escalera**

- Desplegando/Editando un programa

En el menú principal, se selecciona Program Display/Edit (f1). La pantalla despliega una lista de "marcadores" que representan parte de un programa.

- Declaración de variables

Este marcador muestra donde tú puedes acceder sobrenombres y descripciones de referencias. El uso de la tabla de declaración de variables es opcional.

- Inicio de lógica del programa

Este marcador muestra el lugar para lógica del programa.

- Fin de lógica del programa

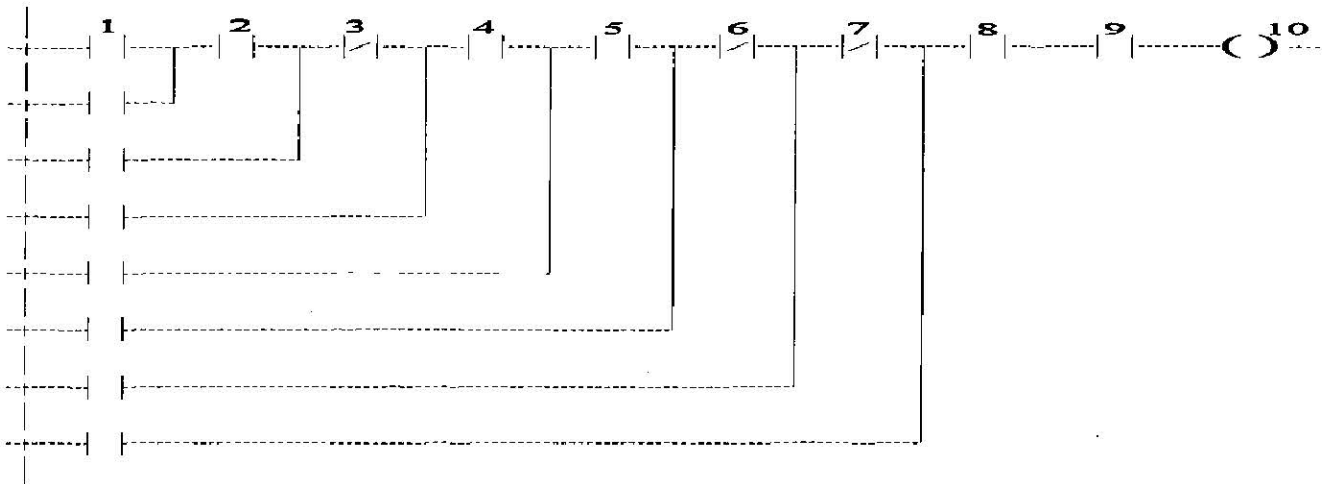
Este marcador muestra el final del programa de usuario. Toda la lógica del programa debe ser posicionada antes de este marcador.

Las teclas del cursor puede ser usado para iluminar el área del programa a ser desplegado o editado.

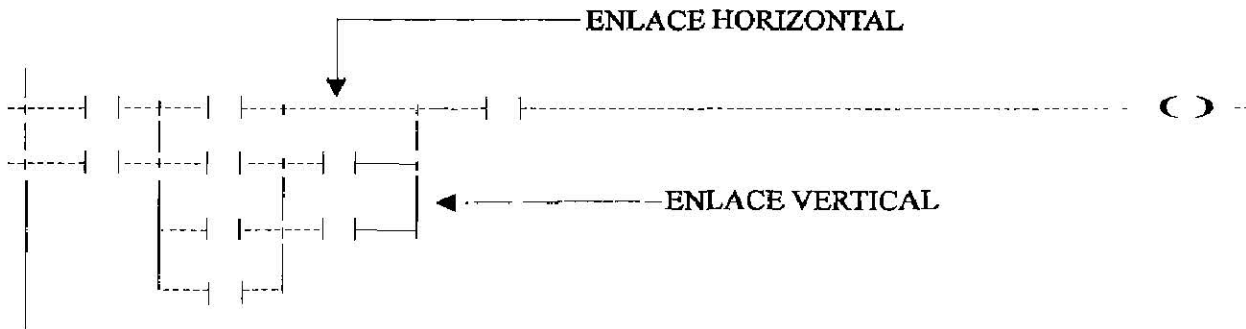
### **3-3 Estructura De Un Travesaño De Lógica De Escalera.**

Los elementos del programa son combinados para formar travesaños de una lógica de escalera. Un diagrama de escalera tiene una fuente de poder simbólica. La fuente de poder está considerada para fluir desde la barra izquierda hasta la bobina o bloques de funciones conectados a la derecha.

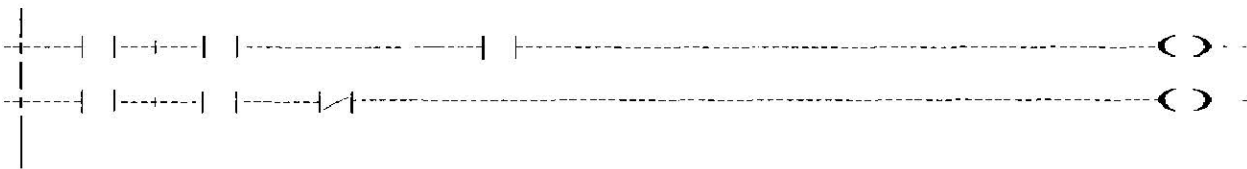
Cada travesaño de la lógica de un diagrama de lógica de escalera puede contener arriba de hasta ocho líneas paralelas; cada línea puede tener arriba de hasta diez elementos conectados en series.



