



**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

HOJA: 1 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

ESTRUCTURA GENERAL, COMPONENTES. TIPOS DE PLCs. FUNCIONAMIENTO

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En esta primera tarea se introducirá el concepto de “procesador lógico programable” o, más comúnmente conocido como PLC. De este modo, se dará su definición tanto la normalizada por la NEMA, asociación de fabricantes de componentes electrónicos, como la utilizada normalmente. A continuación se expondrán sus principales características y campos de aplicación y se observarán cuáles son las ventajas de la utilización de estos dispositivos sobre otros del mismo tipo. También se realizará un breve recorrido por la historia de este dispositivo para comprobar así su evolución y cómo son los dispositivos actuales de este tipo. A continuación se expondrá cuál es su estructura general, para comprobar de qué están formados, e incluso se dará una breve descripción de sus componentes de hardware. Se verán además cuáles son los distintos tipos de PLCs (ej. compacta, modular, de montaje en rack), haciendo hincapié en sus ventajas e inconvenientes, así como de las señales que estos utilizan (ej. binaria, digital y/o analógica). Finalmente, se describirá cuál es su principio de funcionamiento y sus principales características.

Los objetivos de esta tarea son:

1. hacer comprender al alumno qué es un PLC y observar cuáles son sus ventajas sobre otros dispositivos similares;
2. conocer la estructura general de estos dispositivos, componentes principales y sus funciones;
3. observar cuales son los tipos de PLCs que existen, en especial, el que utiliza la arquitectura “maestro-esclavo”.
4. definir cuáles son los tipos de señales más utilizados en este tipo de dispositivos.
5. saber cómo es el principio de funcionamiento de un PLC

CONTENIDO

PLC: definición y principales características.



**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

HOJA: 2 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), se trata de una computadora, utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas. Sin embargo, la definición más precisa de estos dispositivos es la dada por la NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos) que dice que un PLC es:

“Instrumento electrónico, que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de E/S analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos”.

El campo de aplicación de los PLCs es muy diverso e incluye diversos tipos de industrias (ej. automoción, aeroespacial, construcción, etc.), así como de maquinaria. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, amplios rangos de temperatura, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real duro donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, que de lo contrario no producirá el resultado deseado.

Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentran que, gracias a ellos, es posible realizar operaciones en tiempo real, debido a su disminuido tiempo de reacción. Además, son dispositivos que se adaptan fácilmente a nuevas tareas debido a su flexibilidad a la hora de programarlos, reduciendo así los costos adicionales a la hora de elaborar proyectos. Permiten también una comunicación inmediata con otro tipo de controladores y ordenadores e incluso permiten realizar las operaciones en red. Como ya se ha mencionado previamente, tienen una construcción estable al estar diseñados para poder resistir condiciones adversas sobre vibraciones, temperatura, humedad y ruidos. Son fácilmente programables por medio de lenguajes de programación bastante comprensibles. Sin embargo, presentan ciertas desventajas como la necesidad de contar con técnicos cualificados para ocuparse de su buen funcionamiento.



**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”
Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

HOJA: 3 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

BREVE HISTORIA DE LOS PLCs.

Desde el comienzo de la industrialización, el hombre ha buscado cómo hacer que los trabajos se realizaran de la forma más ágil y menos tediosa para el operador en cuestión. Los PLCs han sido un mecanismo clave en este proceso puesto que permiten, entre otras cosas, que ciertas tareas se realicen de forma más rápida y que el hombre evite su aparición en trabajos peligrosos tanto como para él, como para su entorno más próximo. De este modo, hoy en día estamos rodeados de estos mecanismos que, rebasando la frontera de lo industrial, pueden encontrarse en semáforos; gestión de iluminación en parques, jardines y escaparates; control de puertas automáticas; e incluso en el control de dispositivos del hogar como ventanas, toldos, climatización, etc.

El desarrollo de los PLCs fue dirigido originalmente por los requerimientos de los fabricantes de automóviles. Estos cambiaban constantemente los sistemas de control en sus líneas de producción de modo que necesitaban un modo más económico para realizarlo puesto que, en el pasado, esto requería un extenso re-alambrado de bancos de relevadores (procedimiento muy costoso). De este modo, a finales de los años 60, la industria necesitaba cada vez más un sistema de control económico, robusto, flexible y fácilmente modificable. Así, en 1968 aparecieron los primeros autómatas programables (APIs o PLCs). La compañía americana Bedford Associates sugirió así un Controlador Modular Digital (MODICON) para su utilización en una compañía de automoción y MODICON 084 fue el primer PLC con una aplicación industrial (1968). Los nuevos controladores debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento, su tiempo de vida debía ser largo y los cambios de programa tenían que realizarse de forma sencilla. También se imponía que pudiera trabajar sin problemas en entornos adversos. Para ello se utilizó una técnica de programación familiar y se reemplazó el uso de relevadores mecánicos por otros de estado sólido.

