

## CAPÍTULO III

### ANTECEDENTES DE LOS PLC

Su historia se remonta a finales de la década de 1960 cuando la industria inició la búsqueda de nuevas tecnologías electrónicas para una solución más eficiente que fuera capaz de reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relevadores, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional. (Fuente: manual de usuario del PLC GE FANUC 9070 y sistema de control Dresser Rand)

Los controladores lógicos programables (PLC) son básicamente computadoras industriales complementadas con tarjetas electrónicas especiales que sirven como interfaz de adquisición de datos del PLC y los instrumentos de campo que controlan el proceso mismo, para adquirir datos se utilizan las tarjetas electrónicas de entrada, una vez recibidos los datos de entrada, son procesados en la memoria de la computadora o CPU, una vez procesada la información se obtiene un resumen de datos finales de salida en la memoria del CPU, los cuales son enviados al proceso a través de las tarjetas electrónicas de salida, estas tarjetas están interconectadas a los elementos en campo para poder activarlos cuando el programa de control así lo indique.

Los PLCs actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido, también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como control proporcional integral derivativo (PID).

### 3.1 ESTRUCTURA DEL PLC

Al ser el PLC un dispositivo basado en microprocesador, tiene una estructura interna similar a muchos controladores y computadoras. La estructura básica del hardware de PLC propiamente dicho está constituido por:

- Fuente de alimentación
- Unidad de procesamiento central (CPU)
- Módulos de interfaces de entradas/salidas (E/S)
- Módulos de memoria

La unidad de procesamiento central interactúa con el módulo de interfaces de entradas/salidas y los módulos de memoria. Esto se muestra en el diagrama de bloques de la Figura 3.1.

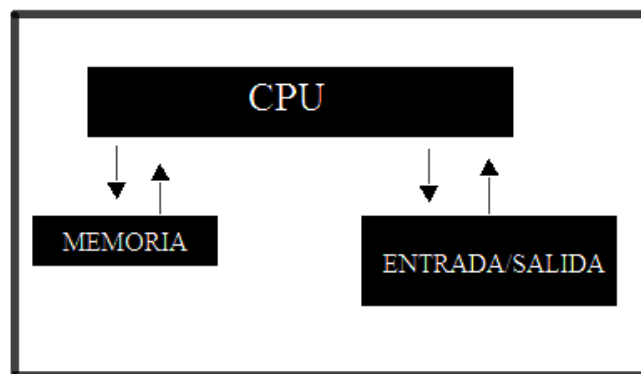


Figura 3.1 Diagrama de bloques de interacción del CPU (Fuente: Manual curso básico del PLC GE Fanuc 9070 y sistema de control DRESSER RAND)

Por ejemplo, dependiendo del tipo de sistema del PLC (pequeño, mediano o grande), todas las piezas se insertan en una unidad compacta (PLC pequeño) o se distribuyen. El sistema distribuido tiene el módulo de CPU/memoria, los racks de entrada/salida que pueden estar a cientos de metros de distancia del módulo principal del CPU. Unidades más grandes de PLC también pueden tener unidades y disposición analógica de entrada/salida, que pueden estar a cientos de metros de distancia del módulo principal del CPU, para programas de control más complejos que utilicen la aritmética y otras operaciones complejas no presentes originalmente en controladores de lógica de relevador.

Las diferencias principales entre los PLCs y otros dispositivos basados en microprocesador son que el PLC es una unidad de diseño robusto para una operación industrial y se blindan para mejorar su inmunidad al ruido eléctrico.

Además son modulares, permitiendo un fácil reemplazo y la adición de unidades, esto se refiere a que el sistema de control puede ser armado con una serie de módulos electrónicos de varios tipos y tamaños que reflejen las necesidades en tamaño y función del proceso, es decir, es como mandar a fabricar un pantalón a la medida con un sastre.

### **3.1.1 COMPONENTES DEL PLC**

#### **FUENTE DE ALIMENTACIÓN**

La función de la fuente de alimentación en un controlador, es suministrar la energía a la CPU y demás tarjetas según la configuración del PLC.

