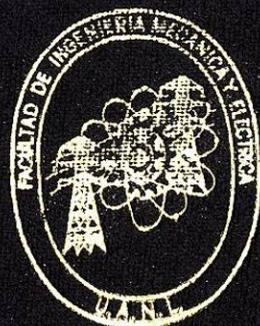


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



"LA APLICACION DEL PLC GENERAL ELECTRIC
FANUC 90-30 PARA LA INDUSTRIA:
AUTOMATIZACION DE UN HORNO DE CORAZAS"

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA:

RAUL HUMBERTO LOZANO ACOSTA

ASESOR: ING. CARLOS HERNANDEZ TOVAR

CD. UNIVERSITARIA

MARZO DE 1997

T
J
2
2
5

L
6

c.
1

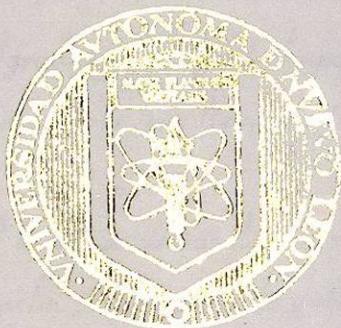
T
TJ225
L6
c.1



1080072264

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



"LA APLICACION DEL PLC GENERAL ELECTRIC
FANUC 90-30 PARA LA INDUSTRIA:
AUTOMATIZACION DE UN HORNO DE CORAZAS"

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA:

RAUL HUMBERTO LOZANO ACOSTA

ASESOR: ING. CARLOS HERNANDEZ TOVAR

CD. UNIVERSITARIA

MARZO DE 1997

T
TJ 225
L 6



Agradecimientos

Al Señor Dios por darme la oportunidad de ver realizado mi deseo de completar mi educación profesional, pidiendo me de sabiduría para que pueda siempre caminar por su luz.

Agradezco por igual el apoyo de mis padres, que aún cometiendo errores no perdieron la esperanza de que llegase este día. Ellos siempre serán mi más preciado tesoro.

A la mujer detrás de mi, a mi querida hermana, por quien puedo decir que termine la escuela. Alejandra, te quiero muchísimo.

A mis Abuelos Humberto, Blanca, Ma. Rita y Julia, quienes comparten conmigo toda su sabiduría y no pierden su fé en mi.

A mis tíos Nora, Roberto, Silvia y Jorge que nunca dudaron de mi aun en la adversidad, y que de una u otra manera siempre supieron demostrarme que yo puedo lograr lo que me proponga.

A aquellos compañeros y amigos, que aunque algunos tengo tiempo de no convivir con ellos, de una u otra forma me ayudaron a forjarme en este mundo y aprender a salir adelante; dándose en adversidades como en proezas.

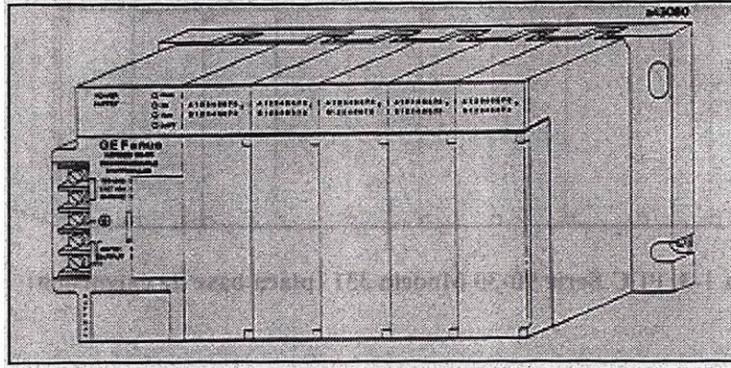
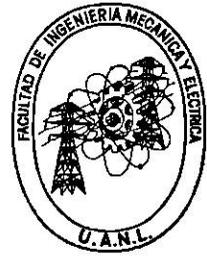
Y por último, a aquellos maestros, buenos y malos, que de una forma peculiar en cada uno transmitieron un poco de sus conocimientos hacia mi. Esperando que aquello bueno que aprendí de ellos pueda algún día transmitir más adelante.

*A mi Padre:
Sin su apoyo incondicional y
sin la fe que me tuvo no hubiera
logrado llegar a este grado.*

*Gracias.
Ésto es por ti.*



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
NUEVO LEÓN**
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



Tesina

*“La aplicación del PLC General Electric FANUC 90-30 para la industria:
Automatización de un Horno de Corazas”*

*Para obtener el título de
Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones*

Presentado por: Raúl Humberto Lozano Acosta

Asesor: Ing. Carlos Hernández Tovar

ÍNDICE

1. Introducción "Historia del PLC"	3
2. Descripción del PLC GE Fanuc 90-30	8
• <i>Introducción al Controlador Lógico Programable</i>	9
• <i>Configuración y Programación</i>	15
3. Proyecto "Automatización de un Horno de Corazas"	22
• <i>Funcionamiento del proceso</i>	23
• <i>Descripción del proyecto</i>	25
• <i>Explicación de control</i>	27
4. Conclusiones del proyecto	35
5. Glosario	37
6. Bibliografía	45

Introducción: " Historia del PLC "

HISTORIA DEL PLC

Introducción a los controladores programables.

* 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).

* 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.
- Interfaces 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 funcionabilidad en la revelación, reemplazando así la lógica de revelación y el uso en ambiente industrial fue alcanzado. La programación, aunque tediosa, tenía un standard reconocible: Formato Escalera.

* 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 revelación, 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 inglés 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 remplazar 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 16 Kb 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 operarse 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 rasgos 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.

* Ventajas del PLC.

- Son modulares debido al rack, esto es, para ajustar el PLC a una necesidad específica.
- Son reusables 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.

* 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.

Descripción del Equipo " GE FANUC 90-30 "

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™ de General Electric Fanuc de los PLC avanzados. 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. 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.

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.
- 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.

Características del PLC Serie 90-30.

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

El PLC Serie 90-30 incluye el siguiente grupo de características:

- 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)

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 RS-422 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.

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).

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 1.1 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	160	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)

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.

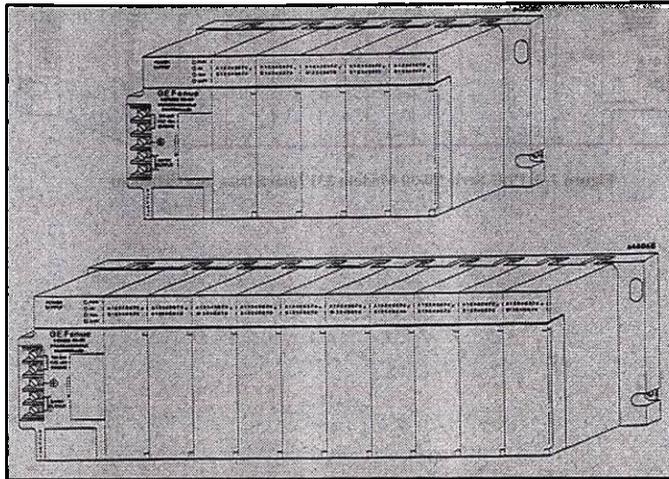


Figura 1-1. PLC Serie 90-30 Modelo 311 (5 y 10 ranuras)

Tipos de módulos de entradas y salidas aplicables al modelo 311:

* Módulos de entrada discreta:

- 1) 120 VCA con 16 puntos.
- 2) 24 VCD lógica positiva con 16 puntos.
- 3) 24 VCD lógica negativa con 16 puntos.
- 4) Simulador de entradas 8/16 puntos.

* Módulos de salida discreta:

- 1) 120 VCA, 0.5A con 12 puntos.
- 2) 120/240 VCA, 1 A, con 8 puntos.
- 3) 120/240 VCA aislada, 2A con 5 puntos.
- 4) 12/24 VCD lógica positiva, 2A con 8 puntos.
- 5) 12/24 VCD lógica positiva, 0.5A con 16 puntos.
- 6) 12/24 VCD lógica negativa, 2A con 8 puntos.
- 7) 12/24 VCD lógica negativa, 0.5A con 16 puntos.
- 8) Relevador, N.O., 2A con 16 puntos.
- 9) Relevador, N.O., 4A aislada con 8 puntos.