A principios de los 70, los PLC ya incorporaban el microprocesador. En 1973 aparecieron los PLCs con la capacidad de comunicación - Modbus de MODICON. De este modo, los PLCs eran capaces de intercambiar información entre ellos y podían situarse lejos de los procesadores y los objetos que iban a controlar. Así se incorporaron también más prestaciones como manipulación de datos, cálculos matemáticos, elementos de comunicación hombre-máquina, etc. A mediados de



**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

HOJA: 4 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

los años 70 – apareció la tecnología PLC, basada en microprocesadores bit-slice (ej. AMD 2901/2903). Los principales productores de PLCs en esos tiempos se convirtieron en compañías como: Allen-Bradley, Siemens, Festo, Fanuc, Honeywell, Philips, Telemecanique, General Electric etc. Además, se realizaron mejoras como el aumento de su memoria; la posibilidad de tener entradas/salidas remotas tanto analógicas como numéricas, funciones de control de posicionamiento; aparición de lenguajes con mayor número de funciones y más potentes; y el aumento del desarrollo de las comunicaciones con periféricos y ordenadores. Por ese entonces, las tecnologías dominantes de estos dispositivos eran máquina de estados secuenciales y con CPUs basadas en el desplazamiento de bit. Los PLC más populares fueron los AMD 2901 y 2903 por parte de Modicon. Los microprocesadores convencionales aportaron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños PLCs. Así, por cada modelo de microprocesador, existía un modelo de PLC basado en el mismo, aunque fue el 2903 uno de los más utilizados. Sin embargo, esta falta de estandarización generó una gran variedad de incompatibilidades en la comunicación debido a la existencia de un maremágnum de sistemas físicos y protocolos incompatibles entre sí.

Fue en los años 80 cuando se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motors. Se consiguió también reducir las dimensiones de los PLC y se pasó a programar con una programación simbólica a través de ordenadores personales en vez de los terminales clásicos de programación. De hecho, hoy en día, el PLC más pequeño es del tamaño de un simple relevador. Así, en la década de los 80 se mejoraron las prestaciones de los PLCs referidas a: velocidad de respuesta, reducción de las dimensiones, concentración del número de entradas/salidas en los respectivos módulos, desarrollo de módulos de control continuo, PID, servo controladores, control inteligente y fuzzy.

Los años 90 mostraron una reducción gradual en el número de protocolos nuevos y en la modernización de las capas físicas de los protocolos más populares que lograron sobrevivir a los años 80. El último estándar, IEC 1131-3, trata de unificar el sistema de programación de todos los PLC en un único estándar internacional. Hoy en día disponemos de PLCs que pueden ser programados en diagramas de bloques, listas de instrucciones o incluso texto



**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

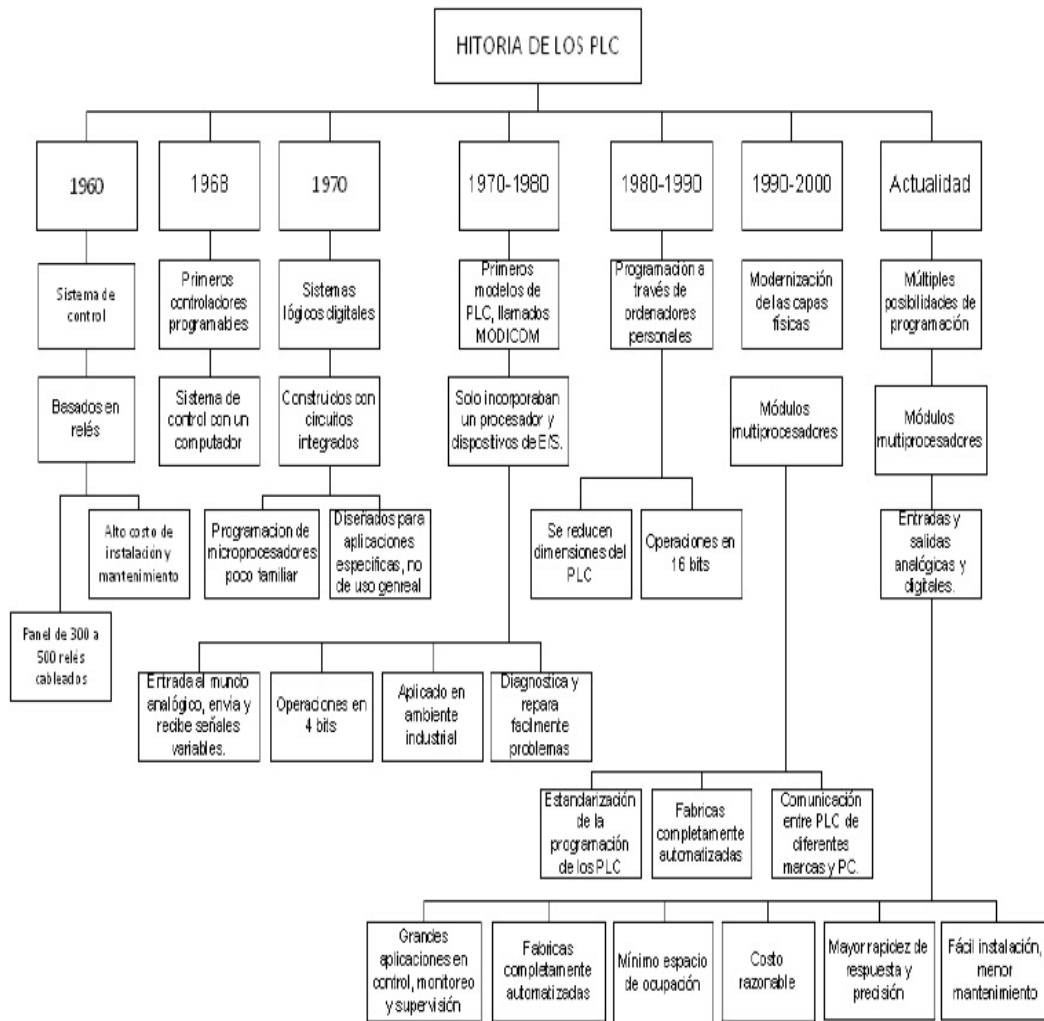
HOJA: 5 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

estructurado al mismo tiempo. Sin embargo, los ordenadores comenzaron a reemplazar al PLC en algunas aplicaciones e incluso la compañía que introdujo el Modicon 084 ha cambiado su control en base a un ordenador. Cabe esperar que, en un futuro no muy lejano, el PLC desaparezca al disponer de ordenadores cada vez más potentes y todas las posibilidades que estos pueden proporcionar. Hoy en día, la tendencia actual es dotar al PLC de funciones específicas de control y canales de comunicación para que pueda conectarse entre sí y con ordenadores en red, creando así una red de autómatas. A continuación puede verse un diagrama con la historia de estos dispositivos:



