



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGIA DE CABIMAS
DEPARTAMENTO DE INSTRUMENTACION
CABIMAS ESTADO ZULIA

INTRODUCCION AL PLC

LABORATORIO DE INFORMATICA INDUSTRIAL
AUXILIAR DOCENTE: SAMIR MACHO

ESQUEMA

Tema 1 Introducción a los PLC

- Historia de los PLC
- Concepto
- Características
- Aplicaciones y tareas
- Ventajas y desventajas
- Clasificación
- Estructura
- Componentes
- Normas de seguridad y estandarización
- Configuración de un PLC
- Lenguajes de programación
- Definiciones básicas en el proceso

TEMA 1 INTRODUCCION A LOS PLC

HISTORIA DE LOS PLC

Los PLC's se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores. Bedford Associates propuso algo denominado Controlador Digital Modular (MODICON, MODular DIGital CONTroler) a un gran fabricante de coches. Otras compañías propusieron a la vez esquemas basados en ordenador, uno de los cuales estaba basado en el PDP-8. El MODICON 084 resultó ser el primer PLC del mundo en ser producido comercialmente.

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería una estricta mantenimiento planificada. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

Los "nuevos controladores" debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento. El tiempo de vida debía ser largo y los cambios en el programa tenían que realizarse de forma sencilla. Finalmente se imponía que trabajaran sin problemas en entornos industriales adversos. La solución fue el empleo de una técnica de programación familiar y reemplazar los relés mecánicos por relés de estado sólido.

A mediados de los 70 las tecnologías dominantes de los PLC eran máquinas de estado secuencial y CPU basadas en desplazamiento de bit. Los AMD 2901 y 2903 fueron muy populares en el Modicon y PLC's A-B. Los microprocesadores convencionales cedieron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños PLC's. Por cada modelo de microprocesador había un modelo de PLC basado en el mismo. No obstante, el 2903 fue de los más utilizados.

Las habilidades de comunicación comenzaron a aparecer en 1973 aproximadamente. El primer sistema fue el bus Modicon (Modbus). El PLC podía ahora dialogar con otros PLC's y en conjunto podían estar aislados de las máquinas que controlaban. También podían enviar y recibir señales de tensión

variables, entrando en el mundo analógico. Desafortunadamente, la falta de un estándar acompañado con un continuo cambio tecnológico ha hecho que la comunicación de PLC's sea un maremagnum de sistemas físicos y protocolos incompatibles entre si. No obstante fue una gran década para los PLC's.

En los 80 se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motor's. También fue un tiempo en el que se redujeron las dimensiones del PLC y se pasó a programar con programación simbólica a través de ordenadores personales en vez de los clásicos terminales de programación. Hoy día el PLC más pequeño es del tamaño de un simple relé.

Los 90 han mostrado una gradual reducción en el número de nuevos protocolos, y en la modernización de las capas físicas de los protocolos más populares que sobrevivieron a los 80. El último estándar (IEC 1131-3) intenta unificar el sistema de programación de todos los PLC en un único estándar internacional. Ahora disponemos de PLC's que pueden ser programados en diagramas de bloques, lista de instrucciones, C y texto estructurado al mismo tiempo.

Los PC están comenzando a reemplazar al PLC en algunas aplicaciones, incluso la compañía que introdujo el Modicon 084 ha cambiado al control basado en PC. Por lo cual, no sería de extrañar que en un futuro no muy lejano el PLC desaparezca frente al cada vez más potente PC, debido a las posibilidades que éste último puede proporcionar.

CONCEPTO DE PLC

Un PLC (controlador lógico programable) es un dispositivo que fue desarrollado para reemplazar los circuitos secuenciales de relevadores para el control de máquinas.

El PLC trabaja atendiendo sus entradas y dependiendo de su estado conecta/desconecta sus salidas. El usuario introduce un programa, normalmente vía software que proporciona los resultados deseados. Los PLC son utilizados en muchas aplicaciones reales, casi cualquier aplicación que necesite algún tipo de control eléctrico necesita un PLC. Entonces se define un PLC como una computadora especializada, diseñada para controlar máquinas y procesos en ambientes industriales operando en tiempo real. También la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) define al PLC como un dispositivo electrónico

digital que utiliza una memoria programable para almacenar instrucciones y para implementar funciones específicas tales como funciones lógicas, secuenciales, de temporización, de conteo y aritméticas para controlar máquinas y procesos.

Un autómata programable industrial (API) conocido también como PLC es un equipo electrónico de control con un cableado interno (hardware) independientemente del proceso a controlar, que se adapta a dicho proceso mediante un programa específico (software) que contiene la secuencia de operaciones a realizar. Estas operaciones se definen sobre las señales de entrada y salida al proceso, cableadas directamente en los bornes de conexión del autómata.

Las señales de entrada pueden proceder de elementos digitales, como finales de carrera y detectores de proximidad, o analógicos, como sensores de temperatura y dispositivos de salida en tensión o corrientes continuas.

El autómata gobierna las señales de salida según el programa de control previamente almacenado en una memoria, a partir de estado de las señales de entrada.

Este programa se introduce en el autómata a través de la unidad de programación que permite además funciones adicionales como depuración de programas, simulación, monitorización de control de autómata, etc.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PLC

Controlador	Nos permite controlar un sistema, haciendo uso de los puntos de conexión de entradas y salidas. A través de dichos puntos se interconecta con los elementos primarios y finales de control.
Lógico	Los programas se constituyen de un conjunto de instrucciones lógicas. Aunque actualmente los PLC son muy poderosos y manejan un conjunto de instrucciones muy amplio, de manera que no están limitados a realizar funciones lógicas exclusivamente.
Programable	Es capaz de almacenar el programa de usuario en memoria no volátil, Así mismo es re-programable tantas veces como sea necesario.