#### **UNIDAD DE PROCESAMIENTO CENTRAL (CPU)**

Es la parte más compleja e imprescindible del controlador programable, que en otros términos podría considerarse el cerebro del controlador. La unidad central está diseñada con base en microprocesadores y memorias, contiene una unidad de control, la memoria interna del programador RAM, temporizadores, contadores, memorias internas tipo relevador, imágenes de las entradas/salidas del proceso, etc. Su misión es leer los estados de las señales de las entradas, ejecutar el programa de control y gobernar las salidas, el procesamiento es permanente y a gran velocidad.

#### **MÓDULOS O INTERFACES DE ENTRADA Y SALIDA (E/S)**

Son los que proporcionan el vínculo entre la CPU del controlador y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellos se origina el intercambio de información ya sea para la adquisición de datos o la del mando para el control de máquinas del proceso.

#### **TIPOS DE MÓDULOS DE ENTRADA Y SALIDA**

Debido a que existen gran variedad de dispositivos exteriores como sensores (interruptores, finales de carrera, pulsadores) y actuadores (bobinas de contactos, lámparas, motores pequeños, etc.), encontramos diferentes tipos de módulos de entrada

y salida, cada uno de los cuales sirve para manejar cierto tipo de señal (discreta o analógica) a determinado valor de voltaje o de corriente en DC o en AC.

Módulos de entradas discretas

Módulos de salidas discretas

Módulos de entrada analógica

Módulos de salida analógica

## MÓDULOS DE MEMORIA

Estos dispositivos están destinados a guardar información de manera provisional o permanente.

Se cuenta con dos tipos de memorias:

Volátiles (RAM)

No volátiles (EPROM y EEPROM)

## UNIDAD DE PROGRAMACIÓN

Las terminales de programación son el medio de comunicación entre el hombre y la máquina; estos aparatos están constituidos por teclados y dispositivos de visualización.

Existen tres tipos de programadores: los manuales (Hand Held) tipo calculadora, los de video (tipo PC), y la computadora.

### 3.1.2 OPERACIÓN DEL PLC

El PLC funciona internamente de una manera muy similar a las computadoras. Las entradas se monitorean y se copian continuamente del módulo de entrada/salida en la memoria RAM, que se divide en las secciones de entrada y de salida de información. El CPU procesa a través del programa de control, en otra sección de memoria, y busca las variables de entrada de la RAM de entrada. Dependiendo del programa y el estado de las entradas, la RAM de salida es llenada con las variables controladas que son copiadas en los módulos de entrada/salida donde se controla el proceso.

### **3.1.3 PROGRAMACIÓN DEL PLC**

Una de las principales ventajas del controlador del PLC es que es un dispositivo programable, con lo cual hace posible, a diferencia de la lógica de relevador, diseñar y modificar fácilmente el programa de control o el proceso, sin cambio alguno en el cableado (ninguna modificación al hardware). Para hacer la programación de los sistemas del PLC fácil y eficiente, los estándares de la industria definen la aproximación de la programación y los lenguajes de programación adoptados. Esto reduce la necesidad de entrenamiento del personal haciendo un conjunto de lenguajes estándar para todas las plataformas del PLC en el mercado.

### **3.2 DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE DEL PLC**

A continuación se listan las partes que componen el PLC GE FANUC para saber cómo se conforma el equipo a utilizar, así como las características y función de cada una de ellas, cabe mencionar que el modelo de todos los módulos es IC697.

#### **RACK (BACKPLANE)**

Características:

1. Acepta conexión con energía de alimentación de CA y CD
2. Acepta todos los tipos de módulos de los PLCs IC697

Estos PLCs permiten una configuración de usuario de puntos de referencia de I/O para módulos, sin la necesidad de direccionar con DIP switches o jumpers, el direccionamiento se realiza a través del software Logic Master.