Taller de Automatización: Cartilla de PLC

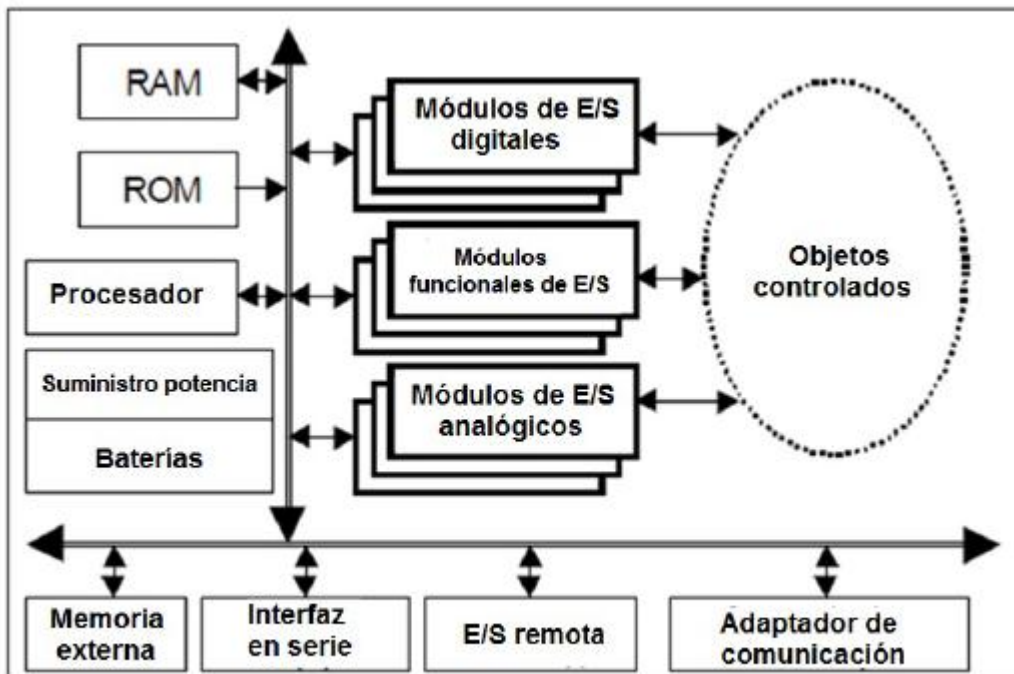


ESTRUCTURA GENERAL DE LOS PLCs

El siguiente diagrama de flujo muestra los componentes y la estructura de un PLC:




Taller de Automatización: Cartilla de PLC



Como puede observarse en la figura, para que el sistema funcione es necesario que exista un suministro de potencia cuyo propósito principal es garantizar los voltajes de operación internos del controlador y sus bloques. Los valores más frecuentemente utilizados son $\pm 5V$, $\pm 12V$ y $\pm 24V$ y existen principalmente dos módulos de suministro de potencia: los que utilizan un voltaje de entrada de la red de trabajo los que utilizan suministradores de potencia operacionales para el control de los objetos.

La parte principal es la denominada “unidad central de procesamiento” o CPU que contiene la parte de procesamiento del controlador y está basada en un microprocesador que permite utilizar aritmética y operaciones lógicas para realizar diferentes funciones. Además, la CPU, prueba también frecuentemente el PLC para lograr encontrar errores en su debido tiempo. Los primeros PLCs utilizaron chips que habían sido procesados mediante la técnica denominada “bit-slice”, como el AMD2901, 2903, etc.

	<p align="center">Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 “Domingo Crespo”</p> <p align="center">Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas</p>	<p align="center">HOJA: 8 DE:29</p>
<p align="center">Taller de Automatización: Cartilla de PLC</p>		

La transferencia de datos y/o direcciones en los PLCs es posible gracias a cuatro tipos de buses diferentes:

- bus de datos, para la transferencia de datos de los componentes individuales
- bus de direcciones, para aquellas transferencias entre celdas donde se habían guardado datos
- bus de control, para las señales de control de los componentes internos
- bus de sistema, para conectar los puertos con los módulos de E/S.

El lugar donde se guardan los datos y las instrucciones es la memoria que se divide en memoria permanente, PM, y memoria operacional, conocida como memoria de acceso aleatorio o RAM. La primera, la PM, se basa en las ROM, EPROM, EEPROM o FLASH; es donde se ejecuta el sistema de operación del PLC y puede ser reemplazada. Sin embargo, la RAM, es donde se guarda y ejecuta el programa en cuestión utilizado y es la de tipo SRAM la que se utiliza habitualmente. La condición común para las entradas de dos componentes digitales de un PLC se guarda en una parte de la RAM y se denomina tabla PII o entrada imagen de proceso. La salida controlada, o el último valor de la salida calculado por las funciones lógicas, se guardan en la parte de la RAM denominada tabla PIO, salida de la imagen del proceso. El programa utilizado también puede guardarse en una memoria externa permanente (EPROM o EEPROM) que, para ciertos PLCs, puede ser un módulo externo que se coloca en una toma del panel frontal.