- ✓ Tecnología de banda ancha.
- ✓ Velocidades de transmisión de hasta 45 Mbps
- ✓ Proceso de instalación sencillo y rápido para el cliente final.
- ✓ Enchufe eléctrico (Toma única de alimentación, voz y datos).
- ✓ Sin necesidad de obras ni cableado adicional.
- ✓ Equipo de conexión (modem PLC).
- ✓ Transmisión simultanea de voz y datos.
- ✓ Conexión de datos permanentes (activa las 24 horas del día).
- ✓ Permite seguir prestando el suministro eléctrico sin ningún problema.

APLICACIONES Y TAREAS

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y del software amplia constantemente este campo, para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones donde es necesario realizar procesos de maniobras, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricaciones industriales de cualquier tipo al de transformaciones, como también, control de instalaciones entre otras.

Sus reducidas dimensiones, la extrema facilidad de su montaje, la facilidad de almacenar sus programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacios reducidos.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinarias de procesos variables.
- Instalación de procesos complejos y amplios.
- Chequeos de programación centralizada de las partes del proceso.

Ejemplos de Aplicaciones generales pudieran ser los siguientes:

- Maniobra de maquinas:
 1. Maquinaria industrial del mueble y la madera.
 2. Maquinaria en procesos de arena, grava y cemento.
 3. Maquinaria en la industria del plastico.
 4. Maquinarias en procesos textiles y de confección.
 5. Maquinarias herramientas completas
 6. Maquinarias de ensamblaje.
 7. Maquinas Transfer.
- Maniobras de instalaciones:
 1. Instalaciones de aire acondicionado, calefacción, etc.
 2. Instalaciones de seguridad.
 3. Instalaciones de frio industrial.
 4. Instalaciones de almacenamiento y trasvase de seriales.
 5. Instalaciones de plantas embotelladoras.
 6. Instalaciones de plantas de automoción.
 7. Instalaciones de tratamiento térmico.
 8. Instalaciones de plantas depuradoras de resibos.
 9. Instalaciones de cerámicas.
- Señalización y control:
 1. Chequeos de programas.
 2. Señalización del estado de procesos.
 3. Control para puesta a punto de maquinas con control numérico computarizado (CNC).
 4. Activación y desactivación de válvulas u otros actuadores.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC

- Las **ventajas** pueden ser las siguientes:

Bajo costo. Los controladores electrónicos programables se han vuelto tan económicos, que a menudo se puede comprar su precio con un par de dispositivos electromecánicos. Estos son conocidos como miniPLC, microPLC o nanoPLC.

Tamaño compacto. El espacio que requiere un controlador lógico programable es mucho menor que el espacio requerido por un circuito de relevadores electromecánicos que realiza la misma función de control.

Funciones avanzadas. La memoria y las características de programación les proporcionan al autómata tanta flexibilidad y versatilidad, que se ha colocado en todas las industrias, permitiéndole realizar funciones adicionales a las que realiza un circuito de relevadores como son: contadores de alta velocidad, salidas pulsantes para motores de paso y se pueden registrar los datos para generar reportes de producción; además puede ejecutar funciones síncronas en tiempo real y mantenerse en comunicación con cualquier sistema de control de la producción aun cuando este ubicado remotamente. Realiza funciones de instrumentación en modos proporcional+integral+derivativo (PID).

Flexibilidad. Cuando se requiere que el sistema realice funciones diferentes, basta con reprogramar el PLC y, si es necesario, modificar las direcciones.

La facilidad de interfaz. Dado que la función del PLC consiste en controlar dispositivos eléctricos industriales usados comúnmente como son: solenoides o lámparas 120 Vac, estos se conectan directamente a los módulos de salida del Autómata. La computadora en cambio trabaja con niveles muy pequeños Vdc, de manera que sería necesario utilizar algún tipo de interfaz para conectar estos dispositivos.

Versatilidad. Actualmente, a los PLC se les pueden adicionar módulos de control de señales analógicas e interfaces HIM con entrada de datos por medio de teclados programables y pantallas que muestran gráficos en forma grafica, entre otras características, además de los módulos de propósito especial; de esta manera, el controlador puede realizar funciones que anteriormente solo un circuito de control basado en computadora podría realizar.

Precisión. Mejora la precisión de los resultados, debido al procesamiento digital de las señales.

- Las **desventajas** pueden ser las siguientes:

Velocidad. Cuando se trata de sistemas de gran complejidad, la respuesta del PLC puede ser mas lenta que en el sistema convencional de relés, debido al tiempo empleado en explorar el programa completo. Cada día los avances tecnológicos aumentan la velocidad de exploración.

Cambios. La tecnología electrónica cambia constantemente y hace que los equipos sean discontinuados del mercado en tiempo relativamente corto y se abre paso a modelos más modernos.

Dependencias. Esta tecnología es importada de mercados foráneos y se puede ver afectado el suministro de estos equipos por medidas restrictivas a las exportaciones.

Especialización. El diseño del Autómata esta basado en tecnología muy especial, lo cual demanda personal de soporte especializado.

CLASIFICACIÓN DE LOS PLC

➤ **PLC tipo nano:**

Fuente, CPU e I/O integradas, que pueden manejar un conjunto reducido de I/O, generalmente en un número inferior a 100. Permiten manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.

