

PLC LOS CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

Las fábricas automatizadas deben proporcionar en sus sistemas, alta confiabilidad, gran eficiencia y flexibilidad. Una de las bases principales de tales fábricas es un dispositivo electrónico llamado Controlador Lógico Programable (PLC). Este dispositivo fue inicialmente introducido en 1970 y fue evolucionando con nuevos componentes electrónicos, tales como Micro-procesadores de alta velocidad, agregándole funciones especiales para el control de procesos más complejos. Hoy los Controladores Programables

son diseñados usando lo último en diseño de Microprocesadores y circuitería electrónica lo cual proporciona una mayor confiabilidad en su operación en aplicaciones industriales donde existen peligros debido al medio ambiente, alta repetibilidad, altas temperaturas, ruido ambiente o eléctrico, suministro de potencia eléctrica no con-fiable, vibraciones mecánicas, etc.

el PIC es un circuito integrado programable, es decir que con él podemos hacer un circuito integrado a nuestra medida, mientras que un PLC es una máquina para controlar eventos o procesos en tiempo real, lo que significa que podemos utilizar a un PIC como base para construir un PLC, también denominado Autómata Programable

INTRODUCCIÓN

De una manera general podemos definir al controlador lógico programable como toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control. Su programación y manejo pueden ser realizados por personal con conocimientos eléctricos o electrónicos, sin previos conocimientos sobre informática. Los Controladores Lógicos Programables, (PLCs, rogramable Logic Controller) nacieron a finales de la década de los 60s y principios de los 70s. Las industrias que propiciaron este desarrollo fueron las automotrices. Ellas usaban sistemas industriales basadas en relevadores (relés), en sus sistemas de manufactura. Buscando reducir los costos de los sistemas de control, la General Motors preparó en 1968 ciertas especificaciones detallando un "Controlador Lógico Programable". Estas especificaciones definían un sistema de control por relevadores que podían ser asociados no solamente a la industria automotriz, sino prácticamente a cualquier industria de manufactura. Estas especificaciones interesaron a ciertas compañías tales como GE-Fanuc, Reliance Electric, MODI-CON, Digital Equipment Co., de tal forma que el resultado de su trabajo se convirtió en lo que hoy se conoce como Controlador Lógico Programable. Los PLCs surgen como equipos electrónicos sustitutos de los sistemas de control basados en relevadores, que se hacían más complejos lo que arrojaba ciertas dificultades en cuanto a la instalación de los mismos. Los altos costos de operación y mantenimiento y la poca flexibilidad y confiabilidad de los equipos como así también el costo excesivo, impulsaron el desarrollo de los nuevos autómatas. Los primeros PLCs se usaron solamente como reemplazo de relevadores, es decir, su capacidad se reducía exclusivamente al control On-Off (de dos posiciones) en máquinas y procesos industriales. De hecho todavía se siguen usando en muchos casos como tales. La gran diferencia con los controles por relevador fue su facilidad de instalación, ocupan menor espacio, costo reducido, y proporcionan autodiagnósticos sencillos.

En la década de los 70s con el avance de la electrónica, la tecnología de los microprocesadores agregó facilidad e inteligencia adicional a los PLCs generando un gran avance y permitiendo un notorio incremento en la capacidad de interfase con el operador, ampliación de datos, uso de términos de video, desarrollo de programas, etc. De a poco se fue mejorando la idea inicial de los PLCs convirtiéndose en lo que ahora son, Sistemas Electrónicos Versátiles y Flexibles. El Control Lógico Programable es ideal para ser operado en condiciones críticas industriales, ya que fue diseñado y concebido para su uso en el medio ambiente industrial. Los PLC ofrecen muchas ventajas sobre otros dispositivos de control tales como relés, temporizadores electrónicos, contadores y controles mecánicos como del tipo tambor.