* Módulos analógicos:

- 1) Entrada voltaje de 4 canales.
- 2) Salida voltaje de 2 canales.

* Módulos opcionales:

- 1) Contador de alta velocidad.
- 2) Módulo de comunicaciones Genius.

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.

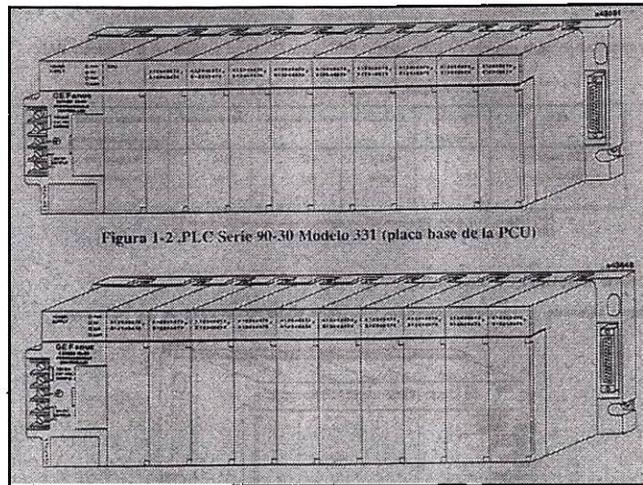


Figura 1-2. PLC Serie 90-30 Modelo 331 (placa base de la PCU)

Figura 1-3. PLC Serie 90-30 Modelo 331 (Placa Base de expansión)

Tipos de módulos de entradas y salidas aplicables al modelo 331:

Igual al modelo 311 pero pudiendo incorporar el Módulo Coprocesador Programable.

Ubicación de la fuente de poder en la Placa Base.

Las fuentes de poder deben estar en la ranura del extremo izquierdo tanto en las placas base del modelo 311 y 331, y se conectan al trasplano a través del conector del trasplano al cual están unidas.

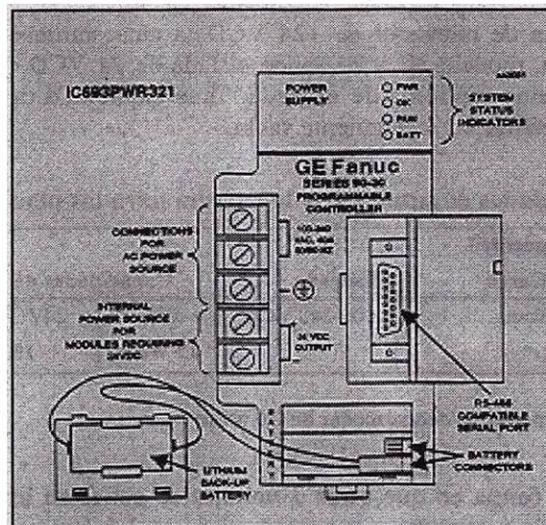


Figura 2-6. Fuente de Poder Serie 90-30

Conector de Puerto Serial de la CPU en la Fuente de Poder.

Un conector de tipo D de 15 terminales, accesible al abrir la portezuela articulada localizada en el frente derecho de la fuente de poder proporciona la conexión a un puerto serial que se utiliza para conectar el programador para el Software de Programación de Logic Master 90 o conectar el Programador Portátil al PLC. Este puerto serial es compatible con RS-422.

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.

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.

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.

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. 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.

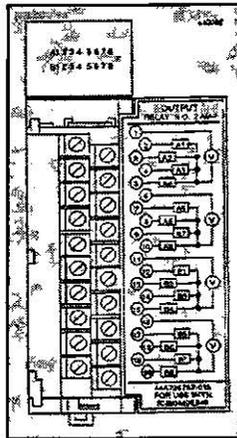


Figura 1-7. Módulo de E/S del Modelo 30.

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. 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.

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 configurarse para contar ya sea hacia arriba o abajo, para contar en ambos sentidos o contar la diferencia entre 2 valores cambiables. Se puede configurar el módulo para proveer 1, 2, ó 4 contadores de diferente complejidad.

Módulo Coprocesador Programable.

El Módulo coprocesador Programable (PCM) mejora toda la operación del PLC de la serie 90-30 Modelo 331 (no disponible para el modelo 311) al proporcionar un coprocesador de alto rendimiento con 128 kbytes de memoria del usuario protegida por la batería CMOS en el tablero.

El CPM soporta el protocolo de comunicaciones CCM (Módulo de Control de Comunicaciones GE Fanuc) cuenta con 2 puertos seriales, soporta el lenguaje de programación MegaBasic y se programa utilizando una computadora Workmaster II, una Cimstar Industrial, o bien una Computadora Personal IBM o Compatible.

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 TM 90 en una computadora Workmaster R II o Cimstar TMI, una IBM R PC o Computadora Personal Compatible, ó puede usarse un Programador Portátil (HHP).

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.

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;
- Buscar instrucciones y/o referencias específicas en programas lógicos;
- Monitorear datos de referencia y al mismo tiempo examinar el programa lógico;
- 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.

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.

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.

Estructura del Software:

La estructura del software del PLC 90-30 tiene una arquitectura común que maneja la memoria y prioridad de ejecución en el microprocesador 80188. Esta operación soporta la ejecución del programa y las tareas domésticas básicas como la rutina de diagnóstico, las exploraciones E/S, y el procesamiento de alarmas.

El sistema operativo también posee rutinas para comunicarse con el programador. Estas rutinas proporcionan la carga y descarga de programas de aplicación, la obtención de la información de estado y el control del PLC. El programa de aplicación controla el proceso final al cuál se aplica el PLC, se llama programa de control y es controlado por un coprocesador de secuencia de instrucción (ISCP) que se incluye en el equipo físico del sistema basado en la CPU 331.

El microprocesador 80188 y el SCP pueden ejecutar simultáneamente permitiendo que el microprocesador sirva para comunicarse mientras que el ISCP ejecuta lo esencial del programa de aplicación, sin embargo el microprocesador debe ejecutar las secuencias de 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.

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.

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", -(R)-. 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.

LISTA DE FUNCIONES DE PROGRAMACIÓN:

Funciones de relevador:

- **-] [-** Contacto normalmente abierto
- **-] / [-** Contacto normalmente cerrado
- **-] ↑ [-** Contacto de transición positiva
- **-] ↓ [-** Contacto de transición negativa
- **-()-** Bobina
- **-(SET)-** Establecimiento de bobina retentiva
- **-(RESET)** Restablecimiento de bobina retentiva
- **|** Enlace vertical
- **_____** Enlace horizontal
- **-[FAULT]-** Contacto de falla
- **-[NOFLT]-** Contacto de no falla
- **-[HIALR]-** Contacto de alarma alta
- **-[LOALR]-** Contacto de alarma baja
- **-(/)-** Bobina negada
- **-(M)-** Bobina retentiva
- **-(/M)-** Bobina retentiva negada
- **-(R)-** Bobina de restablecimiento
- **-(↑)-** Bobina de retención positiva
- **-(↓)-** Bobina de retención negativa

Funciones de temporización y conteo:

- **ONDTR** Temporizador "cronometro" de retraso al energizar
- **OFDT** Temporizador de retraso al desenergizar
- **TMR** Temporizador de retraso al energizar
- **UPCTR** Contador ascendente
- **DNCTR** Contador descendente
- **1.0 s** Base de tiempo de 1.0 segundo
- **0.1 s** Base de tiempo de 0.1 segundos
- **0.01 s** Base de tiempo de 0.01 segundos
- **0.001 s** Base de tiempo de 0.001 segundos