➤ **PLC tipo compactos:**

Estos PLC tienen incorporado la fuente de alimentación, su CPU y módulos I/O en un solo modulo principal y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos, su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales.

➤ **PLC tipo modular:**

Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son: Rack, fuente de alimentación, CPU y módulos de I/O. De estos tipos existen desde los denominados MicroPLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes presentaciones que permiten manejar miles de I/O.

ESTRUCTURAS DE LOS PLC

Desde su nacimiento y hasta nuestros días han sido varias las estructuras y las configuraciones que han salido al mercado, condicionadas no solo por el fabricante del mismo, sino por la tendencia existente en el área a la que pertenece: europea o norteamericana. Actualmente son dos las estructuras más significativas existentes en el mercado: Estructura compacta y Estructura modular.

✓ **Estructura compacta:**

Este tipo de autómatas se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, en una tarjeta de circuito impreso, etc. En cuanto a la unidad de programación, existen tres variaciones:

1. Unidad fija o enchúfale en el autómata.
2. Enchúfale mediante cable y conector.
3. Ambas conexiones.

Si la unidad de programación es sustituida por un PC, nos encontramos, que la posibilidad de conexión del mismo, será mediante cable y conector. El montaje del autómata al armario que ha de contenerlo, se realiza por cualquiera de los sistemas conocidos: Carril DIN, placa perforada, etc.

✓ **Estructura modular:**

Como su nombre lo indica, la estructura de este tipo de autómatas se divide en módulos o partes del mismo que realizan funciones específicas que pueden ser ensambladas según la necesidad del usuario en los denominados soportes o chasis. Aquí cabe Hacer dos divisiones para distinguir, entre las que denominaremos estructura **americana y europea**.

Estructura Americana: se caracteriza por separar las entradas/salidas del resto del autómata, de tal forma, que en un bloque compacto estén unidas la CPU, memoria de usuario o de programa, fuente de alimentación y separadamente las entradas/salidas en los bloques o tarjetas necesarias.

Estructura Europea: su característica principal es la existencia de un módulo para cada función: fuente de alimentación, CPU, entradas/salidas, etc. La sujeción de los mismos se hace sobre carril DIN o placa perforada, bien sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.



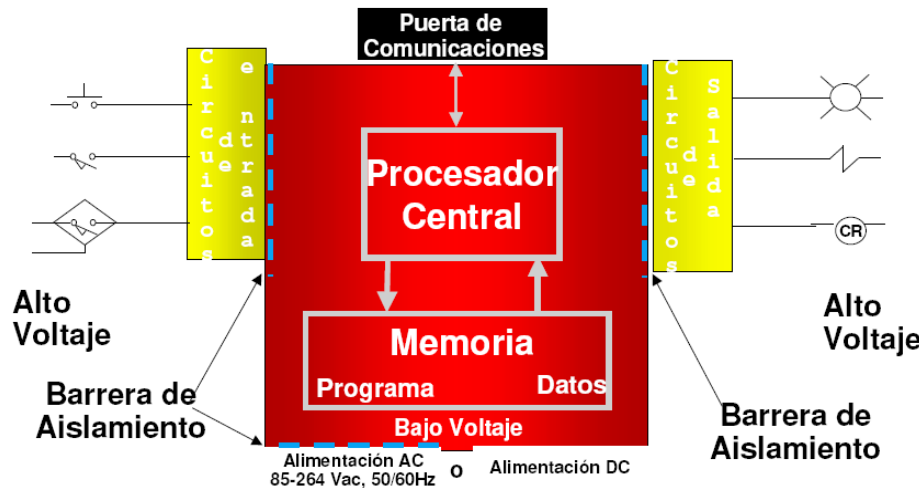
COMPACTA



MODULAR

COMPONENTES DEL PLC

✚ Estructura interna de un PLC



Los elementos esenciales, que todo autómatas programable posee como mínimo, son:

- ❖ Sección de entradas: se trata de líneas de entrada, las cuales pueden ser de tipo digital o analógico. En ambos casos tenemos unos rangos de tensión característicos, los cuales se encuentran en las hojas de características del fabricante. A estas líneas conectaremos los sensores.
- ❖ Sección de salidas: son una serie de líneas de salida, que también pueden ser de carácter digital o analógico. A estas líneas conectaremos los actuadores.
- ❖ Unidad central de proceso (CPU): se encarga de procesar el programa de usuario que le introduciremos. Para ello disponemos de diversas zonas de memoria, registros, e instrucciones de programa.

Adicionalmente, en determinados modelos más avanzados, podemos disponer de funciones ya integradas en la CPU; como reguladores PID, control de posición, etc.

Tanto las entradas como las salidas están aisladas de la CPU según el tipo de autómatas que utilicemos. Normalmente se suelen emplear optoacopladores en las entradas y relés/optoacopladores en las salidas.

Aparte de estos elementos podemos disponer de los siguientes:

- ❖ Unidad de alimentación (algunas CPU la llevan incluida).
- ❖ Unidad o consola de programación: que nos permitirá introducir, modificar y supervisar el programa de usuario.
- ❖ Dispositivos periféricos: como nuevas unidades de E/S, más memoria, unidades de comunicación en red, etc.