Cuando se decidió implementar un sistema diferente para mejorar el desempeño industrial de una empresa, los ingenieros de la General Motors pensaron que dicho dispositivo debería reunir las siguientes

cualidades:

- El dispositivo de control debería ser fácil y rápidamente programable por el usuario con un mínimo de interrupción.
- Todos los componentes del sistema deberían ser capaces de operar en plantas industriales sin un especial equipo de soporte, de hardware o de ambiente.
- El sistema tenía que ser de fácil mantenimiento y reparación. Tenía que incluir indicadores de status para facilitar las reparaciones y la búsqueda de errores.
- El sistema tenía que ser pequeño y debía consumir menor potencia que los sistemas de control por relevadores.
- Tenía que ser capaz de comunicarse con un sistema central de datos para propósitos de monitoreo.
- Las señales de salida tenían que poder manejar arranques de motores y válvulas solenoides que operan con la tensión de red de C.A.
- Debía ser competitivo en costo de venta e instalación, respecto de los sistemas en base a relevadores.

Los PLC actuales no solamente cumplen estos requisitos si no que lo superan. El PLC actual es una computadora de propósito específico que proporciona una alternativa más flexible y funcional para los sistemas de control industriales. Es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales, temporización, conteo y aritméticas, para controlar a través de módulos de entrada/salida digitales y analógicas, varios tipos de máquinas o procesos. Una computadora digital que es usada para ejecutar las funciones de un controlador programable, se puede considerar bajo este rubro, se excluyen los controles secuenciales mecánicos.

Al PLC también se le puede definir como una "caja negra" en la que existen terminales de entrada a los que se conectarán pulsadores, finales de carrera, fotoceldas, detectores,

etc., terminales de salida a los que se le conectarán bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas, etc., de tal forma que la actuación de esos últimos están en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado.

La tarea del usuario se reduce a realizar el "programa" que no es más que la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida. De esta manera, los PLC deben incluir algún tipo de dispositivo lógico programable.

¿QUÉ ES LA LÓGICA PROGRAMABLE?

La lógica programable, es una familia de componentes que contienen conjuntos de elementos lógicos (AND, OR, NOT, LATCH, FLIP-FLOP, etc.) que pueden configurarse para que cumplan cualquier función lógica que el usuario desee y que el componente soporte. Podríamos decir que los DLP son la antesala de los PLC (controladores lógicos programables.)

Estructura básica de un PLD (DLP)

Un dispositivo programable por el usuario es aquel que contiene una arquitectura general predefinida en la que el usuario puede programar el diseño final del dispositivo empleando un conjunto de herramientas de desarrollo. Las arquitecturas generales pueden variar pero normalmente consisten en una o más matrices de puertas AND y OR para implementar funciones lógicas.

Muchos dispositivos también contienen combinaciones de flip-flops y latches que pueden usarse como elementos de almacenaje para entrada y salida de un dispositivo. Los dispositivos complejos contienen macrocélulas. Las macrocélulas permiten al usuario configurar el tipo de entradas y salidas necesarias en el diseño. Hay varias clases de dispositivos lógicos programables: ASICs, FPGAs, PLAs, PROMs, ALs, GALs, etc. Veamos brevemente cada uno de ellos:

Circuitos Integrados

Específicos, ASIC

Los ASIC (Circuitos Integrados de Aplicación Específica) son dispositivos definibles por el usuario.

A diferencia de otros dispositivos, pueden contener funciones analógicas, digitales, y combinaciones de ambas. En general, son programables mediante máscara y no programables por el usuario. Esto significa que los fabricantes configurarán el dispositivo según las especificaciones del usuario. Se usan para combinar una gran cantidad de funciones lógicas en un dispositivo. Sin embargo, estos dispositivos tienen un costo inicial alto, por lo tanto se usan principalmente cuando es necesario una gran cantidad.

Memorias PROM

Las PROM son memorias programables de sólo lectura. Aunque el nombre no implica la lógica programable, las PROM, son de hecho lógicas. La arquitectura de la mayoría de las PROM consiste generalmente en compuertas AND que alimentan una matriz programable OR. Se usan principalmente para decodificar señales de entrada con el objeto de obtener distintas combinaciones de salida.