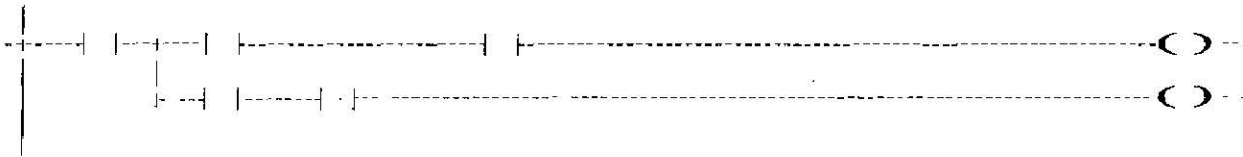
Enlaces horizontales y verticales pueden ser usados para llevar poder alrededor de un elemento, o para posicionar elementos en paralelo ó en series con otro.



El siguiente ejemplo, muestra dos travesaños separados; los cuales pueden ser seleccionados separadamente.



En el siguiente ejemplo, dos líneas de travesaño son conectadas por un enlace vertical, formando solo un travesaño.



Los contactos deberán ser conectados a la unión disponible más alta. Si tu adicionas un travesaño con espacios abiertos en la lógica, el programador puede comprimir la lógica.

El último elemento de un grupo de varios travesaños debe ser una bobina, un puente, una función ó un bloque de funciones. Ninguna cosa puede estar a la derecha de una bobina o un puente. La décima posición de una línea de travesaño está reservada para bobinas y puentes. Un travesaño puede contener más de una bobina. Una línea de travesaño no requiere tener elementos en cada columna.

### **3-4 FUNCIONES DE RELAY**

Explicaremos el uso de contactos, bobinas y enlaces en travesaños de lógica de escalera.

#### **3-4-1 Usando Contactos.**

Un contacto es usado para monitorear el estado de una máquina o referencia interna. Si el contacto pasa el flujo de poder, depende del estado o status de la referencia que está siendo monitoreada y del tipo de contacto.

- Un contacto normalmente abierto pasa poder a la derecha, cuando la referencia es ON.
- Un contacto normalmente cerrado pasa poder a la derecha, cuando la referencia es OFF.

#### **3-4-2 Usando Bobinas.**

Las bobinas pueden ser usadas para controlar la máquina o salidas internas. La lógica condicional debe ser usada para controlar el flujo de poder hacia una bobina. Las bobinas causan acción directamente; ellas no pasan poder hacia la derecha. Si la lógica adicional en el programa debe ser ejecutado como un resultado de la condición del contacto, una referencia interna debe ser usado para esa bobina.

Las bobinas están siempre localizadas en la posición que está más a la derecha de una línea de lógica. Un travesaño puede contener más de una bobina.

### 3-4-3 Tipos De Bobina.

El tipo de bobina usada dependerá del tipo de acción de programa deseado. Los estados de las bobinas retentivas son grabados, cuando el poder es ciclado, o cuando el PLC va del modo STOP a el modo RUN.

Tipo de bobina	Display	Poder a bobina	Resultado
Bobina (normalmente abierta)	-( )-	ON OFF	Selecciona referencia ON. Selecciona referencia OFF.
Negada	-( / )-	ON OFF	Selecciona referencia OFF. Selecciona referencia ON.
Retentiva	-(M)-	ON OFF	Selecciona referencia ON, retentiva. Selecciona referencia OFF, retentiva.
Retentiva negada	-(M)-	ON OFF	Selecciona referencia OFF, retentiva. Selecciona referencia ON, retentiva.

Transición positiva	-(↑)-	OFF → ON	Si la referencia es OFF, selecciona ON para un barrido.
Transición negativa	-(↓)-	ON → OFF	Si la referencia es ON, selecciona OFF para un barrido.
SET	-(S)-		Selecciona la referencia ON hasta el reset OFF por -(R)-. No hace nada.
RESET	-(R)-	ON OFF	Selecciona la referencia OFF hasta seleccionar ON por -(S)-. No hace nada.
SET retentivo	-(SM)-	ON OFF	Selecciona la referencia ON hasta el reset OFF por -(RM)-, retentivo. No hace nada.
RESET retentivo	-(RM)-	ON OFF	Selecciona referencia OFF hasta seleccionar ON por -(SM)-, retentivo. No hace nada.

### 3-4-4 Contacto Normalmente Abierto -] [-

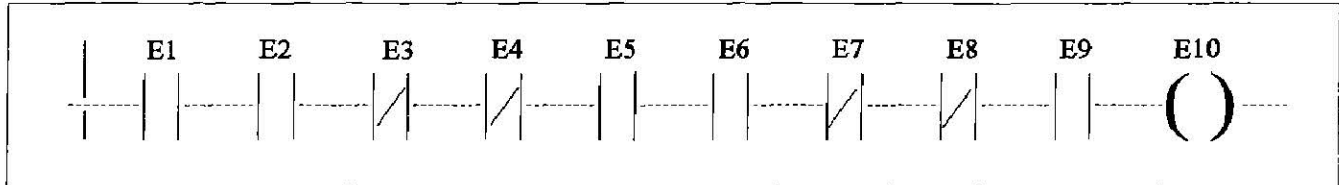
Un contacto normalmente abierto actúa como un relay que pasa flujo de poder si la referencia asociada es ON.

### 3-4-5 Contacto Normalmente Cerrado -]/[-

Un contacto normalmente cerrado actúa como un relay que pasa flujo de poder si la referencia asociada es OFF (0).

**Ejemplo:**

El siguiente ejemplo muestra un travesaño de 10 elementos que están numerados de E1 a E10. La bobina E10 será ON cuando la referencia E1, E2, E5, E6, y E9 son ON y referencias E3, E4, E7, y E8 son OFF.