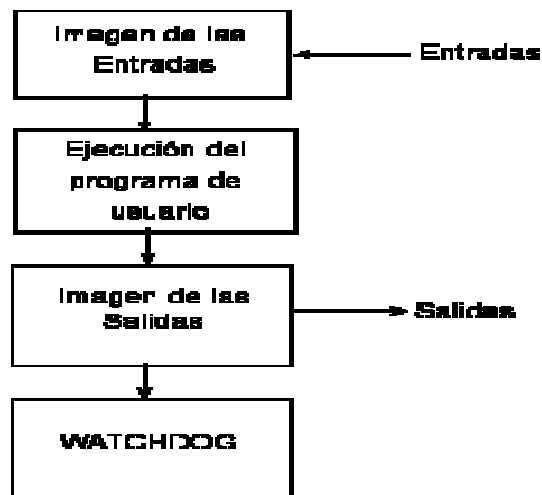
Interfaces: facilitan la comunicación del autómeta mediante enlace serie con otros dispositivos (como un PC).

CPU

La CPU es el corazón del autómeta programable. Es la encargada de ejecutar el programa de usuario mediante el programa del sistema (es decir, el programa de usuario es interpretado por el programa del sistema). Sus funciones son:

- ✓ Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no excede un determinado tiempo máximo (tiempo de ciclo máximo). A esta función se le suele denominar Watchdog (perro guardián).
- ✓ Ejecutar el programa de usuario.
- ✓ Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.
- ✓ Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas obtenida al final del ciclo de ejecución del programa de usuario.
- ✓ Chequeo del sistema.

Para ello el autómeta va a poseer un ciclo de trabajo, que ejecutará de forma continua:



Memoria

- ✓ RAM (Random Access Memory) Memoria de Acceso Aleatorio: Es programable y borrable eléctricamente, de tipo volátil, es decir, al eliminar la alimentación se pierde la información.
- ✓ ROM (Read Only Memory) Memoria de solo lectura, se programa durante el proceso de fabricación, no puede ser borrado y es de tipo no volátil.
- ✓ PROM (Programmable Read Only Memory) Memoria de solo lectura Programable, se programa eléctricamente y no puede ser borrada, es no volátil.
- ✓ EEPROM o UVOPROM (Ultraviolet Erasable Programmable Read Only Memory) Memoria de solo lectura, se programa eléctricamente, para borrarla se le expone a luz ultravioleta y es no volátil.
- ✓ EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) Memoria de solo lectura, programable y borrable eléctricamente, es de tipo no volátil.

Dentro de la CPU vamos a disponer de un área de memoria, la cual emplearemos para diversas funciones:

- ✓ Memoria del programa de usuario: aquí introduciremos el programa que el autómata va a ejecutar cíclicamente y es de tipo RAM.
- ✓ Memoria de la tabla de datos: se suele subdividir en zonas según el tipo de datos (como marcas de memoria, temporizadores, contadores, etc.).
- ✓ Memoria del sistema: aquí se encuentra el programa en código máquina que monitoriza el sistema (programa del sistema o firmware). Este programa es ejecutado directamente por el microprocesador/microcontrolador que posea el autómata.
- ✓ Memoria de almacenamiento: se trata de memoria externa que empleamos para almacenar el programa de usuario, y en ciertos casos parte de la memoria de la tabla de datos. Suele ser de uno de los siguientes tipos: EPROM, EEPROM, o FLASH.

Cada autómata divide su memoria de esta forma genérica, haciendo subdivisiones específicas según el modelo y fabricante.

Unidades de E/S

Las entradas se encargan de transformar los datos provenientes del mundo exterior en el código que es capaz de interpretar la maquina o equipo. Las salidas se encargan de sacar al exterior en forma útil, los resultados provenientes de la ejecución del programa de instrucciones. Todos los elementos se conectan al PLC por medio de modulos de E/S, los cuales pueden ser discretos o analógicos.

Las E/S discretas se basan en el principio de todo o nada, es decir o no conducen señal alguna o poseen un nivel mínimo de tensión. Estas E/S se manejan a nivel de bit dentro del programa de usuario.

Las E/S analógicas pueden poseer cualquier valor dentro de un rango determinado especificado por el fabricante. Se basan en conversores A/D y D/A aislados de la CPU (ópticamente o por etapa de potencia). Estas señales se manejan a nivel de byte o palabra (8/16 bits) dentro del programa de usuario.

Las E/S son leídas y escritas dependiendo del modelo y del fabricante, es decir pueden estar incluidas sus imágenes dentro del área de memoria o ser manejadas a través de instrucciones específicas de E/S.

➤ Módulos de Entradas Discretas:

- 24 Vac
- 120 Vac/Vdc
- 220/240 Vac/Vdc
- 120 Vac/Vdc aisladas
- 12-24 Vdc para lógica
- 48 Vdc
- 5-30 Vdc variable
- 5 Vdc para circuitos TTL

➤ Módulos de Salidas Discretas:

- 24 Vac
- 120Vac
- 120 Vac protegidas
- 120 Vac aisladas
- 220/240 Vac
- 220 Vac aisladas
- 12-24 Vdc para lógica

- 48 Vdc
 - 10-60 Vdc
 - 5 Vdc para circuitos TTL
- Módulos de Entradas y Salidas Analógicas:
- 1 – 5 V
 - 0 – 10 V
 - -10 a +10 V
 - 0 – 5 V
 - 4 – 20 mA
 - -20 a +20mA

Los elementos que se utilizan en las entradas generalmente son:

- ✓ Termopares para medidas de temperatura.
- ✓ Medidores de Presion.
- ✓ Medidores de humedad.
- ✓ Medidores de Caudal.
- ✓ Medidores de Nivel.
- ✓ Todo elemento que suministre una señal analógica en forma de tensión o intensidad proporcional a una medida.
- ✓ Señal de contactos abiertos o cerrados provenientes de interruptores o cualquier otro elemento que suministre una señal discreta.