Dispositivos Programables de matriz, PAL

La arquitectura interna de estos componentes consiste en un conjunto de compuertas AND programables que alimentan a otras OR fijas. Todas las entradas a la matriz pueden ser combinadas mediante dispositivos AND entre sí, pero los términos AND específicos se conectan a términos OR específicos.

Las PAL tienen una arquitectura muy popular y son probablemente el tipo de dispositivo programable por usuario más empleado. Si un dispositivo contiene macrocélulas, comúnmente tendrá una arquitectura PAL. Las macrocélulas típicas pueden programarse como entradas, salidas, o entrada/salida (e/s) usando una habilitación de tres estados. Tienen registros de salida que pueden usarse o no conjuntamente con el pin de entrada/salida asociado. Otras combinaciones tienen más de un registro, varios tipos

de realimentación en las matrices, y ocasionalmente realimentación entre macrocélulas.

Matriz Lógica Genérica GAL

Las GAL son dispositivos de matriz lógica genérica. Están diseñados para emular muchas PAL pensadas para el uso de macrocélulas. Si un usuario tiene un diseño que se implementa usando varias PAL comunes, puede configurar varias de las mismas GAL para emular cada uno de los otros dispositivos. Esto reducirá el número de dispositivos diferentes en existencia. Estos dispositivos son eléctricamente borrables.

Matrices Lógicas Programables, PLA

Las PLA son matrices lógicas programables. Estos dispositivos contienen compuertas AND y OR programables lo que permite a cualquier término AND alimentar cualquier término OR. Las PLA probablemente tienen la mayor flexibilidad frente a otros dispositivos con respecto a la lógica funcional. Normalmente poseen realimentación desde la matriz OR hacia la matriz AND que puede usarse para

implementar máquinas de estado asíncronas. La mayoría de las máquinas de estado, sin embargo, se implementan como máquinas síncronas. Con esta perspectiva, los fabricantes crearon un tipo de PLA denominado Secuencial que posee registros de realimentación desde la salida de la matriz OR hacia la matriz AND.

Dispositivos Lógicos Programables Complejos

Los PLDs complejos son lo que el nombre implica, Dispositivos Complejos de Lógica Programable. Se consideran PAL muy grandes que tienen algunas características de las PLA. La arquitectura básica es muy parecida a la PAL con la capacidad para aumentar la cantidad de compuertas AND para cualquier compuerta OR fija. Esto se puede realizar quitando compuertas AND adyacentes o empleando compuertas AND desde una matriz. Esto permite que cualquier diseño pueda ser implementado dentro de estos dispositivos.

Matrices de Compuertas Programables, FPGA

Las FPGA son Campos de Matrices de Puertas Programables. Se trata de matrices de compuertas eléctricamente programables que contienen múltiples niveles de lógica. Se caracterizan por altas densidades de compuerta, alto rendimiento, un número grande de entradas y salidas definibles por el usuario, un esquema de interconexión flexible, y un entorno de diseño similar al de matriz de puertas. No están limitadas a la típica matriz AND-OR. Sin embargo, contienen una matriz interna configurable de relojes lógicos (CLBs) y un anillo de circunvalación de bloques de e/s (IOBs). Cada CLB contiene lógica programable combinacional y registros de almacenamiento. La sección de lógica combinacional es capaz de implementar cualquier función booleana de sus variables de entrada. Cada IOB puede programarse independientemente para ser una entrada, y salida con control tri-estate (de tres estados) o un pin bidireccional. También contiene flip-flops que pueden usarse como buffers de entrada y salida. Los recursos de interconexión son una red de líneas que corren horizontalmente y verticalmente las filas y columnas entre el CLBS. Los interruptores programables conectan las entradas y salidas de IOBS y CLBS a líneas cercanas. Las líneas largas recorren la longitud entera del dispositivo, estableciendo

intercambios para proporcionar una distribución de señales críticas con la mínima demora o distorsión.