Finalmente, los módulos de E/S, son aquellos módulos de señal (SM) que coordinan la entrada y salida de las señales, con aquellas internas del PLC. Estas señales pueden ser digitales (DI, DO) y analógicas (AI, AO), y provienen o van a dispositivos como sensores, interruptores, actuadores, etc. Los SMs analógicos utilizan en general un voltaje en DC y una corriente directa. De este modo, opto acopladores, transistores y relés son empleados en la salida digital del SMs para cambiar los estados de la señal de salida con el fin de proteger a estos dispositivos de situaciones como un cortocircuito, una sobrecarga o un voltaje excesivo. El número de entradas y/o salidas de los SMs digitales es también bastante más elevado que en los analógicos, siendo los primeros más de 8,16 o 32, mientras que los segundos son, a lo sumo 8. Finalmente, los términos “Sinking” y “Sourcing” explican cómo se realiza la conexión de las PLC a los sensores y actuadores:

- Sinking = Línea GND común (-) – tierra común

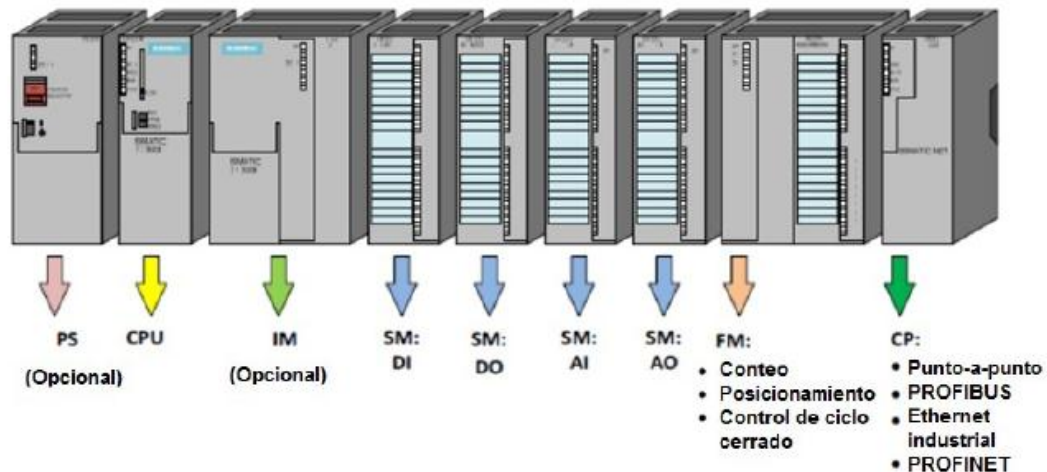


Taller de Automatización: Cartilla de PLC

- Sourcing = Línea VCC común (+) – suministro de potencia común

COMPONENTES DE HARDWARE

Un PLC puede contener un casete con una vía en la que se encuentran diversos tipos de módulos, como puede observarse en la siguiente figura, correspondiente a una PLC de la empresa Siemens:



Como puede observarse en la figura, el PLC dispone de los siguientes módulos que, aunque en este tipo no puede ser intercambiada, esto sí es posible para PLCs de otras compañías. Los módulos más importantes son:

- Módulo de interfaz (IM), conecta diferentes casetes individuales con un único PLC;
- Módulo funcional (FM), procesamiento complejo en tiempo-crítico de procesos independientes de la CPU, por ejemplo, conteo rápido;
- Regulador PID o control de la posición;
- Procesador de la comunicación (CP), conecta el PLC en una red de trabajo industrial, ej. Industrial Ethernet, PROFIBUS, AS – interfaz, conexión serie punto-a-punto;
- Interfaz hombre-máquina (HMI), ej. panel de operaciones;
- Entradas/salidas remotas;



Taller de Automatización: Cartilla de PLC

- . Módulos de señal de alta-velocidad.
- Cada módulo de PLC module tiene su propia interfaz-HIM básica, utilizada para la visualización de los errores y las condiciones de comunicación, la batería, entradas/salidas, operación de los PLC, etc. Pequeños displays con cristal líquido (LCD) o diodos emisores de luz (LED) se utilizan para la interfaz-HMI.

TIPOS DE PLCs

Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en el número de I/O, en su tamaño de memoria, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías:

- 1) PLC compactos, son aquellos que incorporan CPU, PS, módulos de entrada y salida en un único paquete. A menudo existe un número fijo de E/Ss digitales (no mayor a 30), una o dos canales de comunicación (para programar el PLC y la conexión de los buses de campo) y HMI. Además, puede haber una entrada para el contador de alta velocidad y una o dos E/Ss analógicas. Para aumentar el número de las E/Ss de una PLC compacta individual se incrementa (además) los módulos que pueden ser conectados. Estos se colocan en un paquete, similar al del mismo PLC. Estos PLCs de tipo compacto se utilizan en automoción como substitutos de los relés.





Taller de Automatización: Cartilla de PLC

2) PLC modular es el tipo de PLC más potente y tiene más funciones que los PLC compactos. La CPU, SM, CP y otros módulos se encuentran generalmente en paquetes separados en un riel DIN o en un riel con una forma especial y que se comunica con la CPU a través de un sistema bus. Tiene un número limitado de lugares para los módulos pero, en la mayoría de los casos, este puede aumentarse. Además, los PLCs modulares pueden utilizar un elevado número de entradas/salidas, pueden soportar programas más grandes, guardar más datos y operar bajo el modo de multitarea. Normalmente se utilizan para el control, regulación, posicionamiento, procesamiento de datos, manipulación, comunicación, monitorización, servicios-web, etc.