Función de interrupción cronometrada:

- **TIMER** Declaración de interrupción cronometrada

Funciones aritméticas:

- **ADD** Adición
- **SUB** Substracción
- **MUL** Multiplicación
- **DIV** División
- **MOD** División entera o modular
- **SQRT** Raíz cuadrada

Funciones relacionales:

- **EQ** Prueba de igualdad
- **NE** Prueba de desigualdad
- **GT** Prueba mayor que
- **GE** Prueba mayor o igual que
- **LT** Prueba menor que
- **LE** Prueba menor o igual que
- **CMP** Prueba de comparación

Funciones de operación con bits:

- **AND** Y de bits lógicos
- **OR** O de bits lógicos
- **XOR** O exclusivo de bits lógicos
- **NOT** Negación o complemento del 1 lógico
- **SHL** Desplazamiento a la izquierda de bit lógico
- **SHR** Desplazamiento a la derecha de bit lógico
- **ROL** Giro a la izquierda de bit lógico
- **ROR** Giro a la derecha de bit lógico
- **BITTST** Prueba de detección de bit lógico
- **BITSET** Establecer el bit lógico

- **BITCLR** Limpiado de bit lógico
- **MKCOMP** Comparación enmascarada de arreglo para bit lógico

Funciones de movimientos de datos:

- **MOVE** Movimiento
- **BLKMOVE** Movimiento de bloque constante
- **BLKCLR** Limpiado de bloque en memoria
- **SHFREG** Desplazamiento de registro
- **BITSEQ** Secuenciador de bits
- **COMREQ** Solicitud de comunicaciones
- **VME-RD** Lectura VME
- **VME-WR** Escritura VME
- **VMERMW** Lectura/modificación/escritura VME
- **VME-TS** Prueba y definición VME
- **SWAP** Intercambiar bytes o palabras

Funciones de tabla:

- **TBLRD** Lectura de tabla
- **TBLWR** Escritura de tabla
- **LIFORD** Lectura LIFO (ultimo en entrar, primero en salir)
- **LIFOWR** Escritura LIFO
- **FIFORD** Lectura FIFO (primero en entrar, ultimo en salir)
- **FIFOWR** Escritura FIFO
- **SORT** Clasificaciones de tabla

Funciones de conversión de tipo:

- **TO-INT** Convierte en entero
- **TO-UINT** Convierte a entero sin signo
- **TO-DIT** Convierte entero de doble precisión
- **TO-BCD4** Convierte a cuatro dígitos BCD
- **TO-BCD8** Convierte a ocho dígitos BCD

Tipos:

- **WORD** Tipo palabra: 16 bits
- **DWORD** Tipo palabra doble: 32 bits
- **BCD4** Tipo BCD cuatro dígitos: 16 dígitos
- **BCD8** Tipo BCD ocho dígitos: 32 bits
- **UINT** Tipo decimal sin signo: 16 bits
- **INT** Tipo decimal con signo: 16 bits
- **DINT** Tipo decimal con signo y doble precisión: 32 bits

Funciones de control:

- **CALL** Llamada a bloque de programa
- **DO-IO** Realiza actualización inmediata de E/S
- **SUS-IO** Suspende servicio a E/S
- **MCR** Relevador de control maestro
- **END-MCR** Termina relevador de control maestro
- **LABEL** Localidad de destino para instrucción de salto (JUMP)
- **JUMP** Salta (a etiqueta)
- **COMMNT** Agrega explicación a línea de lógica (comentario)
- **SVC-REQ** Solicita servicio especial del PLC
- **PID-X** Algoritmo PID
- **PID-ISA** Algoritmo PID ISA

Proyecto:
“ Automatización de un Horno de Corazas ”

Funcionamiento del proceso.

Dentro del proceso de secado de pintura de las corazas de los motores, se emplea un horno el cual mediante un recorrido a una velocidad lenta, proporcionada por un motor de carrusel el cual habilita una banda transportadora. Sobre esta se encuentran montadas unas armazones que sujetan cada una de las corazas de tal forma que no afectan el pintado pero permiten la sujeción de las mismas.

Las corazas entran al horno por la parte superior permitiendo que el calor saliente del quemador eleve la temperatura gradualmente; continúan su recorrido en forma de "u" quedando antes de salir con la banda transportadora por debajo y de esta forma pasando por encima del quemador principal. Esto permite que el calor del horno de un secado uniforme en toda el arrea de la coraza. Por ultimo la banda transportadora desaloja por la parte inferior las corazas secas continuando en forma cíclica el proceso.

El horno cuenta con dos sensores o termopares que se localizan en la parte media del mismo para controlar la temperatura interna promedio a la que se someten las corazas. Esta información sirve al control para realizar los ajustes de encendido o apagado del quemador principal y así poder mantener la temperatura en un rango aceptable.

Para mantener el horno limpio de impurezas o sustancias volátiles que puedan interferir con la calidad de la pintura de las corazas se consta de un motor soplador encargado de provocar una corriente de aire a presión que evacua todas estas partículas extrañas.