Los diseñadores que usan FP-Gas pueden definir funciones lógicas en un circuito y revisar estas funciones como sea necesario. Así, las FPGAs pueden diseñarse y verificarse en unos días, a diferencia de las varias semanas necesarias para las matrices de puerta programables.

APLICACIÓN DE LOS PLC

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el aspecto de sus posibilidades reales. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones, etc. Aunque el PLC fue originalmente diseñado como un dispositivo de reemplazo de control industrial, hoy se los emplea en innumerables aplicaciones para que cumplan las necesidades de los usuarios. Los PLC están

diseñados modularmente y por lo tanto con posibilidades de poder expandirse para satisfacer las necesidades de la industria. Es importante que a la aplicación de un PLC se puede considerar los beneficios de las futuras expansiones.

¿QUÉ ES UN PLC?

Se entiende por controlador lógico programable (PLC) a toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Sin embargo, esta definición está quedando obsoleta, ya que han aparecido los micro-plc's, destinados a pequeñas necesidades y al alcance de cualquier persona. Tal como comentamos, un PLC suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

Espacio reducido.

Procesos de producción variables.

Procesos de producción secuenciales.

Instalaciones de procesos complejos.

Necesidades de chequeo de programación

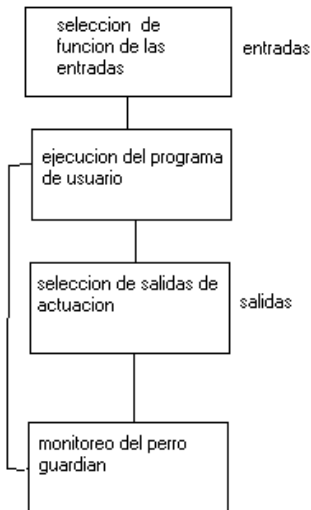
centralizada de las partes del proceso.

De esta manera, son ampliamente utilizados en el control de maniobras de máquinas, maniobra de instalaciones y en aplicaciones de señalización y control. No podemos dejar de lado los pequeños PLCs para uso más personal (que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de una cochera o las luces de la casa). Cabe aclarar que, si bien uno de los inconvenientes de utilizar estos dispositivos radica en la capacitación del personal que los va a utilizar, en la mayoría de las universidades de la especialidad, se enseña tanto el funcionamiento como su empleo por lo cual es un tema superado. En cuanto al costo tampoco hay problema, ya que hay PLCs para todas las necesidades y a precios bajos.

ESTRUCTURA DE UN PLC

Todos los PLCs comerciales poseen una estructura externa compacta en la que están todos los elementos (en un solo). Sin embargo, podemos decir que existen básicamente dos formas externas de presentación de los PLCs, una modular y la otra compacta. En cuanto a la estructura modular existen:

Estructura americana: separa las E/S del resto del autómata. Estructura europea: cada módulo es una función (fuente de alimentación, CPU, E/S, etc.).



Los micro-plcs suelen venir sin caja, en formato kit, ya que su empleo no es determinado y se suele incluir dentro de un conjunto más grande de control o dentro de la misma maquinaria que se debe controlar. En la figura se muestra el diagrama en bloques correspondiente a la estructura interna de un PLC típico, en él podemos ver lo siguiente:

En la parte inferior del diagrama podemos observar la comunicación del PLC con el exterior, así tenemos Registros de entrada y salida de datos y puertas de expansión. A ellas se conectan las secciones de entrada y de salida.

Sección de entradas: se trata de líneas de entrada, las cuales pueden

ser de tipo digital o analógico. En ambos casos se tienen rangos de

tensión característicos, los cuales se encuentran en las hojas de características dadas por el fabricante. A estas líneas conectaremos los sensores, y las líneas de transmisión.

Sección de salidas: son una serie de líneas, que también pueden ser

de carácter digital o analógico. A estas líneas conectaremos los actuadores.

Tanto las entradas como las salidas están aisladas de la CPU según el tipo de autómatas que utilizemos.