Los elementos que se utilizan en las salidas generalmente son:

- ✓ Reles
- ✓ Electrovalvulas
- ✓ Motores
- ✓ Lamparas
- ✓ Actuadores
- ✓ Valvulas de control
- ✓ Gobernadores de velocidad
- ✓ Bombas dosificadoras
- ✓ Alarmas

✚ Fuente de Alimentación

Es la encargada de convertir los niveles de voltaje en línea o del banco de baterías, a los niveles lógicos requeridos por los circuitos electrónicos que conforman el PLC. Los niveles de alimentación comúnmente usados son: 24 Vdc, 120 Vac, 220 Vac y 24 Vdc

✚ Chasis

Es una estructura físicamente rígida, diseñada especialmente para sostener o interconectar los diferentes módulos de un PLC. Estos están computados por ranuras (slots), que tienen un canal por donde corren las tarjetas y quedan fijadas mecánicamente. El soporte o chasis posee una tarjeta de interconexión con conectores especiales tipo peine, que está situada en la parte posterior de este. Todo esto es una combinación de plástico, metal, fibra de vidrio y tarjetas de baquelita.

Rack: Sección de un chasis, constituido por 8 grupos como máximo (0 - 7).

Grupo: sección de un rack, constituido por una cantidad máxima de 16 entradas y salidas, físicamente puede ocupar $\frac{1}{2}$, 1 o 2 ranuras o slots.

✚ Módulos de interfaces de comunicación

Son los que se encargan de traducir el lenguaje de un dispositivo inteligente y adaptarlo al lenguaje del PLC, para que se establezca una comunicación eficiente. Estos módulos permiten comunicación entre:

- ✓ Una PC (usuario) y el PLC (interfaz de campo)
- ✓ El PLC y una remota (RTU)
- ✓ El PLC y otro PLC
- ✓ Un PLC maestro y un chasis de entradas/salidas
- ✓ El PLC y una impresora

✚ El Software

Determina los enlaces lógicos y por consiguiente, la activación o desactivación de los grupos controlables en la instalación o maquinaria. Los programas están archivados en una memoria (hardware) propia y especial, de la cual pueden ser recuperados y, de acuerdo al caso, modificados en cualquier momento. Al

modificar el programa se altera también la secuencia del mando. Una modificación o cambio de software no implica un cambio del hardware.

Equipo Programador

En este se elabora el software y lo memoriza en el PLC. En la mayoría de los casos sirve también para comprobación de los programas.

Los dispositivos de programación serán adaptaciones de los computadores personales. Existirán versiones industriales que no sólo podrán programar cualquier unidad de control, sino también cualquier equipo inteligente del proceso, tales como controladores de robots, controladores numéricos, controladores de visión artificial. La comunicación podrá realizarse a través de una red local, o bien desde un computador portátil conectado directamente al PLC.

Los dispositivos de programación brindarán las siguientes facilidades en paralelo:

- ✓ Simulación
- ✓ Creación
- ✓ Prueba
- ✓ Depuración

Ciclo de funcionamiento de un PLC

Es el conjunto de actividades que realiza el PLC en forma secuencial y repetitiva, tienen la finalidad de asegurar el perfecto funcionamiento de cada parte física; la correcta interpretación y ejecución de las instrucciones del programa. Desde el momento que se enciende hasta cuando se normalizan las operaciones, el PLC ejecuta lo siguiente:

- ✓ Obtiene la información básica del fabricante y del usuario (configuración).
- ✓ Supervisa y chequea internamente su sistema, velando por el correcto funcionamiento de cada una de las partes que lo conforman.
- ✓ después de la confirmación "OK" de su sistema, procede a explorar sus entradas registrando el estado de estas, en la tabla de imagen de entrada y actualizando las salidas con los valores de la tabla de imagen de las mismas (al comienzo en la tabla de imagen de salida hay solo ceros).
- ✓ Procede a ejecutar las instrucciones del programa, modificando o actualizando la tabla de datos (de salidas) según los resultados de esa corrida.

- ✓ Al finalizar la ejecución del programa, transfiere los resultados de la tabla de imagen de salida a las salidas físicas (módulos de salidas).
- ✓ En este momento aparta tiempo para la comunicación con otros elementos del sistema, interfaz hombre-máquina, remotas, otros PLC, entre otros.
- ✓ A partir de este punto comienza a repetir las operaciones desde la exploración de las entradas y salidas.
- ✓ Este ciclo se cumple en forma indefinida, mientras el PLC siga encendido.

NORMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

1. Para la instalación de un equipo PLC

- ✓ El lugar debe encontrarse dentro de las especificaciones de temperatura, vibración, humedad.
- ✓ El PLC debe estar instalado dentro de gabinete metálico normativo según NEMA 4X.
- ✓ El gabinete debe estar puesto a tierra.
- ✓ El PLC debe estar aislado del proceso.
- ✓ El gabinete debe estar alejado de líneas de transmisión eléctrica.
- ✓ Para la instalación dentro del gabinete se deben atender las especificaciones del fabricante.
- ✓ Los PLC's con varios chasis, deben tener la misma instalación de tierra.
- ✓ Se debe utilizar sistema de enfriamiento por convección.
- ✓ La disposición y el tamaño del gabinete debe garantizar el mantenimiento.