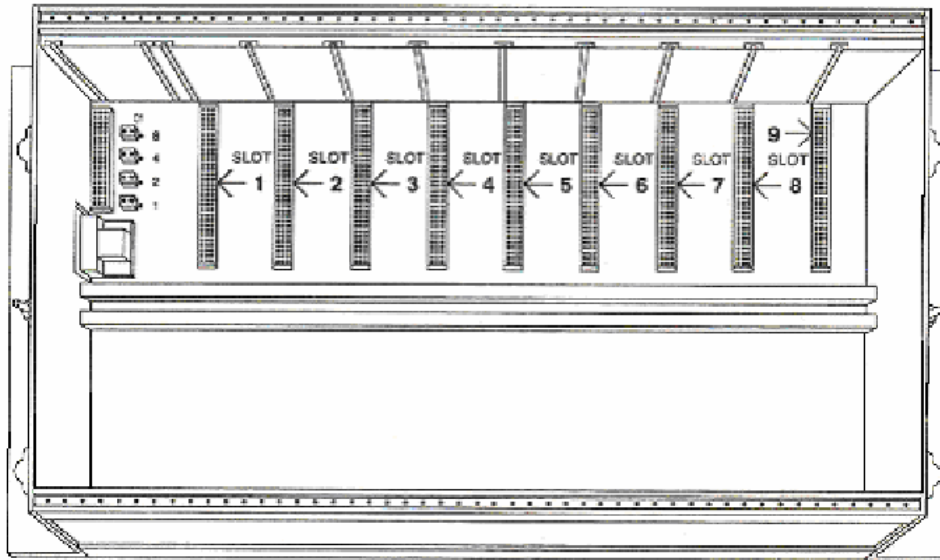


Figura 3.2 Rack (Fuente: Manual curso básico del PLC GE Fanuc 9070 y sistema de control DRESSER RAND)

Cada rack de este tipo contiene un conector para una fuente de alimentación y nueve slots de localización para módulos. Dos racks pueden compartir una fuente de alimentación de energía cuando se requiere una ampliación de I/O.

### FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Características:

1. Opera con 24 VCD
2. Tres voltajes de salida para un total de 90 watts  
+15 VCD  
+12 VCD  
-12 VCD
3. Proporciona protección al bus de 5 Volts contra sobre corriente y cortocircuito



Figura 3.3 Fuente de alimentación.





## MÓDULO CONTROLADOR DE BUS GENIUS

Para aplicaciones donde se requiere transferencia de información punto a punto, el controlador de bus puede servir como un nodo de comunicación, uniendo a otros dispositivos. Estas comunicaciones incluyen transmisión de datos global de un CPU a otro o entre múltiples PLCs y computadoras.

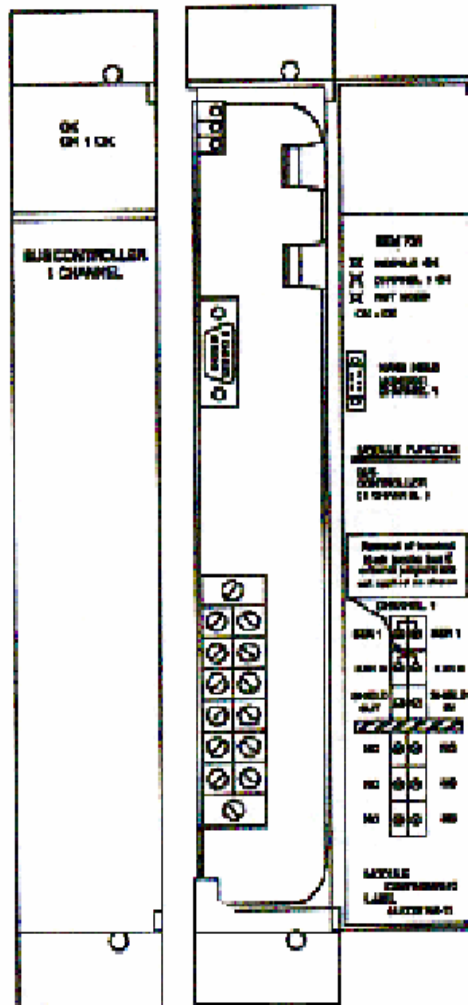


Figura 3.5 Controlador bus Genius (Fuente: Manual curso básico del PLC GE Fanuc 9070 y sistema de control DRESSER RAND)

## MÓDULO PARA COMUNICACIÓN ETHERNET

La interfaz Ethernet proporciona un alto desempeño de comunicaciones TCP/IP para la familia de los PLC IC697, utiliza un solo slot del rack y es configurada con el software de programación.