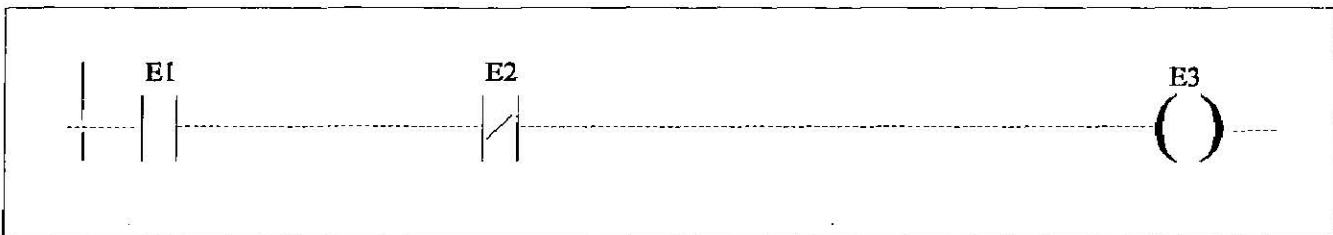


**3-4-6 Bobina (-)-**

Una bobina dispone una salida discreta ON mientras ella recibe flujo de potencia. Ella es no retentiva; por lo tanto, ella no puede ser usada con operandos estrictamente desde la memoria retentiva (%S ó %G).

**Ejemplo:**

En el siguiente ejemplo, la bobina E3 está en ON cuando la referencia E1 es ON y la referencia E2 es OFF.

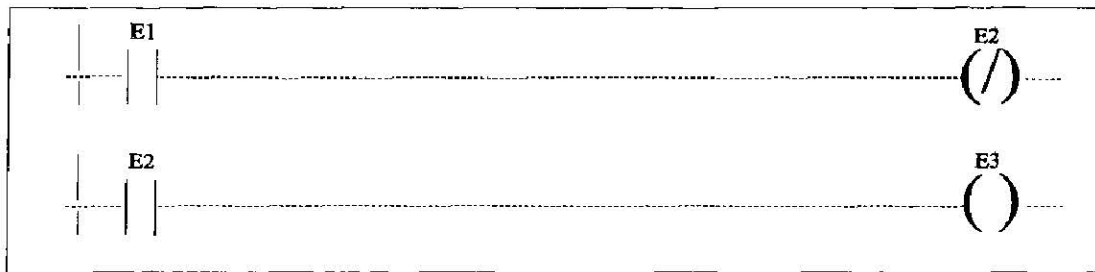


**3-4-7 Bobina Negada -(/)-**

Una bobina negada dispone una salida discreta ON cuando ella no recibe flujo de poder. Ella no es retentiva; por lo tanto, ella no puede ser usada con operandos desde la memoria retentiva (%SA, %SB, %SC, ó %G).

**Ejemplo:**

En el siguiente ejemplo, la bobina E3 está en ON cuando la referencia E1 es ON.



### **3-4-8 Bobina Retentiva -(M)-**

Como una bobina, la bobina retentiva dispone una salida discreta ON mientras ella no recibe flujo de poder. El estado de la bobina retentiva negada es retenida a través de la interrupción del poder. Por lo tanto, esta bobina no puede ser usado con operandos que pertenezcan a la memoria no retentiva (%T).

### **3-4-9 Bobina Retentiva Negada -(/M)-**

La bobina retentiva negada dispone una salida discreta ON cuando esta no recibe flujo de poder. El estado de la bobina retentiva negada es retenido a través de la falla del poder.

### **3-4-10 Bobina De Transición Positiva -(↑)-**

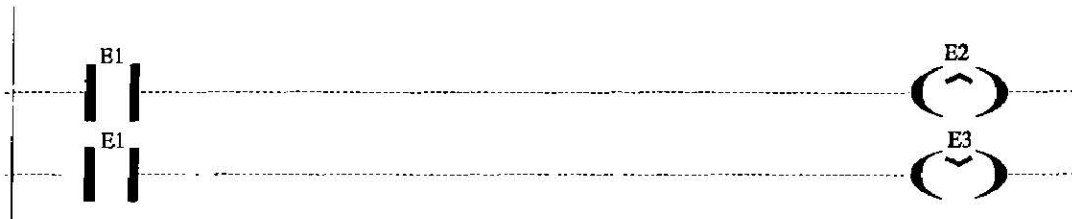
Si la salida asociada con una bobina de transición positiva esta en OFF, cuando la bobina recibe flujo de poder será cambiada a ON para un barrido. Esta bobina puede ser usada como un disparo. Las bobinas transicionales nunca son retentivas, ni retentivas, por lo tanto ellas pueden ser usadas con operandos, desde cada memoria retentiva o no retentiva (%Q, %M, %T, %G, %SA, %SB, ó %SC).

### **3-4-11 Bobina De Transición Negativa -(↓)-**

Si la salida asociada con esta bobina está en ON, cuando el flujo de poder que está recibiendo la bobina se detiene, la referencia cambiará a OFF para un barrido. Las bobinas transicionales nunca son retentivas ni no retentivas; por lo tanto, ellas pueden ser usadas con operandos desde cada memoria retentiva o no retentiva (%Q, %M, %T, %G, %SA, %SB, ó %SC).

**EJEMPLO:**

En el siguiente ejemplo, cuando la referencia E1 va de OFF a ON, las bobinas E2 y E3 reciben la alimentación, cambiando E2 a ON para un barrido lógico. Cuando E1 va de ON a OFF, la alimentación es removida de E2 y E3, cambiando la bobina E3 a ON para un barrido.



## 4 SISTEMAS Y MÓDULOS DE LOS PLC SERIE 90-30

### 4-1 Sistema de E/S del PLC de la Serie 90-30.

El sistema de E/S del PLC tipo rack de la serie 90-30, proporciona la interfaz entre el PLC de la serie 90-30, y los dispositivos de entrada y salidas proporcionados por el usuario. El sistema E/S soporta las E/S del PLC de la serie 90-30. Además de los módulos de E/S de la serie 90-30, el sistema de E/S apoya los Módulos de Comunicación Genius permiten a un PLC de la serie 90-30 comunicarse con un bus de comunicaciones de E/S Genius.