2. Para el cableado de un sistema con equipos PLC

- ✓ El cableado debe estar debidamente canalizado e identificado.
- ✓ La disposición del cableado debe estar categorizado:
 - Categoría Uno: Conductores de alta potencia.
 - Categoría Dos: Cables de comunicación con módulos fuera del gabinete.
 - Categoría Tres: Cables de comunicación con módulos dentro del gabinete.
- ✓ La longitud del cableado no debe exceder los 3000 mts

3. Para la Programación de un Equipo PLC

- ✓ El PLC debe ser programado por personas que conozcan el proceso.
- ✓ El programa debe estar documentado.

- ✓ Todo cambio en el programa debe ser debidamente discutido y autorizado.
- ✓ El programa debe ser lo mas sencillo posible.
- ✓ Los procedimientos de forzado deben ser transitorios.

4. Para la manipulación de un Equipo PLC

- ✓ La batería de sustentación de la memoria RAM es toxica. No debe ser recargada.
- ✓ Quien manipule el controlador y las interfaces debe descargarse eléctricamente.
- ✓ Los montajes y puesta a tierra de los chasis deben hacerse siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- ✓ Los dipswitchs no deben ser dispuestos con lápiz de grafito.
- ✓ Cubrir debidamente las ventanas de la memoria EPROM.

5. Para el Procedimiento de la Verificación de Fallas de un Equipo PLC

- ✓ Verifique el funcionamiento del elemento inicial de control.
- ✓ Verifique si la señal llegue al PLC.
- ✓ Si la señal llega al PLC y no produce activación del programa, revise el conector de la interfase de entrada.
- ✓ Si el programa se activa, revise las interfaces de salida.
- ✓ Verifique que la señal se encuentre en la interfase de salida.
- ✓ Verifique el cableado y el estado de la fusilera.
- ✓ Verifique el estado del elemento de control.
- ✓ Revise el programa del PLC.

CONFIGURACIÓN DE UN PLC

Es el proceso de suministrarle al PLC, la información referente de los módulos a utilizar, la posición de estos en el soporte o chasis, tipo de comunicación y en general, a toda actividad destinada a preparar al PLC para que opere correctamente dentro del sistema.

❖ Pasos para configurar un PLC

- Definir el tipo de PLC (modelo, serie, capacidad de memoria, rata o rango de comunicación y otros datos en general).
- Definir la cantidad y la cualidad de las entradas y/o salidas.
- Seleccionar las ranuras (slots) de los soportes, que van a contener tarjetas de entradas y/o salidas.

- Darle una respectiva dirección a cada una de las entradas y/o salidas, siguiendo una secuencia numérica.
- Definir el tipo de tarjeta de comunicación, si es necesario.

❖ Tipos de configuraciones

Configuración Local: En esta los módulos de entrada y salida se encuentran instalados en el mismo bastidor del proceso.

Configuración Remota: En esta todos los módulos de entrada y salida se hallan colocados en bastidores distintos al del procesador (CPU).

Configuración Local/Remota: Es una combinación de la configuración local y remota.

Nota: Para configurar un equipo PLC, es necesario acudir al manual del fabricante y seguir sus especificaciones.

LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Debido a la diversidad de fabricantes de equipos y software, en agosto de 1992 se adoptó el estándar dado por la norma IEC 1131-3 para la programación de controladores lógicos programables (PLC), según esta norma la programación puede hacerse usando lenguajes textuales y también a través de lenguajes gráficos:

✓ Lenguajes textuales:

Lista de instrucciones (IL)

Texto estructurado (ST)

✓ Lenguajes gráficos:

Diagrama de escalera (LD)

Diagrama de bloques de funciones (DBF)

Carta de funciones estructuradas (SFC)

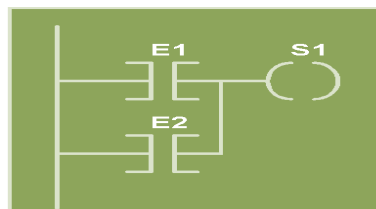
- **Lista de instrucciones (IL):** Es un lenguaje de bajo nivel, similar al lenguaje ensamblador. Solo permite una operación por línea. Este lenguaje es adecuado para pequeñas aplicaciones y para optimizar partes de una aplicación. Este lenguaje puede programarse usando dispositivos acoplados al PLC.



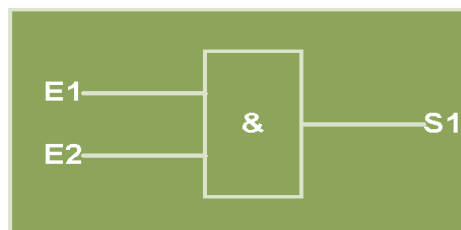
- **Texto estructurado (ST):** Es un lenguaje de alto nivel estructurado por bloques que posee una sintaxis parecida al PASCAL. Se emplea para realizar sentencias más complicadas, leer y escribir datos de tipo analógico y digital, permite el manejo de timers y contadores, además puede hacerse uso de lazos de repetición, y funciones matemáticas.



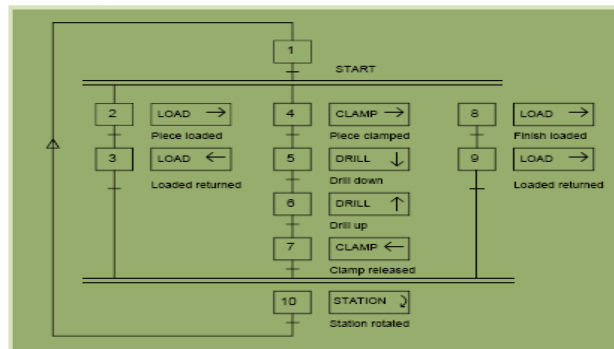
- **Diagrama de escalera (LD):** También conocido como diagrama ladder, es el lenguaje más usado, semeja el uso de bobinas y contactores, este lenguaje es una aproximación al lenguaje eléctrico que se usaba para los controladores basados en contactos (abierto/cerrado). Posee bloques de funciones adicionales como: timers, contadores, controladores PID, etc.