Consta de cuatro leds indicadores, como se muestra en la Figura 3.6 y se explica en la Tabla 3.1



Figura 3.6 Módulo para comunicación Ethernet

LED INDICADOR	ESTADO	DESCRIPCIÓN
MODULE OK	ON  OFF  INTERMITENTE	Este LED estará prendido si la interfaz Ethernet ha pasado el diagnóstico y opera adecuadamente.  Este LED estará apagado si el modulo falla la prueba de diagnóstico, o si un error fatal se detectó durante la operación.  El LED permanece intermitente durante el diagnóstico.
LAN ONLINE	ON  OFF  INTERMITENTE	Este LED estará prendido si la interfaz Ethernet está conectada a una red Ethernet y lista para comunicarse.  Este LED estará apagado cuando la interfaz no se comunica con la red o está desconectado el cable, cuando existe un malfuncionamiento o se ha mandado un comando de no entrar a la red.  Este LED permanecerá intermitente cuando la interfaz Ethernet esté transmitiendo datos en la red.
SERIAL ACTIVE	OFF  INTERMITENTE	Este LED estará apagado durante la inactividad del puerto serial RS-485  Este LED permanecerá intermitente durante la transferencia de datos en el puerto serial RS-485
STATUS OK	ON  OFF  INTERMITENTE	Este LED estará prendido cuando el módulo esté operando sin ningún problema.  Este LED estará apagado si la interfaz detecta un evento durante la operación que requiera supervisión.  El LED permanece intermitente durante condiciones de operación especiales (varios LEDs intermitentes al mismo tiempo)

Tabla 3.1 Significado de los LEDs indicadores (Fuente: Manual curso básico del PLC GE Fanuc 9070 y sistema de control DRESSER RAND)

## MÓDULO DE ENTRADAS DISCRETAS

El módulo de entradas discretas provee de 32 puntos de entradas en cuatro grupos aislados de ocho puntos cada uno. Se incluyen LEDs indicadores de estado ON-OFF para cada punto y están localizados en la parte superior del módulo.

Las señales discretas como los interruptores, son simplemente una señal de On/Off (1 ó 0, Verdadero o Falso, respectivamente). Los botones e interruptores son ejemplos de dispositivos que proporcionan una señal discreta. Las señales discretas son enviadas usando voltaje o corriente, donde un rango específico corresponderá al On y otro rango al Off. Un PLC puede utilizar 24V de voltaje continuo en la E/S donde valores superiores a 22V representan un On, y valores inferiores a 2V representan Off. Inicialmente los PLC sólo tenían E/S discretas.