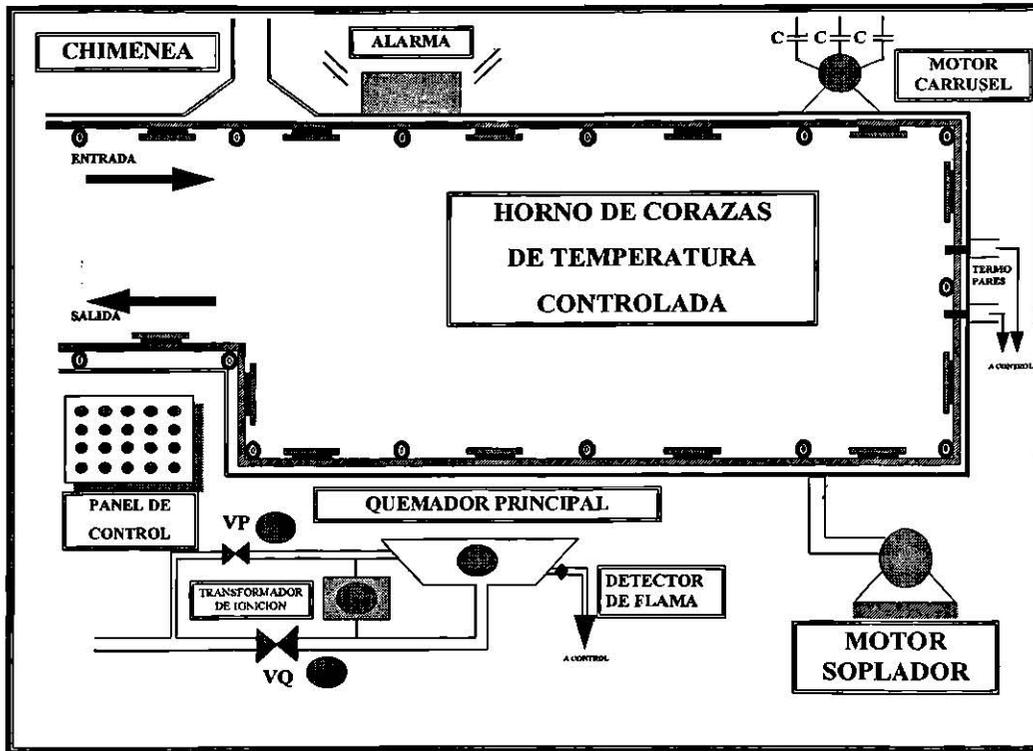


FIG. 1: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL PROCESO

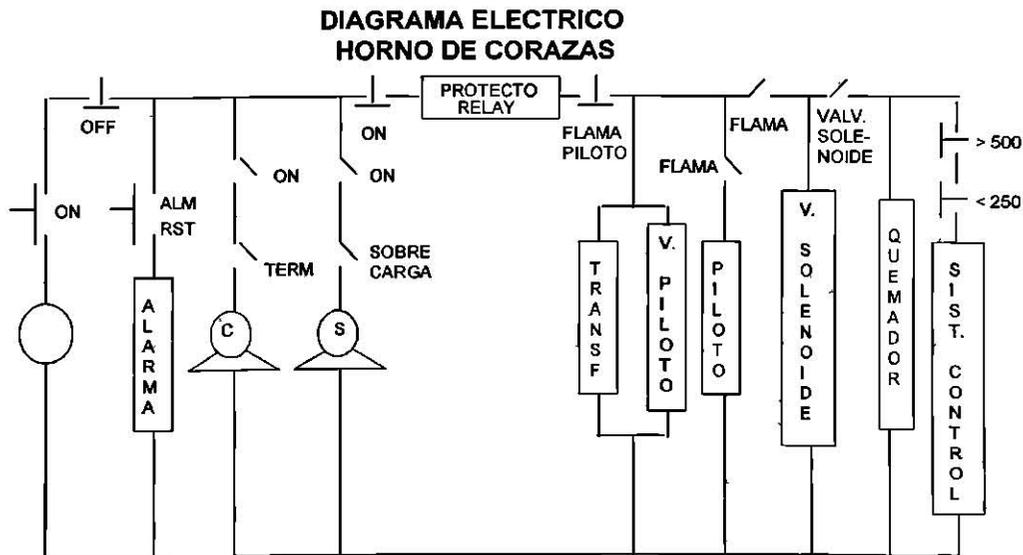


FIG. 2: DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL PROCESO

Descripción del Proyecto "Horno de Corazas"

En la industria manufacturera de motores domésticos e industriales, existen hornos que efectúan el secado de las corazas del bobinado para que este se pueda embobinar. Estos hornos requieren un control supervisorio en cuestión de temperatura, ya que dentro de su trabajo normal se someten a temperaturas altas y si en el proceso de secado se recalentaran demasiado podrían presentar anomalías en su estructura.

El proyecto que ahora se plantea consiste en crear un programa supervisor que, de acuerdo a la secuencia de operación que se mantiene en este proceso, pueda considerarse "inteligente" y prevenir accidentes dentro del mismo.

Se emplea un PLC Fanuc GE Serie 90-30 para emplearlo como cerebro del proyecto. En el almacenamos el programa desarrollado siguiendo las recomendaciones de aplicación, tomando en cuenta los detalles indispensables para que el sistema no salga fuera de control con facilidad, o cuente con todas las protecciones debidas para evitar accidentes.

La secuencia de operación empleada es como a continuación se describe:

- *El sistema cuenta con interruptor general de encendido y otro de paro de emergencia, cuenta con interruptor (on-off) para el encendido del motor de carrusel. El motor de carrusel cuenta además con interruptores térmicos.*
- *Al cerrar el contacto del interruptor general de encendido se activa una alarma.*
- *Dicha alarma tiene un tiempo de duración de 10 seg., después de los cuales se energiza el "reset" de la misma, desactivándola.*
- *Al termino, siempre y cuando los interruptores de encendido se encuentren activados y las protecciones no hayan actuado, enciende el motor de carrusel.*
- *Enseguida se activara el motor del soplador, el cual saca los residuos de gases u otro tipo de contaminantes volátiles que se encuentren dentro del horno; y deben pasar 20 segundos antes de poder iniciar el ciclo de encendido del protecto relay.*
- *El motor extractor también cuenta con interruptor de arranque y paro. Este motor cuenta con protección de sobrecarga.*
- *Al oprimir el interruptor de arranque del protecto relay, ya terminada de limpiar la atmósfera interna del horno, el transformador de ignición y la electroválvula del piloto serán energizadas. En consecuencia debe de aparecer una flama.*

- *Un sensor de llama detecta si encendió el piloto y da paso a activar la válvula de paso del quemador principal.*
- *Si así sucede se debe desactivar el transformador de ignición.*
- *Siempre y cuando se detecte flama, la electroválvula del quemador permanecerá abierta.*
- *Si el quemador principal no enciende en un lapso de 30 segundos a partir de que se activo el piloto y el transformador, deberá sonar una alarma y cerrar la electroválvula del quemador principal.*
- *Para mantener constante la temperatura, y con el objetivo de que no se sobrecaliente el mismo ni las corazas en su interior, el sistema de quemador cuenta con protección tipo pirómetro, el cual sensa los límites mínimo y máximo abriendo y cerrando el paso de gas al quemador principal. Los límites de temperatura de operación del picotero es de 200 °C a 500 °C.*
- *El sistema cuenta con un interruptor de "reset" de alarma adicional.*

Explicación del Control.

A continuación se explicara a detalle el funcionamiento paso a paso de la programación realizada para la automatización del horno de corazas; posteriormente se anexa el programa en si obtenido del software de implementación Logic Master del PLC Serie 90-30.

1. Encendiendo el interruptor de encendido general (ON_GRAL) se activa el candado interno MASTER1.
2. El candado MASTER1 activa un ON-DELAY TIMER con una duración de 10 segundos, el cual desactiva la alarma, por medio de la variable interna TEMP1. El ON-DELAY TIMER puede ser restablecido presionando el reset de alarma (AL_RST).
3. A su vez, la variable TEMP1 activa el candado TEMP2, el cual nos permite el encendido del motor de carrusel y del motor del soplador.
4. Al estar activado TEMP2 y encenderse el interruptor de encendido del motor de carrusel (ON_MC), este comienza a funcionar.
5. De igual forma se activa un contador que activara, junto con el encendido general del motor de soplador (ON_MSOP), el cual tiene una duración de 20 segundos.
6. Al termino de dicho periodo, por medio del candado TEMP4, se habilita junto con el encendido del protecto relay (PROT_R) la electroválvula del piloto (V_PIL) y el transformador de ignición (T_IGN).
7. Ya una vez activados el transformador de ignición y la válvula del piloto, y a su vez la detección de presencia de flama (D_FLAM) se activa la variable interna TEMP5.
8. Esta variable inhabilita un ON-DELAY TIMER con duración de 30 segundos, el cual alerta al termino de este periodo que el piloto no fue encendido y por consecuencia para el proceso.
9. Si la flama fue detectada y es activada la variable TEMP5, se procede a encender el quemador principal abriendo para ello la válvula (V_QUEM).
10. Cuando enciende el candado principal MASTER1 se activa la protección tipo picotero, la cual si excede de 500 °C activa el termopar (MAY_500), impidiendo continuar el proceso; pero si a su vez ya encendido el horno, su temperatura baja de 200 °C se activa el termopar (MEN_200), el cual vuelve a encender el quemador.

```

GGGG EEEEE FFFF AAA N N U U CCCC
G E F A A N N N U U C
G GGG EEEE FFF AAAAA N N N U U C
G G E F A A N N N U U C
GGGG EEEEE F A A N N UUU CCCC
    
```

```

AAA U U TTTTT OOO M M AAA TTTTT IIII OOO N N
A A U U T O O M M M A A T I O O N N N
AAAAA U U T O O M M M AAAAA T I O O N N N
A A U U T O O M M A A T I O O N N N
A A UUU T OOO M M A A T IIII OOO N N
    
```

```

(*)-----(*)
(*)
(*)          Program: HORNITO
(*)
(*)  PLC PROGRAM ENVIRONMENT          HIGHEST REFERENCE USED
(*)  -----
(*)          INPUT (%I): 512          INPUT: %I0011
(*)          OUTPUT (%Q): 512        OUTPUT: %Q0008
(*)          INTERNAL (%M): 1024      INTERNAL: %M0003
(*)          GLOBAL DATA (%G): 1280  GLOBAL DATA: NONE
(*)          TEMPORARY (%T): 256      TEMPORARY: %T0005
(*)          REGISTER (%R): 2048      REGISTER: %R0009
(*)          ANALOG INPUT (%AI): 128  ANALOG INPUT: NONE
(*)          ANALOG OUTPUT (%AQ): 64  ANALOG OUTPUT: NONE
(*)
(*)  PROGRAM SIZE (BYTES): 288
(*)
(*)-----(*)
    
```