### 4-2 Subsistema de E/S del PLC de la Serie 90-30.

El sistema de E/S de tipo rack para el PLC Serie 90-30 es el de E/S Serie 90/30 conocido como de E/S Modelo 30. Estos Módulos se conectan directamente a las placas base del PLC Serie 90-30. Los módulos de E/S Modelo 30 se pueden instalar en cualquier ranura disponible en la placa base de la CPU (Modelo 311 y 331), o en cualquier ranura de alguna placa de expansión (sólo en el Modelo 331). El PLC de la serie 90-30 con una CPU del Modelo 331 soporta 49 módulos de E/S del Modelo 30. La placa de 5 ranuras del Modelo 311 del PLC Serie 90-30 soporta 5 módulos de E/S del Modelo 30 y de la de 10 ranuras del Modelo 311 soporta 10 Módulos de E/S Modelo 30.

Los módulos de E/S se retienen en sus ranuras con un picaporte moldeado que se acomoda fácilmente en los bordes inferior y superior de la placa base cuando el módulo está totalmente insertado en su ranura, para prevenir pérdidas accidentales o desprendimiento de los módulos.

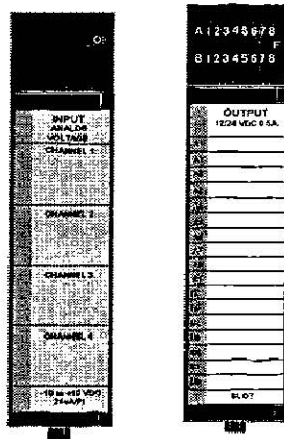
### 4-3 Tipos de Módulos de E/S del Modelo 30.

Los módulos de E/S del Modelo 30, están disponibles en cinco tipos: entradas discretas, salidas discretas, entradas analógicas, salidas analógicas y de opción, los cuales se utilizan con ambos Modelos 311 y 331. Además hay módulos de opción especializados únicamente para el Modelo 331. Los módulos de entrada discreta tiene 8 ó 16 puntos, los de salida discreta tienen de 5 a 16 puntos, dependiendo del tipo. Los módulos analógicos están disponibles en 4 canales de entrada o 2 canales de salida. Los módulos de opción incluyen un Contador de Alta Velocidad y un Módulo de Comunicación Genius. Un módulo de opción especializado, comúnmente disponible, es el Módulo Coprocesador Programable.

El estado del circuito de cada punto E/S se indica por medio de un LED verde montado en la parte superior del módulo y es visible a través de una lente de plástico



transparente. Hay 2 hileras horizontales con 8 LED cada una. Cada LED se identifica con una letra y número, los cuales se iluminan cuando se enciende el LED en cuestión. Estas Letras y números identifican claramente al LED para ayudar en el monitoreo del programa y localización de problemas. La hilera superior se denomina A1 al 8 y la inferior B1 al 8. Cada módulo tiene un aditamento que va entre la superficie interior y exterior de la portezuela articulada. La superficie que da hacia el interior del módulo (cuando la portezuela se cierra) tiene información de alambrado del circuito para este tipo de módulo, y la superficie exterior izquierdo del aditamento está coloreado, de tal manera que rápidamente se identifica si el módulo es de alto voltaje (rojo), bajo voltaje (azul), o del nivel de señal (gris). Los módulos E/S Modelo 30 se enlistan en la tabla siguiente.



**Tabla de Módulos de E/S, Modelo 30.**

**4-4 Tablilla de Terminales Universal.**

Todos los módulos de E/S del Modelo 30, tienen como característica estándar, tablillas terminales desprendibles para conexiones de alambrado de campo hacia y desde dispositivos de entrada y salida suministradas al usuario. Esta característica conveniente, facilita el alambrado de campo previo a los dispositivos de E/S suministrados por el usuario y el reemplazo de módulos en el campo sin afectar el cableado de campo ya existente. Todos los conectores de E/S tienen 20 terminales y aceptan hasta un cable AWG No. 14 o dos cables AWG No. 16 utilizando terminales de tipo uña o anillo. Las dos terminales que están en el conector se utilizan para conectar el sumario de +24 voltios DC para módulos de entrada que requieren una fuente de energía de 24 voltios CD. Los cables desde y hacia los dispositivos de campo son sacados por la parte inferior de la cavidad de la tablilla terminal.

#### **4-5 Direccionamiento de los Módulos de E/S.**

El direccionamiento de un módulo se determina de acuerdo a la posición en el rack (número de ranura) en el que está instalado. No hay puentes o interrupciones DIP requeridos para direccionar módulos. Los direccionamientos de las referencias reales para cada módulo las asigna el usuario con la porción de Configuración del paquete Software para Programación de Logic Master 90, o con el Programador Portátil. La función del Configurador Logic Master 90 permite al usuario asignar el direccionamiento de referencia a los módulos de E/S sobre la base de ranura por ranura.

#### **4-6 Módulos de Opción para el PLC de la serie 90-30.**

Los módulos de Opción, además de los módulos de E/S discretos y analógicos, están disponibles para usarse en un sistema de PLC de la serie 90-30. Los módulos de opción disponibles, que se utilizan con los Modelos 311 y 331, incluye un Módulo de Comunicación Genius y un Contador de Alta Velocidad. El Módulo coprocesador Programable (PCM) es un módulo especializado de opción para usarse únicamente con el modelo 331.

#### **4-7 Módulos de Comunicación Genius.**

El Módulo de Comunicación Genius (IC693CMM301) para el PLC de la serie 90-30, proporciona comunicaciones globales en un bus de comunicaciones de E/S Genius entre el PLC Serie 90-30 y otros PLC GE Fanuc. Los PLC Serie 90-70, los PLC Serie Seis y los PLC Serie Cinco se comunican con este bus, por medio de sus respectivos Controladores de Bus Genius. El Bus de Comunicaciones genius E/S es un paso condicionado par a par, de una red inmune al ruido, optimizada para proporcionar la transferencia a alta velocidad de los datos de control de tiempo real. Hasta ocho PLC serie 90-30 u otros PLC de GE Fanuc, en cualquier combinación, se pueden comunicar uno con otro por medio de un solo bus serial de Alta Velocidad de E/S Genius, utilizando un cable normal de par trenzado y blindado.