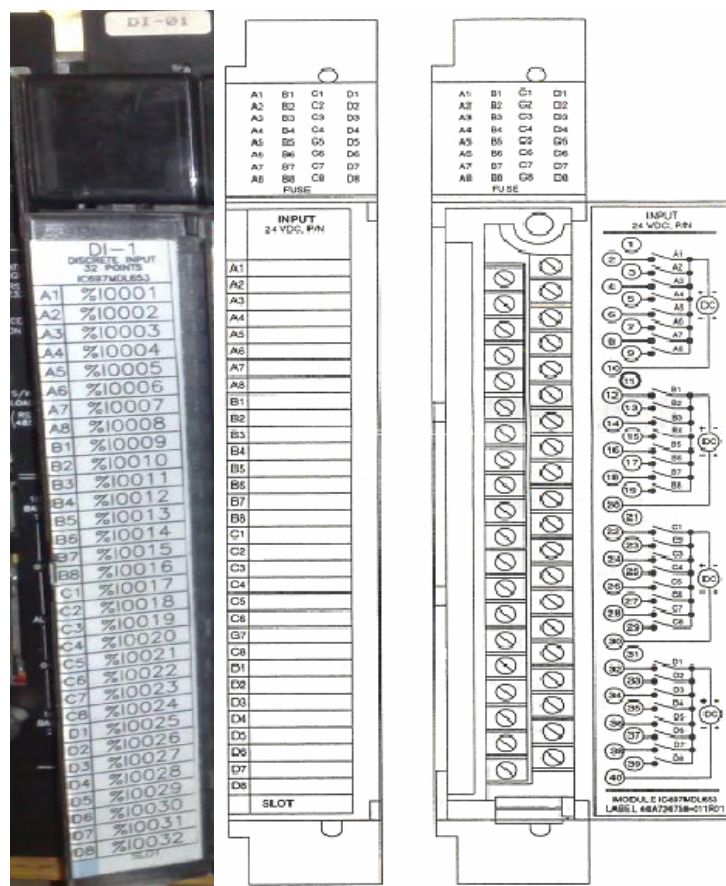


Figura 3.7 Módulo de entradas discretas (Fuente: Manual curso básico del PLC GE Fanuc 9070 y sistema de control DRESSER RAND)

## MÓDULO DE SALIDAS DISCRETAS

El módulo de salidas discretas provee 32 puntos de salida en cuatro grupos aislados de ocho puntos cada uno. Cada grupo de cuatro salidas es individualmente protegido con un fusible de 10 Amp.

LEDs indicadores dan el estado de ON-OFF los cuales están localizados en la parte frontal del módulo. Así también se cuenta con un LED para indicar el estado del fusible.

El módulo es compatible con una gran variedad de dispositivos de carga, como son:

1. Solenoides
2. Arrancadores de motores
3. Indicadores

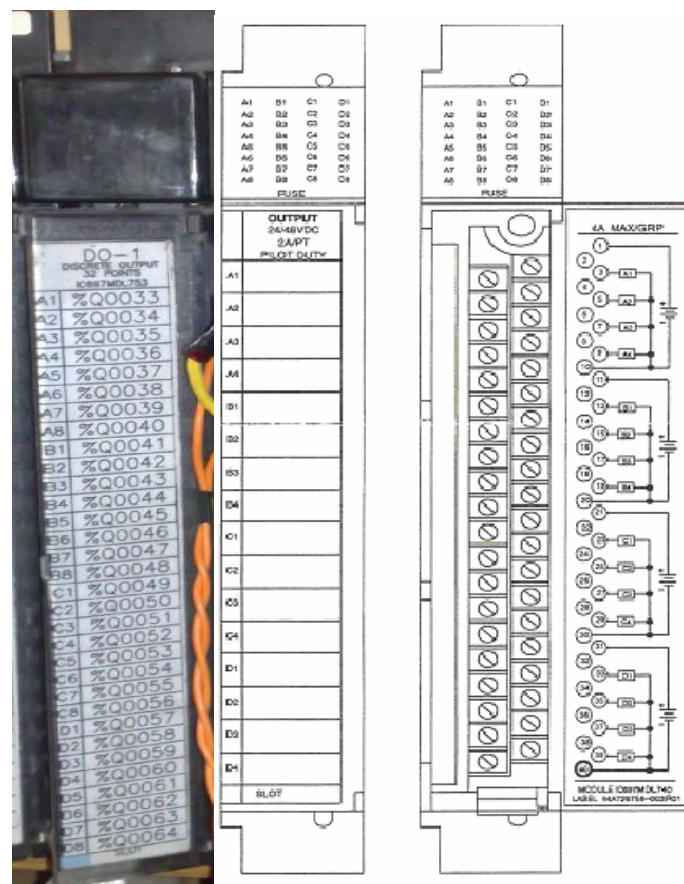


Figura 3.8 Módulo de salidas discretas (Fuente: Manual curso básico del PLC GE Fanuc 9070 y sistema de control DRESSER RAND)

## MÓDULOS DE ENTRADAS ANALÓGICAS

Las señales analógicas son como controles de volumen, con un rango de valores entre 0 y el tope de escala. Esto es normalmente interpretado con valores enteros por el PLC, con varios rangos de precisión dependiendo del dispositivo o del número de bits disponibles para almacenar los datos. Presión, temperatura, flujo, y peso son normalmente representados por señales analógicas. Las señales analógicas pueden usar voltaje o corriente con una magnitud proporcional al valor de la señal que procesamos. Por ejemplo, una entrada de 4-20 mA ó 0-10 V será convertida en enteros comprendidos entre 0 y 32767.