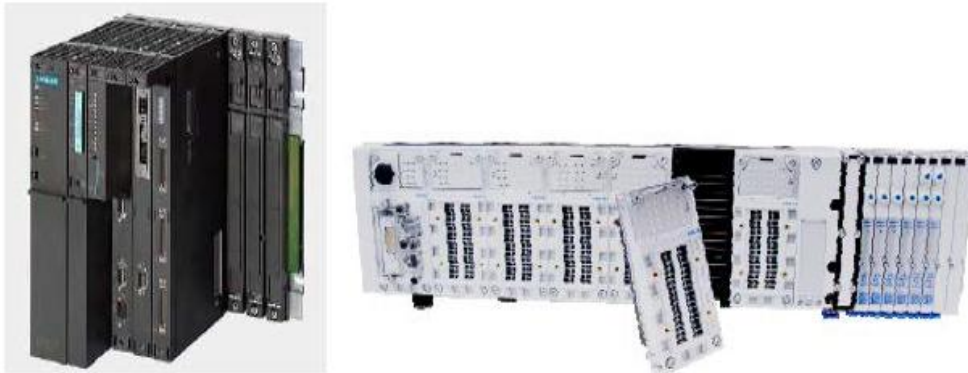
3) PLC de tipo montaje en rack son aquellos que prácticamente tienen las mismas capacidades y funciones que el PLC modular. Sin embargo, existen algunas diferencias en el bus o en el rack dónde se colocan los módulos del PLC. El rack contiene ranuras para los módulos y un sistema de bus integrado para intercambiar información entre los diferentes módulos. La mayoría de los módulos PLC no tienen sus propias cajas, disponen solamente de un panel frontal con una interfaz-HIM. La ventaja principal es que pueden permitir un intercambio más rápido de los datos entre los módulos y el tiempo de reacción por parte de los módulos es menor.



**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 "Domingo Crespo"**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

HOJA: 12 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC



4) PLC con panel Operador y Controlador Lógico Programable (OPLC) posee una interfaz HIM para su funcionamiento y una monitorización de los procesos automáticos y las máquinas. La HMI consiste principalmente en un monitor y un teclado o una pantalla táctil. El monitor puede ser bien de tipo texto o gráfico. La ventaja principal de este sistema respecto a un PLC con un panel operador aparte es que no es necesario programar el panel de forma separada. Toda la programación se realiza por medio de una herramienta software, lo que permite economizar los gastos del desarrollo del sistema.





**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

HOJA: 13 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

5) Otros tipos de PLC:

i) Con ordenador industrial (PC industrial) son aquellos que combina un PC normal y un PLC en un único sistema. La parte de PLC puede estar basada en hardware (PLC de tipo slot) o basadas en un PLC con software virtual (PLC de tipo software). Los ordenadores industriales que se utilizan son de tamaño medio y tienen una gran cantidad de aplicaciones en la automatización donde se requiere un control rápido de los procesos, así como una recopilación rápida de los datos y un intercambio con el OPC y/o el servidor SQL (estos pueden estar integrados en el PC), y existe también el requerimiento de un fácil funcionamiento y monitorización y un ciclo de vida largo. Los PCs industriales utilizan, a menudo, un bus de campo para el control de los procesos y/o maquinaria automatizada. Algunos de ellos tienen incorporadas entradas/salidas, así como otro tipo de partes modulares del PLC. Sin embargo, la desventaja es que puede suceder que, tras un periodo de tiempo, no se encuentren recambios de ciertas partes (memoria, procesador, tarjeta de video etc.) debido a que han dejado de producirse.



ii) PLC de tipo de ranura se trata de una tarjeta especial, que posee todas las funciones de cualquier CPU de un PLC normal. Se sitúa en el (en una ranura



Taller de Automatización: Cartilla de PLC

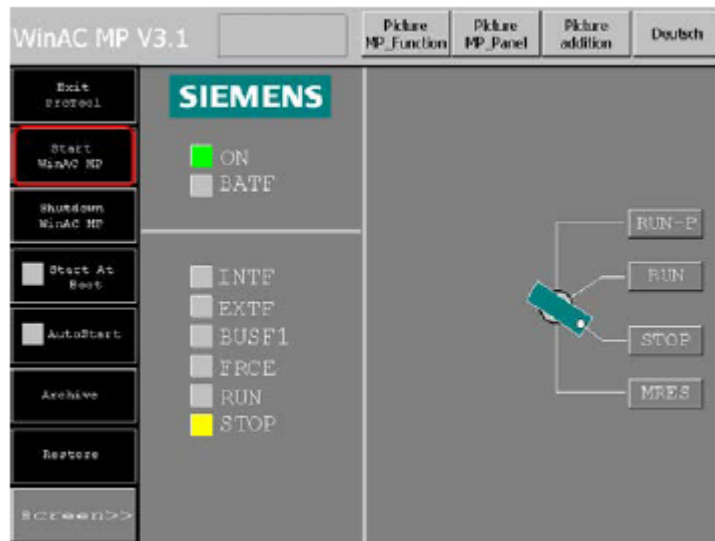
vacía de la placa base), que permite intercambiar directamente la información entre las aplicaciones-HMI del PC existente y/u otras aplicaciones software. La ranura de la tarjeta del PLC tiene por lo menos un canal de comunicación para conectar con el bus de campo (para conectar con unas entradas/salidas remotas o con otros dispositivos PLC).



iii) PLC de tipo software, se trata de un PLC virtual, que trabaja en un ordenador personal. Para controlar las máquinas o procesos se utilizan los puertos de comunicación del PC (Ethernet, COM) o unas tarjetas especiales del tipo del bus del sistema (que se sitúan en el PC) que permiten realizar una comunicación remota con las entradas/salidas de otros dispositivos para la automatización. La desventaja de los PLC de este tipo es la falta de memoria individual para guardar los datos y la pérdida de los datos sobre el control de los procesos cuando se interrumpe el suministro de potencia. Además, existen ciertos riesgos de que al cambiar el OS el PLC virtual no sea compatible con el nuevo sistema. Además no está garantizado que otras aplicaciones como las HIM o los servidores OPC puedan trabajar simultáneamente con la PLC de tipo software sin generar ningún problema y que su funcionamiento no tenga ninguna influencia sobre el del PLC de tipo software (ej. la velocidad de control sobre los procesos puede verse disminuida, la conexión sobre el bus de campo puede perderse en ciertos momentos, etc.).