Program: HORNITO

A:\HORNITO

```
(*-----*)
(*
(*          BLOCK: _MAIN
(*
(*          BLOCK SIZE (BYTES): 275
(*          DECLARATIONS (ENTRIES): 28
(*
(*          HIGHEST REFERENCE USED
(*          -----
(*
(*          INPUT (%I): %I0011
(*          OUTPUT (%Q): %Q0008
(*          INTERNAL (%M): %M0003
(*          GLOBAL DATA (%G): NONE
(*          TEMPORARY (%T): %T0005
(*          REGISTER (%R): %R0009
(*          ANALOG INPUT (%AI): NONE
(*          ANALOG OUTPUT (%AQ): NONE
(*-----*)
```

Program: HORNITO

A:\HORNITO

Block: _MAIN

```
[[ START OF LD PROGRAM HORNITO ] (* *)
|
|[ VARIABLE DECLARATIONS ]
```

VARIABLE DECLARATION TABLE

REFERENCE	NICKNAME	REFERENCE DESCRIPTION
%I0001	ON_GRAL	ENCENDIDO GENERAL
%I0002	OFF_GRL	APAGADO GENERAL
%I0003	AL_RST	RESET DE ALARMA
%I0004	ON_MC	INT. GRAL DE MOTOR CARRUSELL
%I0005	TERMICO	INTERRUPTOR TERMICO M.C.
%I0006	ON_MSOP	INT. GRAL. MOTOR SOPLADOR
%I0007	SOBCGRA	INT. SOBRECARGA MOT. SOPLADOR
%I0008	PROT_R	PROTECTOR RELAY
%I0009	D_FLAM	DETECTOR DE FLAMA(SEYAL)
%I0010	MAY_500	LIMITE TEMP. > 500 c
%I0011	MEN_200	LIMITE TEMP. < 200 c
%Q0001	ALARMA	ALARMA DE PROCESO
%Q0002	M_CARR	MOTOR DE CARRUSELL
%Q0003	M_SOP	MOTOR SOPLADOR
%Q0004	V_PIL	VALV. PILOTO
%Q0005	T_ING	TRANSFORMADOR DE IGNICION
%Q0006	D_FLAMA	DETECTOR DE FLAMA(INDIC)
%Q0007	V_QUEM	VALVULA QUEMADOR
%Q0008	QUEM	QUEMADOR PRINCIPAL
%M0001	MASTER1	CONTRAPARTE VAR. CONTROL INT.
%M0002	MASTER2	VAR. DE CONTROL INTERNO
%M0003	MASTER3	VAR. DE CONTROL INTERNO
%T0001	TEMP1	VAR. TEMPORAL DE CONTROL
%T0002	TEMP2	VAR. TEMPORAL DE CONTROL
%T0003	TEMP3	VAR. TEMPORAL DE CONTROL
%T0004	TEMP4	VAR. TEMPORAL DE CONTROL
%T0005	TEMP5	VAR. TEMPORAL DE

IDENTIFIER TABLE

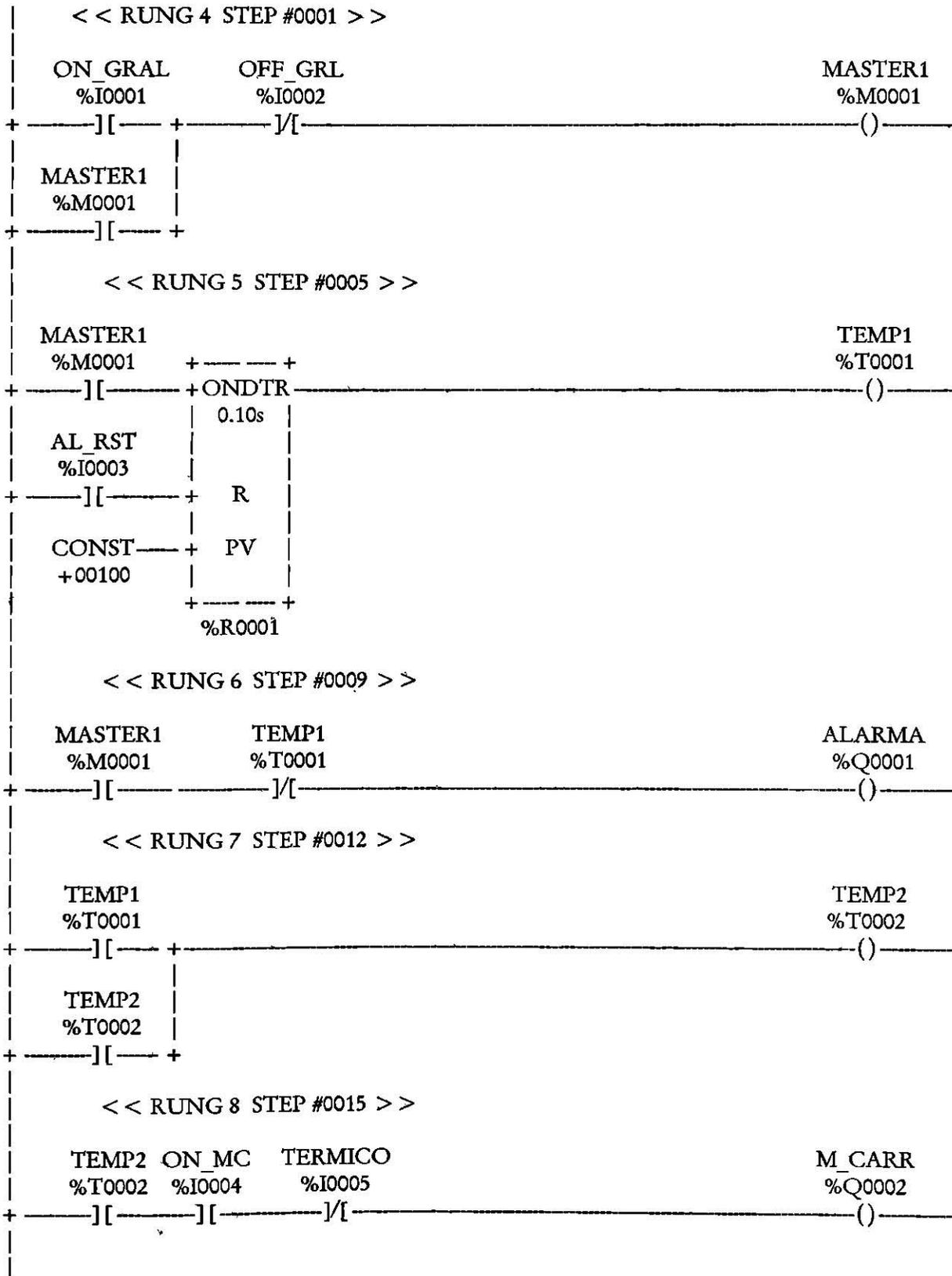
IDENTIFIER	IDENTIFIER TYPE	IDENTIFIER DESCRIPTION
HORNITO	PROGRAM NAME	

```
[ BLOCK DECLARATIONS ]
|
[ START OF PROGRAM LOGIC ]
```

Program: HORNITO

A:\HORNITO

Block: _MAIN



***** LOGIC TABLE OF CONTENTS *****

HORNITO	1
MAIN	2
variable table	3
logic	3

**Conclusiones del Proyecto:
“ Ventajas de la aplicación de una
Automatización de Horno de Corazas ”**

CONCLUSIONES

Con la modernización de las industrias y el crecimiento a la par de la complejidad de los procesos, se requiere el uso de controladores inteligentes que tanto verifiquen el buen funcionamiento del proceso tanto como el de los equipos que conforman el mismo. También, con los nuevos estándares de calidad que se establecen en el mercado internacional es crítico mantenerse dentro de un rango aceptable de variación, lo cual aun más requiere un supervisor eficiente y que actúe inmediatamente para corregir el proceso de la manera más rápida y estable, y que no se refleje en un incremento en el costo del producto.