- **Diagrama de bloque de funciones (FBD):** Es un lenguaje que permite programar elementos que aparecen como bloques para ser cableados entre si de forma análoga al esquema de un circuito. Este lenguaje es adecuado para muchas aplicaciones que involucren el flujo de información o datos entre componentes de control.



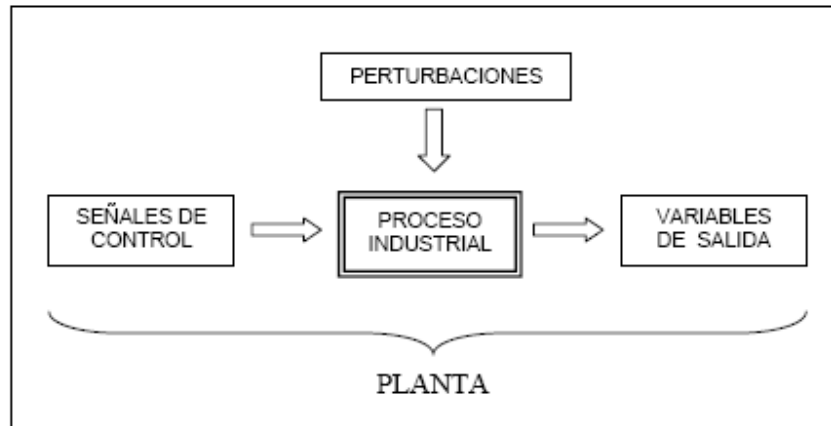
- **Carta de funciones estructuradas (SFC):** También conocido como gráfico secuencial de funciones (GRAFCET), es un lenguaje que proporciona una cadena secuencial y estructurada (secuencias en serie y paralelas) de conjunto de instrucciones. Los elementos básicos son pasos y transiciones. Los pasos consisten de piezas de programa que son inhibidas hasta que una condición especificada por las transiciones sea conocida.



DEFINICIONES BÁSICAS EN EL PROCESO

- **Control:** Acción ejercida con el fin de poder mantener una variable dentro de un rango de valores predeterminados.
- **Sistema de control:** Conjunto de equipos y componentes, que van a permitir llevar a cabo las operaciones de control.
- **Operaciones de control:** Conjunto de acciones que buscan mantener una variable dentro de patrones de funcionamiento deseados.
- **Control automático:** Es el desarrollo de la acción de control, sin la participación directa de un ser humano (operario).
- **Automático:** Es todo aquello que se mueve, regula, y opera, por sí solo, independiente del medio que lo rodea.
- **Automatización:** Consiste de un sistema de control automático, por el cual el sistema verifica su propio funcionamiento, efectuando mediciones y correcciones sin la interferencia del ser humano.
- **Sistema de automatización:** Conjunto de equipos, sistemas de información, y procedimientos que van a permitir asegurar un desempeño independiente del proceso, a través de operaciones de control y supervisión.
- **Supervisión y monitoreo:** Es el proceso de lectura de valores de las diversas variables del proceso, con el objetivo de identificar el estado en el que se viene desarrollando el proceso en un tiempo actual.

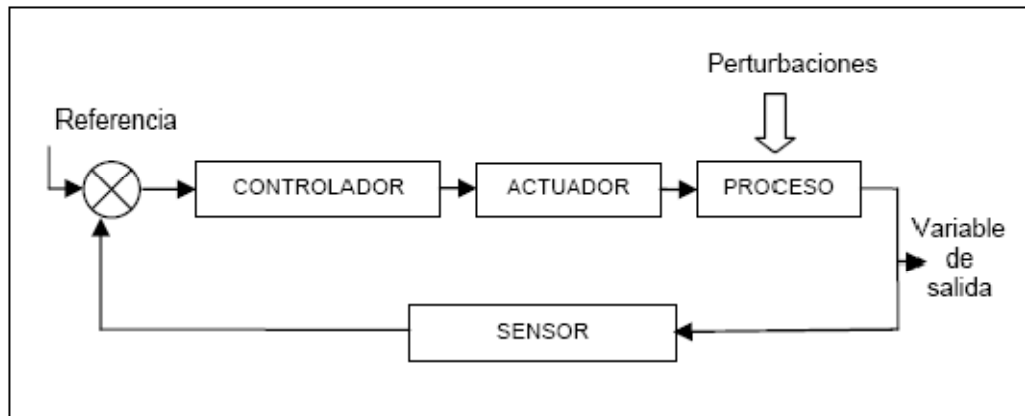
➤ **Elementos de Control en Procesos Industriales:**