Taller de Automatización: Cartilla de PLC

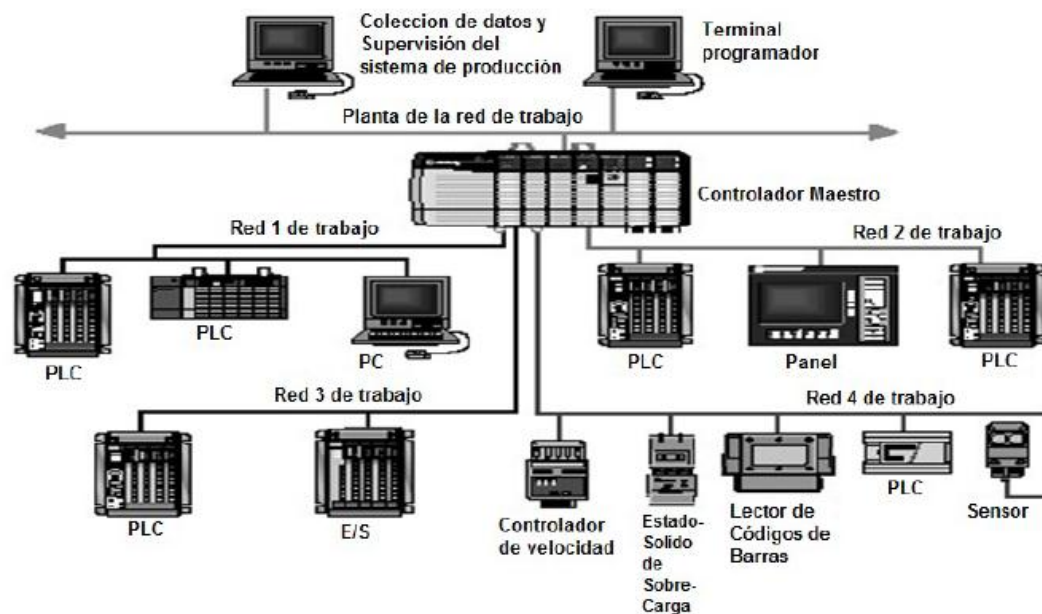


PLC DE ARQUITECTURA MAESTRO-ESCLAVO

El esquema de comunicación industrial ampliamente difundido para redes de integración de equipos de control es el denominado “maestro-esclavo”, y se utiliza en comunicaciones entre PLC y otros sistemas como SCADA’s y en DCS’s. Este sistema de comunicación maestro-esclavo consta esencialmente de un equipo que se lo denomina maestro y uno o varios equipos denominados esclavos; el maestro es quien gobierna los ciclos de comunicación, toda iniciativa de comunicación es llevada a cabo por este equipo, los esclavos solo responden a la petición del maestro, si les corresponde, el proceso de pregunta/respuesta de un equipo maestro a uno esclavo se lo conoce como transacción. A continuación se observa un diagrama correspondiente a esta configuración en un PLC:



Taller de Automatización: Cartilla de PLC



Como puede observarse en la figura anterior, este controlador programable tiene diseñada su arquitectura como un sistema multiprocesos especializado, basado en redes de PLCs, que se localizan en diferentes niveles. De este modo, el controlador denominado como 'Maestro' puede modificar la estructura, los algoritmos, los ajustes, las asignaciones, etc. de su subordinado. Existe así otro controlador llamado 'esclavo', que lleva a cabo un complejo procesamiento de los datos con el fin de coordinar todo y tener muchos más recursos a su disposición. Un 'Maestro' puede ser un PLC o un ordenador que controle de forma más potente, disponiendo un mayor acceso a los parámetros de configuración de cada controlador subordinado.

TIPOS DE SEÑALES UTILIZADAS POR LOS PLCs

Un PLC recibe y transfiere señales eléctricas, expresando así variables físicas finitas (temperatura, presión etc.). De este modo es necesario incluir en el SM un convertidor de señal para recibir y cambiar los valores a variables físicas. Existen tres tipos de señales en un PLC: señales binarias, digitales y analógicas.



**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

HOJA: 17 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

1 Señales binarias, señal de un bit con dos valores posibles (“0” – nivel bajo, falso o “1” – nivel alto, verdadero), que se codifican por medio de un botón o un interruptor. Una activación, normalmente abre el contacto correspondiendo con el valor lógico “1”, y una no-activación con el nivel lógico “0”. Los límites de tolerancia se definen con interruptores sin contacto. Así el IEC 61131 define el rango de -3 - +5 V para el valor lógico “0”, mientras que 11 - 30 V se definen como el valor lógico de “1” (para sensores sin contacto) a 24 V DC (Fig.12). Además, a los 230 V AC, la IEC 61131 define el rango de 0 - 40 V para el valor lógico de “0”, y 164 - 253 V para el valor lógico “1”.

2 Señales digitales, se trata de una secuencia de señales binarias, consideradas como una sola. Cada posición de la señal digital se denomina un bit. Los formatos típicos de las señales digitales son: tetrad - 4 bits (raramente utilizado), byte - 8 bits, word - 16 bits, double word - 32 bits, double long word - 64 bits (raramente utilizado).