Por tal motivo, y considerando las necesidades de temperatura que se debe mantener en un Horno de Corazas, se deben cuidar los aspectos más importantes como lo son: Temperatura estable dentro de un rango de funcionamiento óptimo sin rebasar los límites de resistencia de la pieza; la seguridad de los operadores del mismo, evitando que se pueda provocar un a fuga o explosión a causa de una falla en el quemador; el mantenimiento del equipo, cuidando que no se llegue a un esfuerzo mayor al debido en los motores del proceso.

La programación que se propone tiene muchas variables en consideración para prever un buen control en el funcionamiento, tanto del proceso como de la maquinaria que lo conforma, pero en dado caso que el control no sea tan crítico algunas de ellas pueden ser eliminadas, por ejemplo: los permisivos de encendido y/o apagado de los motores puede ser únicamente un paro de emergencia; puede utilizarse solamente un interruptor para encender o parar el proceso. Por tal motivo, en las próximas paginas se plantean otras alternativas buenas para el control del proceso pero que se consideraron incompletas para el propósito del proyecto, el cual se basa en un "control total".

Glosario

Apéndice "A"

Este glosario consiste de dos partes. La primera parte es un glosario de términos para los PLC's de la series 90; la segunda parte es un glosario de instrucciones básicas y tipos de referencia de los PLC's series 90-30.

GLOSARIO DE TÉRMINOS PARA PLC's SERIES 90-30

Address	Es un número siguiendo un tipo de referencia el cual sirve como una referencia para el usuario. Como ejemplo : %INNNNN; %I es el tipo de referencia y NNNNN es la dirección.
Alarm Processor	Una función de software que especifica los tiempos y las entradas y salidas del proceso junto con las fallas del sistema que pueden ser mostradas en dos tablas por el programador o cargarla a un servidor u otro coprocesador.
Analog	Una señal eléctrica activada por variables físicas que representan fuerza, presión, temperatura, flujo, etc.
Annotation	Es un texto de explicación opcional en un programa. Hay tres tipos básicos de anotación: Nickname (abreviación), Name (nombre), Comment (comentario).
Application Program	El programa escrito por el usuario para realizar la automatización de una máquina o algún proceso.
Backplane	Un grupo de conectores físicamente montados sobre un tablero en la parte trasera de un rack en donde se insertan los módulos. Los conectores están cableados en forma común mediante un circuito impreso.
Backup	Es un respaldo del programa creado anteriormente a la edición del programa.
Baseplate (90-30)	Es una base que contiene los conectores que forman el bus del sistema, y los conectores en los cuales los módulos se insertan. En el modelo 311, el CPU está integrado a la base.
Battery Connector	Es un conector cableado a una batería de litio el cual conecta la batería a los dispositivos de memoria CMOS RAM al conectarse al receptáculo del circuito impreso.
Baud	Una unidad de transmisión de la información. La velocidad en Bauds es el número de bits transmitidos por segundo.
Bit	Es la unidad de memoria más pequeña. Puede ser usada para guardar solo una pieza de información que tiene solo dos estados (1/0, ON/OFF, GOOD/BAD, Yes/No). Datos que requieren mas de dos estados (ejemplo: valores numéricos 000 a 999), requieren múltiples bits (vea WORD).
Board Cover	Es una cubierta de plástico montada sobre la parte trasera del CPU y el tablero PCM como protección para dispositivos de memoria de esos tableros.
Bus	Es una trayectoria eléctrica para la transmisión y recepción de información.
Byte	Es un grupo de dígitos binarios operados sobre una unidad básica. Un byte consta de 8 bits.
Circuit Wiring Diagram	Es información de cableado de campo que provee una guía para los usuarios de como conectar los dispositivos de campo en las entradas y salidas de los módulos. Cada módulo de entrada y salida posee un diagrama de cableado del circuito impreso en la parte interior de la puerta del módulo.

Code Block	Es un bloque que contiene el programa a bloques el cual contiene una secuencia de instrucciones ISCP para el modelo 331.
Command Line	La cuarta línea en la parte alta de la pantalla desplegada. Despliega la información capturada y los comandos utilizados.
Comment	Es una explicación de una línea de comando de hasta 2048 caracteres de texto.
Configuration Software	Es la parte del software de programación del LM90 que provee las herramientas para configurar las I/O y muchos parámetros del sistema.
Constant	Un valor fijado o un elemento de información que no varía. Puede ser guardado en un registro.
Counter	Es un block de funciones usado como un operando de un bloque de funciones (su uso es opcional) el cual puede ser programado para controlar otros dispositivos de acuerdo a un número establecido anteriormente de transiciones ON\OFF.
CPU Baseplate	Es la base en un sistema de PLC Serie 90-30 modelo 331 en el cual el CPU está instalado. Esta base siempre debe estar incluida en un sistema y siempre debe tener asignado el número de rack "0".
CPU Mode Switch	Es un switch de tres posiciones localizado en la parte alta del tablero del CPU el cual es usado para seleccionar el modo de operación del CPU.
Data Table	Es un grupo consecutivo de referencias del usuario del mismo tamaño accesados con la tabla de funciones read/write.
Directory	Es un archivo el cual contiene los nombres y especificaciones de otros archivos en el PCM u otra computadora.
Discrete	El termino "discrete" incluye tanto las señales de I/O internas como las reales que son referencias del usuario de 1 solo bit.
Expansion Baseplate	Es una base adicional de diez ranuras para el sistema del modelo 331 cuando la aplicación llama a mas módulos que la base del CPU pueda contener. El modelo 331 puede tener hasta 4 bases de expansión.
Expansion Rack	Es un rack agregado a un sistema cuando la aplicación llama a mas módulos que los que el rack principal puede contener.
Expansion Rack Cable	Es un cable el cual propaga las señales de I/O del bus paralelo entre los racks. La longitud total de todos los cables de expansión , desde el rack principal hasta el último rack de expansión en el sistema no debe ser mayor a 15 metros (50 ft).
Firmware	Es una serie de instrucciones contenidas en ROM (Read Only Memory) los cuales son usados para funciones de procesamiento interno. Estas funciones son transparentes al usuarios.
Function Key	Una tecla (F1 a F10) cuya función es controlada por el software. Esta función puede cambiar de acuerdo al programa del software de comunicación. El LM90 muestra las asignaciones de las teclas de función en la parte alta de la pantalla.
Genius I/O	Un sistema de I/O inteligente que contiene bloques de I/O, controladores de bus, y otros dispositivos.
Genius I/O Block	Un módulo el cual interconecta los dispositivos físicos con el bus del controlador en el PLC Series 90. Los bloques en un sistema se comunican con el bus del controlador por vía serial.
Grounding Terminal	Una terminal en cada fuente de alimentación la cual debe estar conectada a la tierra física (a través de la alimentación de AC) para asegurar que el rack está protegido.