#### **4-8 Contador de Alta Velocidad.**

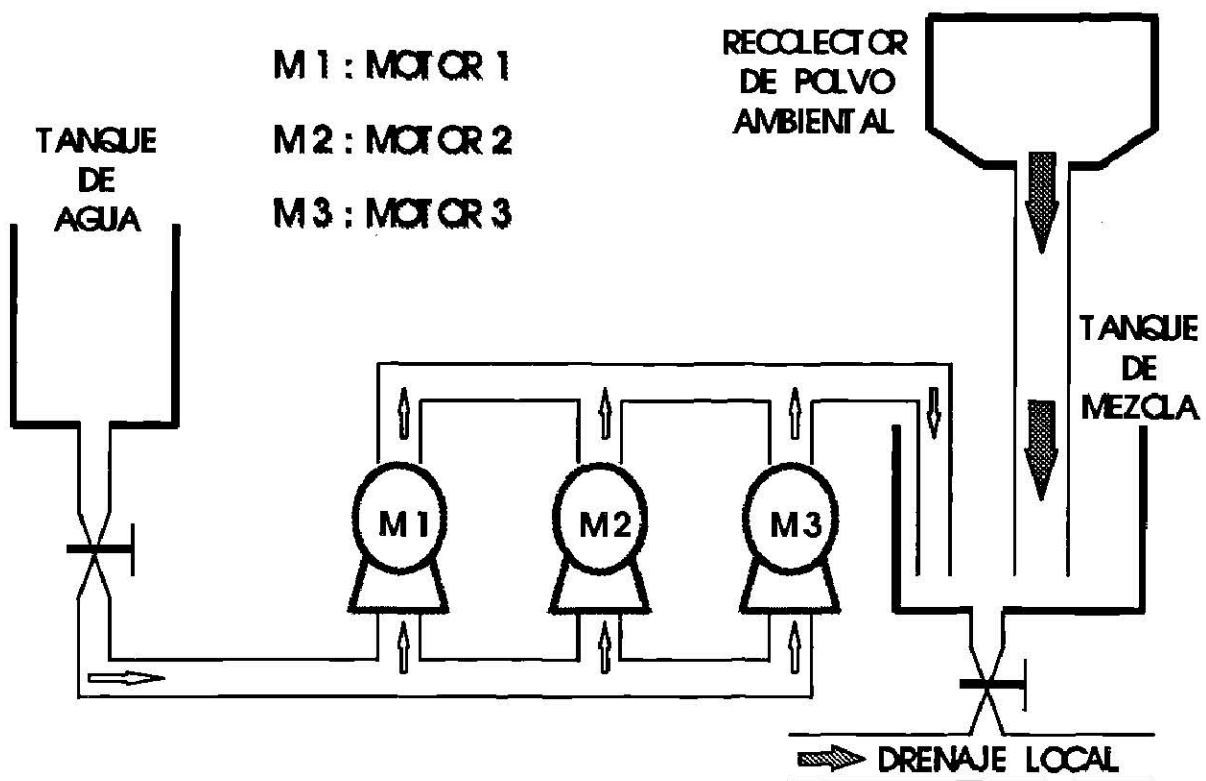
El Contador de Alta Velocidad para el PLC serie 90-30 es un módulo de una sola ranura. Se utiliza en aplicaciones donde la rapidez de entradas de pulsos exceden la capacidad de entrada del PLC o donde se requiera de un porcentaje alto de la capacidad de procesamiento del PLC. El Contador de Alta Velocidad proporciona procesamiento directo de las señales de pulsación rápida de hasta 80 KHz.

Con el procesamiento directo, el Módulo Contador de Alta Velocidad puede detectar entradas, contar y responder con salidas sin necesidad de comunicarse con una CPU. Puede

- 7.- El Motor 1 es arrancado mediante la bobina externa 202, el Motor 2 con la bobina 200 y el Motor 3 con la bobina 201. El interruptor OL correspondiente al Motor 1 es el 3, al Motor 2 le corresponde el 4 y al Motor 3 le corresponde el 5.
- 8.- Las fallas de motor son permitidas mediante el empleo de una configuración, la cual determina que motor es el que falla, mediante la suma del permisivo de arranque ( 401, 402 ó 403) y la combinación de los interruptores OL's, así por ejemplo, en caso de tener energizada la bobina 401, que en operación normal, permite la operación de los Motores 1 y 3, se presentan problemas con el Motor 1, se acciona el térmico del interruptor OL 3, el cual, junto con el contacto NA 401, energiza a la bobina interna 405, la cual es un permisivo de falla, ésta a su vez energiza la bobina externa 204, la cual enciende la lampara indicadora de falla, ésta cierra sus contactos, los cuales son empleados para el arranque de los motores, que en éste caso, arranca al Motor 2, permitiendo la continuidad del proceso.
- 9.- En caso de solucionarse el problema en el Motor 1, al siguiente turno se arrancaran los motores que continuan en forma normal, en el caso de no solucionarse dentro del turno en que falla, es decir, continua la condición de falla, se tiene cerrado el contacto NA 204, el cual se emplea junto con un contacto NA de CNT1 para energizar la bobina interna 404, y como CNT1 solo se cierra al momento en que cambia de turno, ésta bobina 404 abre su contacto NC, el cual apaga al sistema de manera automática, para permitir el mantenimiento ( Paro Total ).
- 10.- Otra forma en se puede inducir al Paro Total, es en el caso de que fallen dos motores, y ésto se controla mediante el empleo de los interruptores de OL's, los cuales energizan las bobinas internas 410, 411 y 412, las cuales controlan a la bobina interna 400, así por ejemplo, si se tiene activado el OL 3, ( Motor1 ) y se presenta falla en el Motor2 ó en el Motor3, sus contactos se cierran y energizan a la bobina 410, la cual abre su contacto NC, el cual apaga al sistema al desenergizar la bobina interna 400.