- ✓ **Planta:** Es el ambiente donde se encuentran los equipos y donde se lleva a cabo el proceso. Se puede decir que es el conjunto de objetos físicos, en los cuales es necesario desarrollar acciones especialmente organizadas con el fin de lograr los resultados de funcionamiento y performance deseados; estos objetos van a ser controlados por medio de acciones.
- ✓ **Señales de control:** Son aquellas acciones elaboradas por el sistema de control, o dadas por un operario, a través de las variables manipuladas (por ejemplo si se desea mantener un tanque a una temperatura constante, se deberá manipular el nivel de voltaje que recibe la resistencia que brinda calor al tanque).
- ✓ **Perturbaciones:** Son aquellas acciones que no dependen del sistema de control ni del operario, pero intervienen positiva o negativamente en el proceso (por ejemplo para el caso anterior si se desea mantener una temperatura constante en un tanque, la temperatura ambiental actuará e interferirá con el calor del tanque)
- ✓ **Variables de salida:** Son aquellas que caracterizan el estado de los procesos dentro de la planta, estas variables son guiadas por variables controladas. Por ejemplo, si se cuenta con un recipiente de agua en el cual la variable de salida será el nivel, entonces la variable controlada será el flujo de líquido que ingresa al recipiente.
- ✓ **Proceso industrial:** Es la sucesión de cambios graduales (en el tiempo) de materia y energía, todo proceso implica una transformación; generalizando se puede decir que es todo fenómeno físico que se puede medir y controlar. Pueden ser procesos continuos (siderúrgicos, petroquímicos), procesos de

manufactura (embotelladoras, confección de textiles), procesos de servicio (distribución de agua), y procesos híbridos (reciclaje de vidrio).

➤ Elementos de un Sistema de Control Automático



Así tenemos 4 elementos que conforman el sistema de control:

Controlador: Es aquel instrumento que compara el valor medido con el valor deseado, en base a esta comparación calcula un error (diferencia entre valor medido y deseado), para luego actuar a fin de corregir este error. Tiene por objetivo elaborar la señal de control que permita que la variable controlada corresponda a la señal de referencia.

Los controladores pueden ser de tipo manual, neumático, electrónico; los controladores electrónicos más usados son: computadoras con tarjetas de adquisición de datos, PLC (controladores lógicos programables), microcontroladores (PIC).

El tipo de controlador más común es el PLC, el cual es un equipo electrónico basado en microprocesadores, hace uso de memorias programables y regrabables (RAM), en donde se almacenan instrucciones a manera de algoritmos que van a permitir seguir una lógica de control. Contiene interfaces que le permiten manejar gran número de entradas y salidas tanto analógicas como digitales.

Actuador: Es aquel equipo que sirve para regular la variable de control y ejecutar la acción de control, es conocido como elemento final de control, estos pueden ser de 3 tipos:

- ✓ **Actuadores eléctricos:** Son usados para posicionar dispositivos de movimientos lineales o rotacionales. Ej. motor, relé, switch, electroválvulas.
- ✓ **Actuadores neumáticos:** Trabajan con señales de presión, estas señales son convertidas a movimientos mecánicos. Ej. pistones neumáticos, válvulas.
- ✓ **Actuadores hidráulicos:** Operan igual a los neumáticos, son usados en tareas que requieren mayor fuerza por ejemplo levantar compuertas, mover grúas, elevadores, etc. Ej. pistones hidráulicos.

Proceso: Esta referido al equipo que va a ser automatizado, por ejemplo puede ser una bomba, tolva, tanque, compresor, molino, intercambiador de calor, horno, secador, chancadora, caldera, etc.

Características dinámicas de las variables de proceso:

- ✓ **Inercia:** Propiedad de los cuerpos que les permite no variar su estado estacionario sin la intervención de una fuerza extraña; por ejemplo algunos sistemas de flujo de fluidos en los cuales la masa puede ser acelerada.
- ✓ **Resistencia y Capacidad:** Se denomina resistencia a aquellas partes con cualidades de resistir la transferencia de energía o masa, y se denomina capacidad a aquellas partes del proceso con tendencia a almacenar masa o energía.
- ✓ **Atraso de transporte:** Es el movimiento de masas entre dos puntos que ocasiona un tiempo muerto. Respuesta de los procesos frente a una perturbación:

Las respuestas están casi siempre caracterizadas por dos constantes: una constante de tiempo (t) y una ganancia estática. La ganancia es la amplificación o atenuación de la perturbación en el interior del proceso y no tiene interferencia con las características de tiempo de respuesta.

La constante de tiempo es la medida necesaria para ajustar una perturbación en la entrada y puede ser expresada como $= (\text{resistencia}) \times (\text{capacidad})$.

Sensor: Es un elemento de medición de parámetros o variables del proceso. Los sensores pueden ser usados también como indicadores, para transformar la señal medida en señal eléctrica. Los sensores más comunes son los de nivel, temperatura, presencia, proximidad, flujo, presión, entre otros. Pueden ser de varios tipos:

- ✓ **Sensores de contacto:** Son aquellos que realizan la medida en contacto directo, real y físico con el producto o materia. Ej. sensores de boya para medir nivel en un tanque, termocupla para medir temperatura, etc.
- ✓ **Sensores de no contacto:** Se basan en propiedades físicas de los materiales, son más exactos, pero propensos a interferencias del medio ambiente. Ej. sensores ultrasónicos, sensores ópticos, etc.
- ✓ **Sensores digitales:** Trabajan con señales digitales, en código binario, pueden representar la codificación de una señal analógica, o también la representación de dos estados on/off. Ej. Sensores tipo switch.
- ✓ **Sensores analógicos:** Proporcionan medidas continuas, los rangos típicos son de 0 a 20mA, 4 a 20mA, 0 a 5v, 1 a 5v, entre otros. Ej. sensores capacitivos, sensores piezorresistivo, etc.
- ✓ **Sensores mecánicos:** Son aquellos que traducen la acción física del elemento medido, en un comportamiento mecánico, típicamente de movimiento y/o calor. Ej. Barómetro, termómetro de mercurio, etc.
- ✓ **Sensores electro-mecánicos:** Este tipo de sensor emplea un elemento mecánico elástico combinado con un transductor eléctrico. Ej. sensores resistivos, sensores magnéticos, etc.