Hardware	Todos los dispositivos eléctricos, mecánicos y electrónicos que comprenden los PLC Serie 90
Help Screen	Pantalla de texto instructiva. La Ayuda se muestra presionando las teclas ALT- K simultáneamente.
Hexadecimal	Es un sistema numérico, que tiene el número 16 como base, representado por los dígitos 0-9, y después las letras A-F.
Hinged Door	Es una puerta de plástico en la parte frontal del módulo, la cual cuando se abre permite tener acceso a cierto equipo de hardware del módulo.
Input Module	Un módulo de I/O que convierte las señales de los dispositivos del usuario a niveles lógicos que pueden ser usados por el CPU.
Input Scan Time	El tiempo requerido por el CPU para leer los nuevos valores de entrada de los controladores de I/O.
Interrupt Declaration	Usado para formar una asociación entre una entrada interrumpida desde un módulo de hardware y un bloque de programa. El bloque de programa que ejecutara en respuesta a la entrada debe estar declarada en la sección " Program Block Declaration " en el block principal del programa. Se pueden usar hasta 64 declaraciones de interrupción.
I/O (Input/ Output)	La porción del PLC en la cual los dispositivos de campo son conectados y aislados de ruido eléctrico
I/O Electrical Isolation	Es un método de separar el cableado de campo de la circuitería de nivel lógico. Típicamente esto se logra utilizando dispositivos ópticos aislados en estado sólido.
I/O Fault Table	Es una tabla que enlista fallas de I/O. Estas fallas se identifican por tiempo, fecha y locación.
I/O Module	Un circuito impreso ensamblado que actúa como interfase entre el usuario y el PLC Series 90.
Ladder Diagram	Es una representación gráfica de lógica combinacional.
LED Status Display	Es una pantalla que consiste de un grupo de LED's con 2 filas de 8 LED's cada una en lo alto de cada módulo discreto de I/O. Cada LED en los dos grupos de cada uno indica el estado de la entrada o salida respectiva de cada módulo
Link	Enlaces verticales y horizontales son usados para alimentar a un elemento en un diagrama escalera o para colocar elementos en serie o paralelo uno con otro.
List	Un grupo de localizaciones guardadas consecutivas en memoria usados para manipulación de datos. La dirección de inicio y el tamaño de la lista son determinados en el programa del usuario La información es accesada desde la parte alta o baja de la lista..
Load	La función usada para transferir programas a la memoria RAM del sistema Logic Master.
Logic Solution Time	El tiempo requerido para ejecutar todas las instrucciones activas en el programa de aplicación.
Main Menu	El menú principal del software lista todas las funciones del sistema principal y las teclas de función que controlan esas funciones.
Main Program Block	Es el bloque del programa el cual debe ser presentados en todas las aplicaciones del programa, este contiene la información lógica y su información de %P. El bloque del programa principal puede tener hasta 8K en words de información lógica.

Memory Card	Una tarjeta compacta insertable que contiene la memoria EEPROM la cual está insertada dentro de un slot en el programador Hand-Held. Este cartucho de memoria provee al programador Hand-Held con instrumentos de almacenamiento fuera de línea y regresa a la aplicación del programa y al sistema de configuración de datos.
Mnemonic	Una abreviación dada para una instrucción; usualmente un acrónimo formado por la combinación inicial de dos letras o partes de palabras.
Model 30 I/O	El subsistema I/O de los PLC's Series 90 consiste de módulos de entrada y salida discretas, analógicas e inteligentes.
Module	Un subensamblado electrónico reemplazable usualmente insertado dentro de conectores en una base y asegurado en el lugar, pero fácilmente removible en caso de una falla o un rediseño del sistema.
Molded Hinge	Es un sujetador que se encuentra en la parte superior trasera de cada módulo de I/O del modelo 30 el cual, cuando el módulo está instalado, asegura al módulo en la parte alta de la base. Este sujetador ayuda a mantener el módulo seguro en su lugar.
Monitor Mode	Un modo en el programador Logic Master 90 en donde el programador puede solo retroalimentar información del PLC. Los datos no pueden ser cambiados en el PLC.
Name	Una descripción de texto opcional usado como referencia para el usuario. El nombre puede ser usado con o sin un Nickname (nombre corto). Los nombres pueden ser registrados en una tabla de declaración de variables.
Nickname	Un nombre identificador de 7 caracteres (nombre corto) para dar referencia de la máquina. Todos los nicknames usados por el bloque del programa podrían ser incluidos en esta tabla de declaración de variables.
Noise	Distorsión eléctrica no deseada para las señales normales, generalmente de alta frecuencia (HF).
Non-Retentive Coil	Una bobina que se apagará cuando se le retira la alimentación al CPU.
Non-Volatile Memory	Una memoria capaz de retener información almacenada bajo condiciones aún y cuando no esté alimentado el PLC.
Off-Line Mode	Es un modo en el programador Logic Master 90 donde el programador y el PLC no están comunicados. El enlace de comunicaciones físico puede estar intacto, pero el programador no está usando este enlace.
On-Line Changes	Cambios a las entradas y salidas o registros de referencias y cambios palabra por palabra, hechos cuando el sistema del Logic Master 90 está en el modo On-Line (en línea) y los programas en ambos están exactamente iguales.
On-Line Mode	Es un modo en el programador Logic Master 90 y donde el programador y el PLC están en comunicación. Ambos estados de datos y bloques de programación de datos pueden ser intercambiados entre el PLC y el programador.
Outer Label	La porción de la etiqueta insertada en la puerta protectora de cada módulo de I/O que está visible cuando la puerta está cerrada, y sobre el cual la información puede ser grabada perteneciendo a cada punto de I/O.
Output	Datos transferidos del CPU, a través de un módulo de conversión de niveles, usado para controlar un dispositivo o un proceso externo.
Output Device	Dispositivos físicos tales como marchas de motor, solenoides, etc. que pueden ser switcheados por el PLC.
Output Module	Un módulo de I/O que convierte las señales de nivel lógico mediante el CPU a señales de salida utilizadas para controlar una máquina o proceso.

Panel Mounting Flanges	Guías sobre la parte trasera de un rack, usadas para montar el rack sobre un panel eléctrico o pared.
Parallel Communication	Es un método de transferencia de datos donde los datos son transferidos simultáneamente a través de los hilos o cables.
Parity	El estado anticipado, ya sea par o non, de un paquete de dígitos binarios.
Parity Bit	Es un bit añadido a una palabra de memoria para hacer que la suma de los bits en una palabra siempre sea par o non.
Parity Error	Una condición que ocurre cuando un chequeo de paridad no concuerde con el bit de paridad.
Peripheral Equipment	Dispositivo externo que puede comunicarse con un PLC; por ejemplo, programadores o impresoras.
PLC Fault Table	Una tabla listado de fallas del PLC. Estas faltas son identificadas por su hora, fecha y localización.
Power Flow	Diagrama escalera, el flujo simbólico de alimentación, representa la ejecución lógica de las funciones del programa. Para cada función, es importante saber que pasa cuando se está recibiendo energía y bajo que condiciones el flujo de alimentación está desactivado.
Preset Value	Es un valor numérico especificado en una función la cual establece un límite para un contador.
Program Block	Una unidad de un programa de aplicación que puede consistir de hasta 8 K words de escalera lógica y 8 K words de registros locales.
Program Block Declaration	Provee información acerca de la lógica adicional que puede ser llamada por el bloque principal o por otro block de programas. Pueden permitirse hasta 255 declaraciones en el block de programa que pueden ser incluidos en un bloque del programa principal. Todos los bloques de programas usados en cualquier bloque en un programa, deben ser declarados en el bloque del programa principal.
Program Folder	Es un subdirectorio de todos los archivos que constituyen un programa, incluyendo los archivos de configuración asociados. El nombre del folder del programa puede contener hasta 7 caracteres.
Program Name	Es el nombre del programa actual. En muchos casos, este podría ser el nombre del folder del programa. El nombre del programa puede contener hasta 7 caracteres.
Program Sweep Time	Es el tiempo del inicio de un ciclo del programa de aplicación a el siguiente. El barrido del programa está compuesto de lo siguiente: inicio de tareas del sistema de barrido, leer las entradas, ejecutar los programas del usuario, escribir las salidas, recobrar la tabla de fallas, completa el mínimo cálculo del chequeo de paridad de la computadora, programa el siguiente barrido, comunica con el programador y otros módulos de opción inteligente, ejecuta tareas de fondo.
Programmable Logic Controller	Es un dispositivo de control industrial de estado sólido el cual recibe señales de los dispositivos de control del usuario tal como switches y sensores, implementa entonces un patrón preciso determinado por un diagrama escalera basado en el programa de aplicación almacenados en la memoria del usuario y provee salidas para el control de procesos o dispositivos de fuente del usuario tal como relevadores o marchas. Este es usual mente programado en lógica escalera y está diseñado para operar en un ambiente industrial.
Programmer	Es dispositivo hardware requerido para correr el software Logic Master 90.