## PROCESO INDUSTRIAL

El proceso de mezclado de lodo, consta de tres motores-bombas, los cuales bombean el agua que esta contenida en el tanque y es llevada hasta la pila en la que se va ha mezclar con el polvo que fue suministrado por la recolectora, para de ésta manera convertirlo en lodo y poder desecharlo por medio del drenaje local y evitar con ésto contaminar con polvos el ambiente exterior de la planta.



## CONDICIONES DEL CONTROL

**ENTRADAS** : Arranque y paro, 3 OL's.

**SALIDAS** : 3 Motores-bomba, luz de encendido y luz de falla.

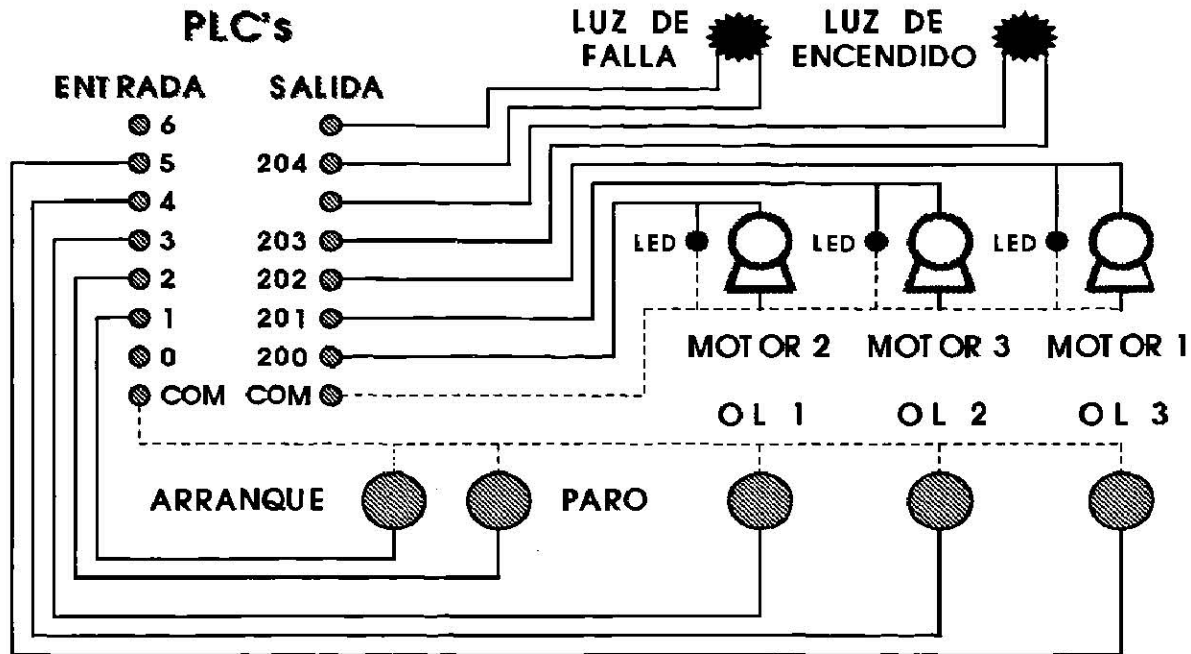
### Secuencia de Arranque y Paro de Motores



### CONDICIONES :

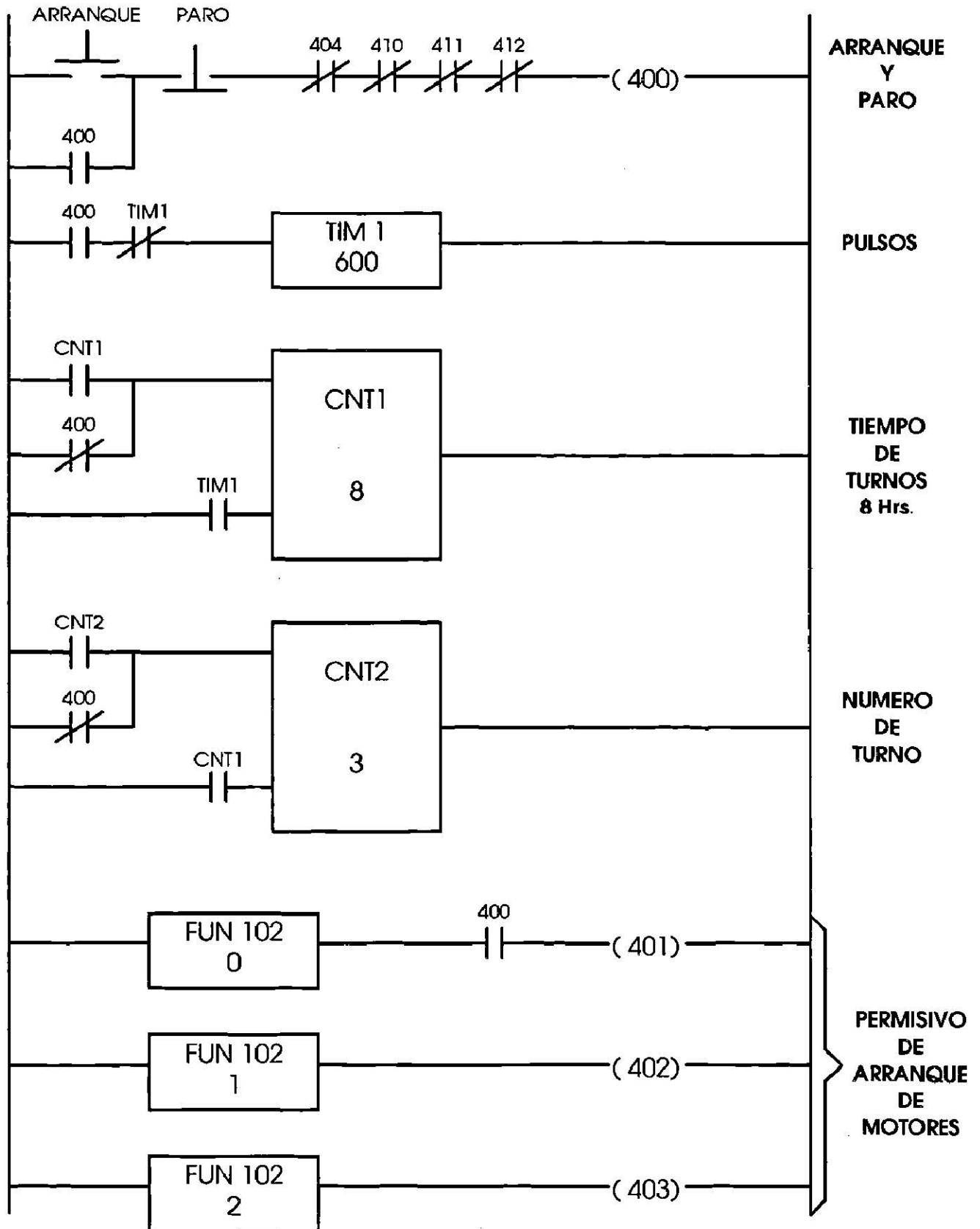
Siempre deben estar trabajando 2 Motores-bomba según el diagrama, si falla uno de los motores-bomba en funcionamiento, debe entrar el de reserva e indicar la falla.