Normalmente se suelen emplear optoacopladores en las entradas y relés/optoacopladores en las salidas.

Un elemento importante es el microprocesador que forma parte del corazón de la CPU.

La 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 (parte superior del diagrama en bloques). Adicionalmente, en determinados modelos más avanzados, podemos disponer de funciones ya integradas en la CPU; como reguladores PID, control de posición, etc. Muchos equipos poseen una unidad de alimentación (algunas CPU la llevan incluida).

También se dispone de una unidad o consola de programación que nos permitirá introducir, modificar y supervisar el programa de usuario. Los dispositivos periféricos, como nuevas unidades de E/S, más memoria, unidades de comunicación en red, etc., y las interfases facilitan la comunicación del autómatas mediante enlace serie con otros dispositivos (como un PC).

La Memoria

Dentro de la CPU disponemos de un área de memoria, la cual posee varias secciones encargadas de distintas funciones. Así tenemos:

Memoria del programa de usuario:

aquí introduciremos el programa que el PLC va a ejecutar cíclicamente.

Memoria de la tabla de datos:

Es la zona encargada de atribuir las funciones específicas del programa. 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 de máquina que monitoriza el sistema (programa del sistema o firmware). Este programa es ejecutado directamente por el microprocesador/microcontrolador

que posea el PLC.

Memoria de almacenamiento:

Se trata de una 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 PLC divide su memoria de esta forma genérica, haciendo subdivisiones específicas según el modelo y fabricante.

CPU

La Unidad de proceso Central (CPU) es el corazón del PLC. 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 exceda un determinado tiempo máximo (tiempo de ciclo máximo). A esta función se la suele denominar Watchdog (perro guardián). También se encarga de ejecutar el programa de usuario, crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas. Otra función es la de 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. Por último, también se encarga de realizar el chequeo del sistema.

Para ello el PLC posee un ciclo de trabajo, que ejecutará de forma continua el diagrama de flujo mostrado en la figura anterior.

Unidades de E/S

Generalmente se dispone de dos tipos de E/S:

- Digital.

– Analógica.

Las E/S digitales 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 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.

Interfaces

Todo PLC, salvo casos excepcionales, posee la virtud de poder comunicarse con otros dispositivos (como un PC). Lo normal es que posea una interfase serie del tipo RS-232 / RS-422. A través de esta línea se pueden manejar todas las características internas del controlador, incluida la programación del mismo, y suele emplearse para monitorización del proceso en otro lugar separado.

Unidades de Programación

La programación del PLC puede ser hecha por una unidad de programación que suele ser en forma de calculadora. Es la forma más simple de programar el equipo, y se suele reservar para pequeñas modificaciones del programa o la lectura de datos en el lugar de colocación del equipo.

También se puede usar una consola de programación. Es un terminal a modo de ordenador que proporciona una forma más cómoda de realizar el programa de usuario y observar parámetros internos del PLC. Desfasado actualmente. El modo más empleado para programar un PLC es mediante una computadora tipo PC. Permite programar desde un ordenador personal estándar, con todo lo que ello supone: herramientas más potentes, posibilidad de almacenamiento en soporte magnético, impresión, transferencia de datos, monitorización mediante software SCADA, etc.

Para cada caso el fabricante proporciona lo necesario, bien el equipo o el software/cables adecuados.

Cada equipo, dependiendo del modelo y fabricante, puede poseer una conexión a uno o varios de los elementos anteriores. En el caso de los micro-plc se escoge la programación por PC o por unidad de programación integrada en la propia CPU.

Dispositivos Periféricos

El PLC, en la mayoría de los casos, puede ser ampliable. Las ampliaciones abarcan un gran abanico de posibilidades, que van desde las redes internas (LAN, etc.), módulos auxiliares de E/S, memoria adicional. hasta la conexión con otros autómatas del mismo modelo. Cada fabricante facilita las posibilidades de ampliación de sus modelos, los cuales pueden variar incluso entre modelos de la misma serie.