Programmer Port	Es el puerto paralelo sobre el módulo de transmisión bus accesible a través de un conector de 37 pins, al cual el programador puede ser conectado para comunicarse con el PLC. El CPU también tendría un puerto interno para programación serial.
Programming Software	Es la porción del software del Logic Master 90 el cual es utilizado para la creación de programas con lógica escalera.
Rack	Es una base del Series 90 cuando este tiene módulos instalados en él.
Rack Mounting Flange	Guía sobre la parte frontal de cada rack para insertar este en una base de rack estándar de 19".
Rack Number DIP Switch	Es un switch (DIP) de tres posiciones, localizado en la parte trasera directamente a un lado de la fuente de alimentación, el cual está seleccionado para seleccionar un número de rack único de 1 a 4 para racks de expansión en un sistema de modelo 331. Los números de rack no deben de ser duplicados en un sistema.
Rack Number Jumper	Un grupo de jumpers (puentes) descodificados en forma binaria localizados en la parte trasera a un lado de la fuente de poder los cuales deben de estar configurados para seleccionar un número de rack único.
Read Register	Para introducir o extraer datos de un dispositivo de almacenamiento. Un grupo de 16 bits consecutivos en la memoria de registro, referenciados como %R. Cada registro está numerado, y empezando desde 0001. La memoria de registro es usada para almacenaje temporal de valores numéricos, y para bits de manipulación.
Release Lever	Es un seguro en la parte inferior de los módulos de la serie 90-30 el cual al ser liberado permite que se remueva el módulo del slot.
Removable Terminal Connector	Es un ensamble removible el cual se adhiere al frente de un tablero de cableado impreso, y contiene las terminales de tornillo en los cuales se realizará el cableado de entradas y salidas.
Restart Pushbutton	Un botón que se encuentra al frente del PCM usado para reiniciar el PCM.
Retentive Coil	Una bobina que permanecerá en su último estado, aún y cuando la alimentación haya sido removida.
Rung	Una secuencia o grupo de funciones que controlan una bobina. Un renglón puede tener hasta 8 líneas paralelas de lógica conectadas a su izquierda, pero estas deben estar combinadas para que ninguna conexión en paralelo se encuentren sin conectar.
Rung Explanation	Una explicación de renglón consiste de hasta 2048 caracteres de texto. Una explicación de renglón está asociada a un renglón específico programando un bloque COMMNT (comentario).
Serial Communication	Un método de transferencia de información en donde los bits se manejan en forma secuencial en lugar de en su forma simultánea como en la transmisión en paralelo.
Serial Port	En la Serie 90-30 un puerto RS-422 compatible accesado mediante un conector de 15 pins en la fuente de poder, en el cual es conectado el programador con el fin de comunicarse con el PLC. Ambos el LM90 y el Hand -Held se conectan a este puerto.
Significant Bit	Un bit que contribuye a la precisión de un número. El número de bits más significativos son contados comenzando con el bit de mayor peso, referido como el bit mas significativo (MSB), y terminando con el bit de menor peso (LSB).
Status Line	Las tres líneas en la parte baja de la pantalla. La primer línea despliega información del PLC y el programador. La segunda línea identifica el programa actual, y la tercera muestra el status del teclado. En algunas funciones, la tercer línea puede desplegar información adicional.

STOP Mode	Una condición o estado del PLC Serie 90-30 donde el CPU no continúa efectuando el programa de aplicación. El modo STOP puede ser: STOP/OUTPUTS DISABLED (salidas deshabilitadas) o STOP/OUTPUTS ENABLE (salidas habilitadas). En el primer modo el PLC solo se comunica con el programador y otros dispositivos, recobra tablas de fallas, reconfigura tableros y ejecuta tareas de fondo.
Storage	Se usa simultáneamente con memoria.
Store	Función utilizada para transferir programas de la memoria RAM del sistema Logic Master a la CPU o a un disco.
Subnet	Una red de área local que es subordinada de la LAN principal la cual conecta toda la fábrica. Subnet se refiere a una LAN de GE Fanuc la cual comunica controladores programables y otros instrumentos.
Sweep	La ejecución repetida del CPU para toda la lógica del programa, servicios I/O, periféricos y autoprueba. Esto ocurre automáticamente varias veces por segundo.
Teach Mode	Función usada para recordar alguna secuencia de sucesión de teclas para después repetir las.
Terminal Jumper	Un puente metálico en forma de herradura que es instalado entre las dos terminales inferiores del bloque de terminales de la fuente de poder para seleccionar 120 VAC como entrada de alimentación para las operaciones de la fuente de poder. Si el puente no es instalado se selecciona 240 VAC como entrada.
Termination Resistor Pack	Paquete de resistencias usado para determinar apropiadamente las señales del bus I/O; físicamente instaladas dentro de un terminador.
Terminator Plug	Un encapsulado que contiene un paquete de resistencias las cuales deben ser instaladas al final de una cadena de buses de I/O para propiamente terminar las señales del bus I/O.
Timer	Un bloque de instrucción que puede ser utilizado para controlar el ciclo de operación de otros dispositivos por un preset y un intervalo de tiempo acumulado.
Two Rack Power Cable	Cable usado para conectar el segundo rack (sin fuente de poder) al primer rack (con fuente de poder) cuando una sola fuente suministra energía a los dos.
User Memory	La porción de memoria del sistema en la cual el programa de aplicación y sus datos son almacenados. Esta memoria CMOS RAM tiene respaldo de energía.
User Reference Type	Una referencia asignada a datos que indican la memoria en la cual el PLC es contenido. Las referencias pueden ser orientadas a bit (discretas) o a palabras (registros).
Variáble Declaration	La parte del programa usada para crear, desplegar, y cambiar sobrenombres y nombres asignados a referencias del usuario. La declaración de variables puede ser desplegada en una tabla que puede tener hasta 2000 entradas.
Verify	Una función usada para comparar contenidos de programas. El programa en memoria RAM del sistema puede ser comparado con el almacenado en la CPU, o de una unidad de disco.
Volatile Memory	Un tipo de memoria que pierde la información almacenada en ella si se le retira la energía suministrada. Requiere un respaldo de batería para la retención del contenido de memoria.
Watchdog Timer	Un contador en la CPU usado para asegurarse que ciertas condiciones de hardware se encuentren en secuencia en un tiempo predeterminado. Este timer para la Serie 90-30 tiene un valor fijo de 20 mS. el cual no puede ser cambiado.
Word	Una medida de longitud de memoria usualmente 4, 8, ó 16 bits de largo.
Write	Función para transferir, grabar o copiar datos de un dispositivo de almacenamiento a otro.

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

MANUAL DEL USUARIO GE FANUC SERIES 90

GENERAL ELECTRIC

Versión 6.01

1995

APUNTES: PLC's CONTROLADORES PROGRAMABLES

CASTILLO MARTÍNEZ, Ing. Rodolfo

CAVADA HERNÁNDEZ, Ing. David

F.I.M.E. - U.A.N.L.

Cd. Universitaria, San Nicolás de los Gza, N.L.

APLICACIÓN DE PLC'S EN POLIDUCTO Y PLANTA DE ALMACENAMIENTO

Tesina de Curso Tesis "Prácticas con PLC's"

F.I.M.E. - U.A.N.L.

Cd. Universitaria, San Nicolás de los Gza, N.L.

PRACTICAS DE CIRCUITOS LÓGICOS CON PLC'S APLICADO A LA FABRICACIÓN DE LADRILLO

HERNÁNDEZ TOVAR, Ing. Carlos

F.I.M.E. - U.A.N.L.

Cd. Universitaria, San Nicolás de los Gza, N.L.