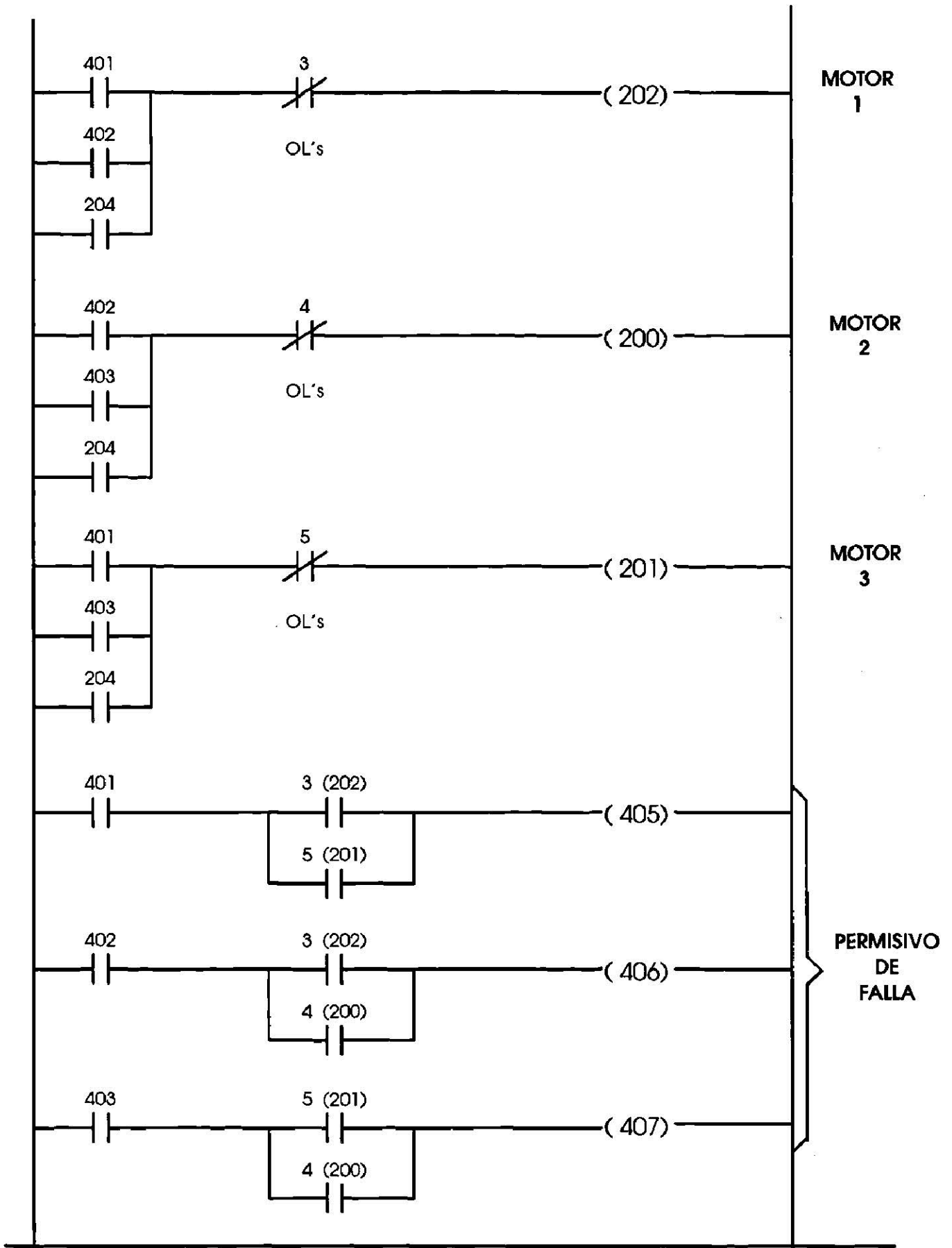
Si no se restablece la falla al término del turno, se detiene el proceso totalmente, hasta su puesta en marcha, una vez solucionadas las fallas.