3 Señales analógicas, son aquellas que poseen valores continuos, es decir, consisten en un número infinito de valores (ej. en el rango de 0 - 10 V). Hoy en día, los PLCs no pueden procesar señales analógicas reales. De este modo, estas señales deben ser convertidas en señales digitales y vice-versa. Esta conversión se realiza por medio de SMs analógicos, que contienen ADC. La elevada resolución y precisión de la señal analógica puede conseguirse utilizando más bits en la señal digital. Por ejemplo, una señal analógica típica de 0 - 10 V puede ser con precisión (pasos para la conversión en una señal digital) desde 0.1 V, 0.01 V o 0.001 V de acuerdo al número de bits que vaya a tener la señal digital

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

Un PLC funciona cíclicamente, como se describe a continuación:



**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

HOJA: 18 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

1 Cada ciclo comienza con un trabajo interno de mantenimiento del PLC como el control de memoria, diagnóstico etc. Esta parte del ciclo se ejecuta muy rápidamente de modo que el usuario no lo perciba.

2 El siguiente paso es la actualización de las entradas. Las condiciones de la entrada de los SMs se leen y convierten en señales binarias o digitales. Estas señales se envían a la CPU y se guardan en los datos de la memoria.

3 Después, la CPU ejecute el programa del usuario, el cual ha sido cargado secuencialmente en la memoria (cada instrucción individualmente). Durante la ejecución del programa se generan nuevas señales de salida.

4 El último paso es la actualización de las salidas. Tras la ejecución de la última parte del programa, las señales de salida (binaria, digital o analógica) se envían a la SM desde los datos de la memoria. Estas señales son entonces convertidas en las señales apropiadas para las señales de los actuadores. Al final de cada ciclo el PLC comienza un ciclo nuevo.

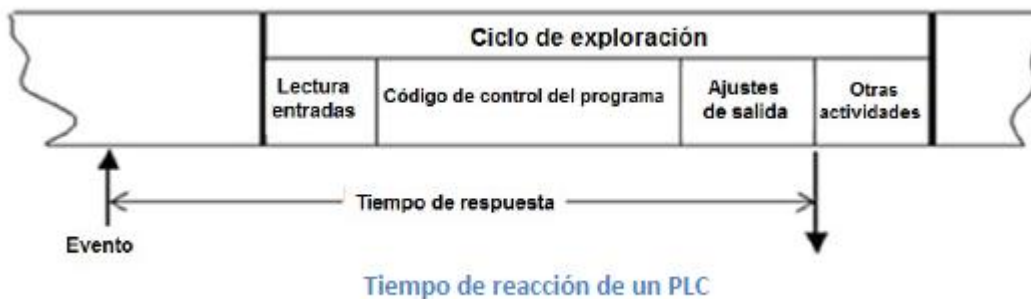
En la siguiente figura se muestra el ciclo de operación de un PLC Siemens S7-300 aunque el de otras empresas puede ser algo diferente.



Taller de Automatización: Cartilla de PLC



Respecto al tiempo de reacción entre un determinado evento, debemos mencionar que este dependerá del tipo de ejecución de un ciclo del programa aplicado. De este modo, se define tiempo de reacción como aquel desde el momento de ocurrencia de un evento hasta el momento en el que se envía la correspondiente señal de control a la salida del PLC, como puede observarse en la siguiente figura:





**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

HOJA: 20 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

Finalmente es interesante saber que los PLCs modernos tienen la capacidad de operar bajo un modo de multitareas. Por ejemplo, un PLC puede trabajar simultáneamente en dos tareas diferentes (utilizando programas distintos). En la práctica, un PLC puede ejecutar solamente una tarea en cada momento, sin embargo, las CPUs de los PLCs trabajan tan extremadamente rápido que parece que el PLC ejecuta diferentes tareas simultáneamente. El estándar IEC 61131 define una tarea como un elemento de ejecución de control, capaz de generar la ejecución de una secuencia de unidades organizadas de un programa (programas definidos) o basada en periodicidad (tareas periódicas) o basada en un evento (tarea no-periódica). Las tareas periódicas se ejecutan periódicamente sobre un tiempo ya definido, establecido por el usuario. Las tareas no-periódicas se ejecutan con la ocurrencia de un determinado evento, relacionado con la tarea. El evento y la tarea se relacionan mediante una variable Booleana. Un bloque de prioridad de tareas se utiliza en las multitareas, el cual establece un plan de la prioridad de las tareas.

ENLACES DE INTERÉS

A continuación se detallan los enlaces o links que puedan ser de interés en relación con el tema de la tarea:

- http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable
- <http://www.slideshare.net/carcpolo/2-historia-de-los-plc-s>
- <http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/apuntes/ApuntePLC.pdf>
- <http://www.gustato.com/eprotocolos.html>

A MODO RESUMEN:



¿Qué es un PLC?

- **Dispositivo electrónico**
 - ❖ programable por el usuario
 - ❖ destinado a gobernar máquinas o procesos lógicos y/o secuenciales
 - inicialmente surgen para implementar funciones lógicas
- **Funciones del PLC**
 - ❖ Reemplazar la lógica de relés para el comando de
 - motores, máquinas, ...
 - ❖ Reemplazar temporizadores y contadores electromecánicos
 - ❖ Controles sencillos de LA y/o LC
 - ❖ Interface computador/proceso
 - ❖ Control y comando de tareas repetitivas o peligrosas



Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”
Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas

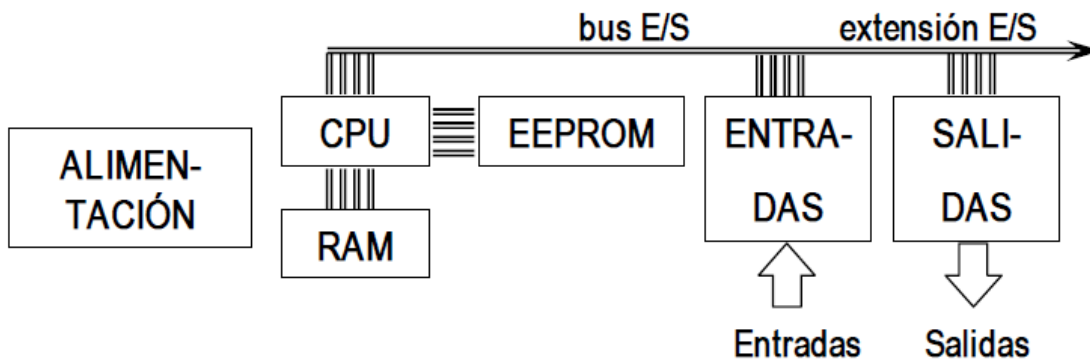
HOJA: 22 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

- ❖ Detección de fallas y manejo de alarmas
- ❖ Regulación de aparatos remotos
 - posibilidad para ambientes peligrosos
- **Ventajas:**
 - ❖ menor cableado
 - ❖ reducción de espacio
 - ❖ > facilidad para mantenimiento y puesta a punto
 - ❖ flexibilidad de configuración y programación
 - ❖ reducción de costos
- **Estructura:**



Taller de Automatización: Cartilla de PLC



Entradas

↗ discretas

- rectificador
- acondicionador de señal
- (indicador de estado)
- optoaislación
- circuito lógico de entrada

Salidas

↗ discretas

- circuito lógico de salida
- optoaislación
- (indicador de estado)
- circuito de conexión
- protección



Taller de Automatización: Cartilla de PLC

Entradas

analógicas

- protección
- filtro analógico
- multiplexado
- A/D
- optoaislación
- buffer

Salidas

analógicas

- buffer
- optoaislación
- A/D
- protección

❖ *tiempo de respuesta de entrada y salida*

❖ *entradas y salidas especiales*

- termocupla, RTD
- pulsos de alta velocidad

► Tipos de PLC

❖ *Por construcción*

- modular, integral

❖ *Por # de E/S*

- nano (<64 E/S) (Telemecanique @ LE)
- micro (64 E/S) (Simatic @ LE)
- pequeño (65 a 255 E/S) (Modicon @ LIDME)
- mediano (256 a 1023 E/S)
- grande (>1024 E/S)





**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

HOJA: 25 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

Módulos inteligentes en el PLC



Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”
Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas

HOJA: 26 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

❖ *Basic, C, ...*

- ❑ resolución de ecuaciones, estadística, lectores de códigos de barras, ingreso de datos manuales, impresión de informes

❖ *PID*

❖ *Posicionamiento*

- ❑ contadores de alta velocidad, salidas para motores, control numérico, robótica

❖ *Computadora integrada*

- ❑ DOS, UNIX, VMS

❖ *Comunicaciones*

- ❑ de propósito general (RS-232; RS-422)
 - ☞ baja velocidad, configuración maestro-esclavo, abierto
 - ☞ Ej: ModBus de Modicon
- ❑ peer to peer
 - ☞ mayor velocidad, distribuido al mismo nivel, propietario
 - ☞ Ej: ModBus Plus de Modicon, Data Highway II de Allen Bradley
- ❑ redes abiertas
 - ☞ PLC+PC+sensores+actuadores+... x protocolo abierto
 - ☞ etapa de desarrollo
 - ☞ Ej: MAP, ProfiBus, ISP



**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

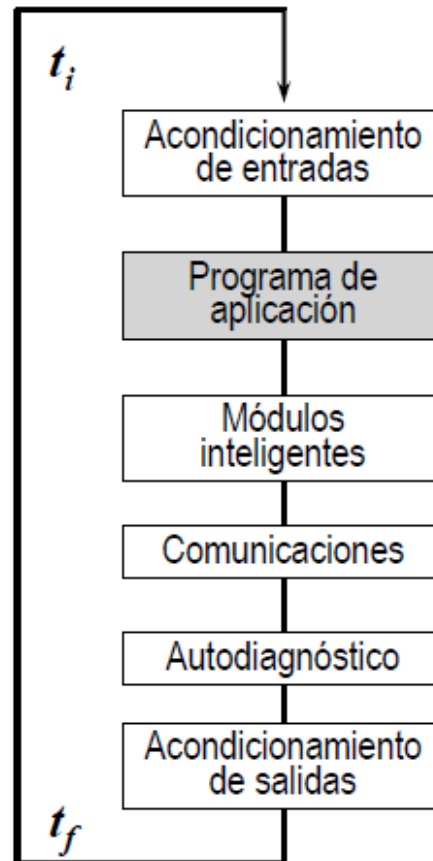
HOJA: 27 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

Programación del PLC



Tiempo de scan = $t_f - t_i$



➤ Lenguajes

- ❖ *escalera ("ladder")*
- ❖ *listado de instrucciones (mnemónicos)*
- ❖ *diagramas lógicos*
- ❖ *lenguajes de alto nivel (Grafcet, leng. de programación)*



Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 "Domingo Crespo"
Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas

HOJA: 29 DE:29

Taller de Automatización: Cartilla de PLC

- **Operaciones Básicas**
álgebra de Boole (AND, OR, NOT)
- **Operaciones Aritméticas**
+, -, *, /, ln, sqr(.), sin, ...
- **Comparadores**
>, <, =, !=, ...
- **Control de flujo de programa**
saltos condicionales, saltos incondicionales,
llamado de subrutinas, ...
- **Transferencia de datos**
dentro de un PLC o entre más de uno
- **Temporizadores y contadores**
 - ❖ temporizador de inicio demorado
 - ❖ temporizador de terminación demorada
 - ❖ temporizador activado por pulso.