Contiene entradas analógicas de alto nivel de hasta  $\pm 10$  Volts de escala completa y acepta señales de lazo de corriente de 4 a 20 mA. Estas entradas son convertidas a forma digital por el CPU y otros controladores a través del backplane.

Las entradas analógicas usan la referencia %AI en el PLC. Cada entrada del canal usa una palabra de 16 bits de memoria %AI.

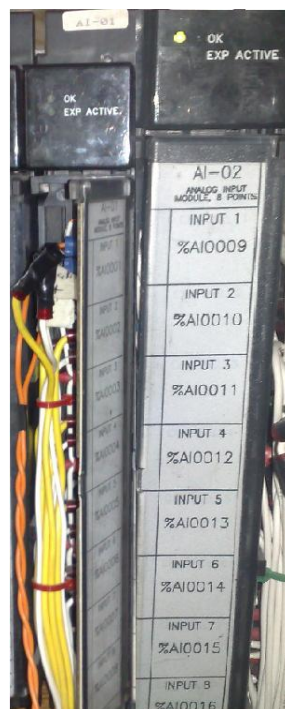


Figura 3.9 Módulos de entradas analógicas

## MÓDULO DE SALIDAS ANALÓGICAS

Las salidas analógicas de alto nivel aceptan señales digitales del PLC y otros controladores. Los datos de salida son convertidos a salidas analógicas.

Las salidas analógicas usan la referencia %AQ en el PLC. Cada entrada del canal usa una palabra de 16 bits de memoria %AQ. El alambrado de campo está diseñado para poder quitar la tarjeta terminal, y el módulo es mecánicamente ajustable para asegurar un correcto reemplazo con un módulo similar.



Figura 3.10 Módulos de salidas analógicas

### 3.3 LENGUAJES DEL PLC

Existen varios lenguajes de programación, ha sido establecida la norma IEC 1131-3 que fija criterios en tal sentido.

- La Norma IEC 1131-3 surge para normalizar los lenguajes de programación usados en automatización industrial.

Así, la norma define los lenguajes de programación: Escalera (ladder), Lista de instrucciones (Assembler), Estructurado (similar al Pascal), Bloques de Función y Diagrama Flujo de Secuencial (SFC o Grafset). Según el tipo de PLC que se utilice, podrá tener uno o más de estos lenguajes.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas (recetas), apuntadores, algoritmos PID que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.

Para el PLC GE FANUC 9070 los lenguajes de programación que pueden emplearse son el lenguaje escalera y lista de instrucciones, empleando el software LM90.

El lenguaje escalera, también denominado lenguaje de contactos, es un lenguaje basado en los esquemas eléctricos de control clásicos, consta de varios elementos tales como relevadores, timers y funciones matemáticas.

El lenguaje de lista de instrucciones son órdenes del tipo booleano, que utilizan para su representación letras y números. Dado que se usan abreviaturas nemotécnicas, no se requiere gran memoria para tareas de automatización.

La desventaja radica en la magnitud del trabajo que es necesario para su programación, especialmente si el programa consta de unos cientos de instrucciones.



Cada fabricante ha nombrado mediante siglas o palabras compuestas a su lenguaje de programación o software de programación que lo distingue del resto de los PLC. En la tabla 3.2 se indica el nombre empleado para el GE Fanuc.

LENGUAJE	GRÁFICO			TEXTUAL	
TIPO	PLANO DE FUNCIONES	PLANO DE CONTACTOS	GRAFSET	LISTA DE INSTRUCCIONES	TEXTO ESTRUCTURADO
GENERAL ELECTRIC		LOGIC MASTER 9070		LOGIC MASTER 9070	

Tabla 3.2 Lenguajes de programación para PLCs (Fuente: Elaboración propia)

## CONCLUSIÓN

Con este capítulo se termina de conocer todos los equipos que intervienen en el sistema de control, aquí se aborda el PLC GE FANUC 9070, detallando cada uno de los componentes ubicados en cada slot dentro del rack o chasis, así como las distintas maneras de programar en este equipo.