**DIAGRAMA ELECTRICO****NOTA :**

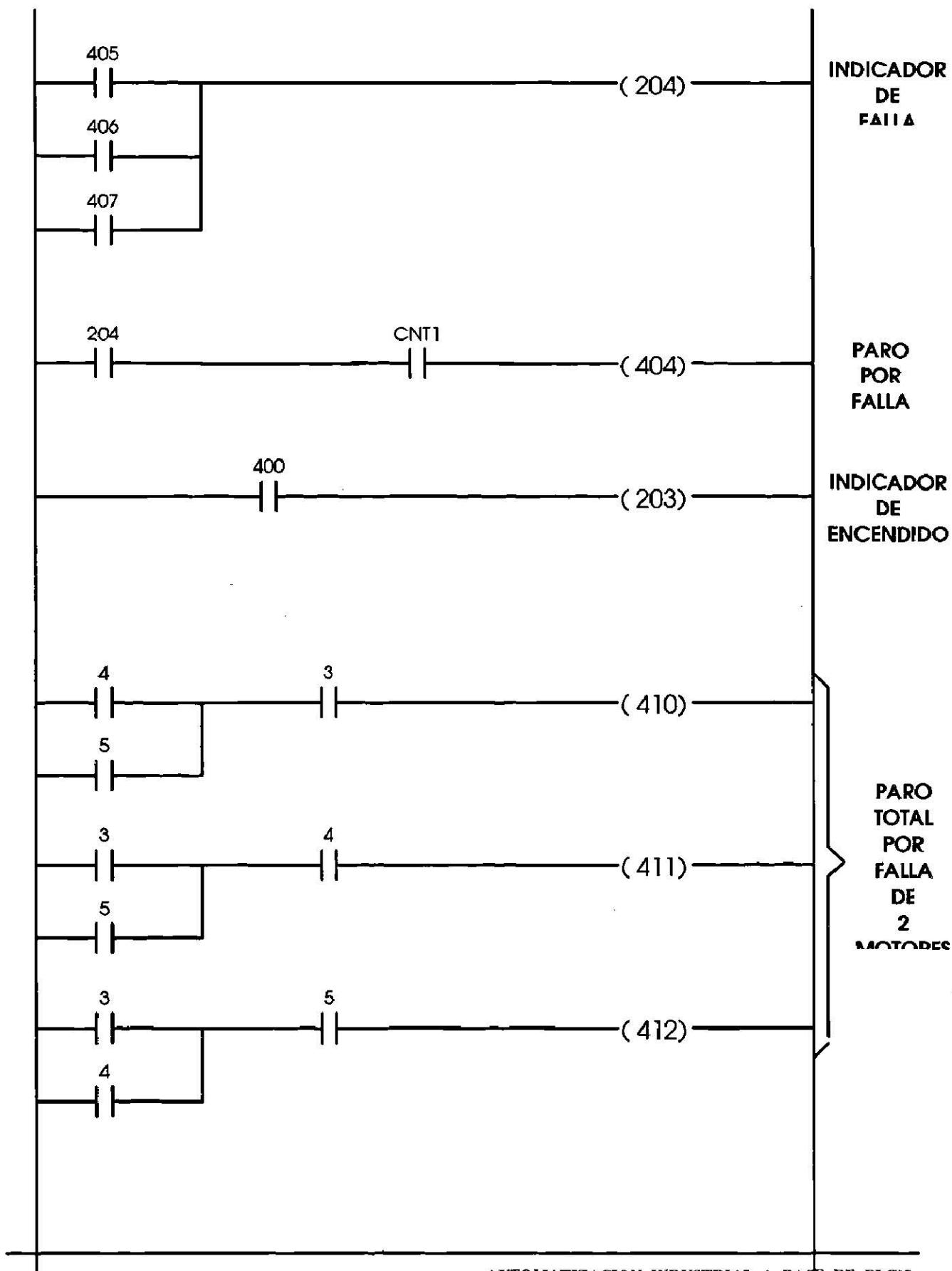
El común de las salidas ( 200, 201, 202 ) es el positivo de la fuente de alimentación de las salidas ( fuente de 5 VCD ), ésta línea se encuentra punteada. La línea continua es el negativo de la fuente y el negativo de las terminales del motor. Para las salidas del led indicador de falla y el encendido, están alimentadas con 5 VCD, ésta alimentación es tomada de la misma fuente de las otras salidas.

## DIAGRAMA ESCALERA





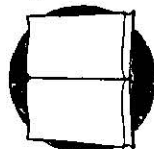




---

PROGRAMACION	DEL	PLC
1 LOD 1	43	OR 403
2 OR 400	44	OR 204
3 ANDN 2	45	ANDN 5
4 ANDN 404	46	OUT 201
5 ANDN 410	47	LOD 401
6 ANDN 412	48	LOD 3
7 OUT 400	49	OR 5
8 LOD 400	50	ANDLOD
9 ANDN TIM1	51	OUT 405
10 TIM 1	52	LOD 402
11 600	53	LOD 3
12 LOD CNT1	54	OR 4
13 ORN 400	55	ANDLOD
14 LOD TIM1	56	OUT 406
15 CNT1	57	LOD 403
16 8	58	LOD 5
17 LOD CNT2	59	OR 4
18 ORN 400	60	ANDLOD
19 LOD CNT1	61	OUT 407
20 CNT2	62	LOD 405
21 3	63	OR 406
22 FUN 102	64	OR 407
23 0	65	OUT 204
24 AND 400	66	LOD 204
25 OUT 401	67	AND CNT1
26 FUN 102	68	OUT 404
27 1	69	LOD 400
28 OUT 402	70	OUT 203
29 FUN 102	71	LOD 4
30 2	72	OR 5
31 OUT 403	73	AND 3
32 LOD 401	74	OUT 410
33 OR 402	75	LOD 3
34 OR 204	76	OR 5
35 ANDN 3	77	AND 4
36 OUT 202	78	OUT 411
37 LOD 402	79	LOD 3
38 OR 403	80	OR 4
39 OR 204	81	AND 5
40 ANDN 4	82	OUT 412
41 OUT 200	83	END
42 LOD 401		

---



**Tesis Profesionales**  
Escobedo 318 sur. Local 2  
Tel: 343-06-25  
Encuadernaciones del Norte, S.A. de C.V

