

9.- Controlador Lógico Programable – PLC

9.1.-Introducción

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venia haciendo de forma cableada por medio de contactores y relees. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los Controladores Lógicos Programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

El Controlador Lógico Programable (PLC) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un PLC no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra.

Los PLC 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 relees y contactores. Bedford Associates propuso algo denominado **Controlador Digital Modular** (MODICON, Modular Digital Controller) 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 (Schneider) 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 un estricto mantenimiento planificado. 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 microprocesadores convencionales cedieron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños PLC. Por cada modelo de microprocesador había un modelo de PLC basado en el mismo.

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 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 sea un maremagnum de sistemas físicos y protocolos incompatibles entre si. No obstante fue una gran década para los PLC.

En los 80 se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motors. 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 rele.

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 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 los ordenadores pueden proporcionar

Entre las principales ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos. debido a que no es necesario dibujar el esquema de contactos
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo PLC
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

Si el PLC queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Entre los inconvenientes podemos citar el Adiestramiento de técnicos y su costo. Al día de hoy estos inconvenientes se van haciendo cada vez menores, ya que todos los PLC comienzan a ser mas sencillos de programar, algunos se los programa con símbolos. En cuanto al costo tampoco hay problema, ya que hay Controladores Lógicos Programables para todas las necesidades y a precios ajustados.

Campos de aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía 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 en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los 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:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.

- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.
- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.
- Chequeo de Programas
- Señalización del estado de procesos

Tal y como dijimos anteriormente, esto se refiere a los Controlador Lógico Programable industriales, dejando de lado los pequeños PLC para uso más personal (que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de un cochera o las luces de la casa).

9.2.-Modo de Funcionamiento

Los Controladores Lógicos Programables son maquinas secuéciales que ejecutan correlativamente las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria, generando unas órdenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas de la planta (aplicación): al detectarse cambios en las señales, el autómeta reacciona según el programa hasta obtener las órdenes de salida necesarias. Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso.

La secuencia básica de operación del autómeta se puede dividir en tres fases principales:

Lectura de señales desde la interfaz de entradas.

Procesado del programa para obtención de las señales de control.

Escritura de señales en la interfaz de salidas.

A fin de optimizar el tiempo, la lectura y escritura de las señales se realiza a la vez para todas las entradas y salidas; Entonces, las entradas leídas de los módulos de entrada se guardan en una memoria temporal (Imagen entradas). A esta acude la CPU en la ejecución del programa, y según se va obteniendo las salidas, se guardan en otra memoria temporal (imagen de salida). Una vez ejecutado el programa completo, estas imágenes de salida se transfieren todas a la vez al módulo de salida.

Ciclo de funcionamiento

El funcionamiento del Controlador Lógico Programable es, salvo el proceso inicial que sigue a un Reset, de tipo secuencial y cíclico, es decir, las operaciones tienen lugar una tras otra, y se van repitiendo continuamente mientras el autómeta esté bajo tensión.

La figura 1 muestra esquemáticamente la secuencia de operaciones que ejecuta el autómeta, siendo las operaciones del ciclo de operación las que se repiten indefinidamente.

El ciclo de funcionamiento se divide en dos partes como se puede observar en el esquema de diagrama de la figura.1 llamados Proceso Inicial y Ciclo de Operación.

Proceso inicial

Como se muestra en la figura, antes de entrar en el ciclo de operación el autómeta realiza una serie de acciones comunes, que tratan fundamentalmente de inicializar los estados del mismo y chequear el hardware. Estas rutinas de chequeo, incluidas en el programa monitor ROM, comprueban:

- El bus de conexiones de las unidades de E/S.

- El nivel de la batería, si esta existe
- La conexión de las memorias internas del sistema
- El módulo de memoria exterior conectado, si existe.

Si se encontrara algún error en el chequeo, se activaría el LED de error y quedaría registrado el código del error.

Comprobadas las conexiones, se inicializan las variables internas:

- Se ponen a OFF las posiciones de memoria interna (excepto las mantenidas o protegidas contra perdidas de tensión)
- Se borran todas las posiciones de memoria imagen E/S.
- Se borran todos los contadores y temporizadores (excepto los mantenidos o protegidos contra perdidas de tensión).

Transcurrido el Proceso Inicial y si no han aparecido errores el autómeta entra en el *Ciclo de Operación*.

Ciclo de operación

Este ciclo puede considerarse dividido en tres bloques:

- Proceso Común
- Ejecución del programa
- Servicio a periféricos

Proceso común:

En este primer bloque se realizan los chequeos cíclicos de conexiones y de memoria de programa, protegiendo el sistema contra:

- Errores de hardware (conexiones E/S, ausencia de memoria de programa, etc).
- Errores de sintaxis (programa imposible de ejecutar).

El chequeo cíclico de conexiones comprueba los siguientes puntos:

- Niveles de tensión de alimentación
- Estado de la batería si existe.
- Buses de conexión con las interfaces

El chequeo de la memoria de programa comprueba la integridad de la misma y los posibles errores de sintaxis y gramática:

- Mantenimiento de los datos, comprobados en el "checksum".
- Existencia de la instrucción END de fin de programa
- Estructura de saltos y anidamiento de bloque correctas
- Códigos de instrucciones correctas

Ejecución del programa:

En este segundo bloque se consultan los estados de las entradas y de las salidas y se elaboran las órdenes de mando o de salida a partir de ellos.

El tiempo de ejecución de este bloque de operaciones es la suma del:

- Tiempo de acceso a interfaces de E/S.
- Tiempo de escrutación de programa

Y a su vez esto depende, respectivamente de:

- Número y ubicación de las interfaces de E/S.
- Longitud del programa y tipo de CPU que lo procesa

Servicio a periféricos

Este tercer y último bloque es únicamente atendido si hay pendiente algún intercambio con el exterior. En caso de haberlo, la CPU le dedica un tiempo limitado, de 1 a 2 ms, en atender el intercambio de datos. Si este tiempo no fuera suficiente, el servicio queda interrumpido hasta el siguiente ciclo.

Tiempo de ejecución y control en tiempo real

El tiempo total que el Controlador Lógico Programable emplea para realizar un ciclo de operación se llama tiempo de ejecución de *ciclo de operación* o más sencillamente tiempo de ciclo "Scan time".

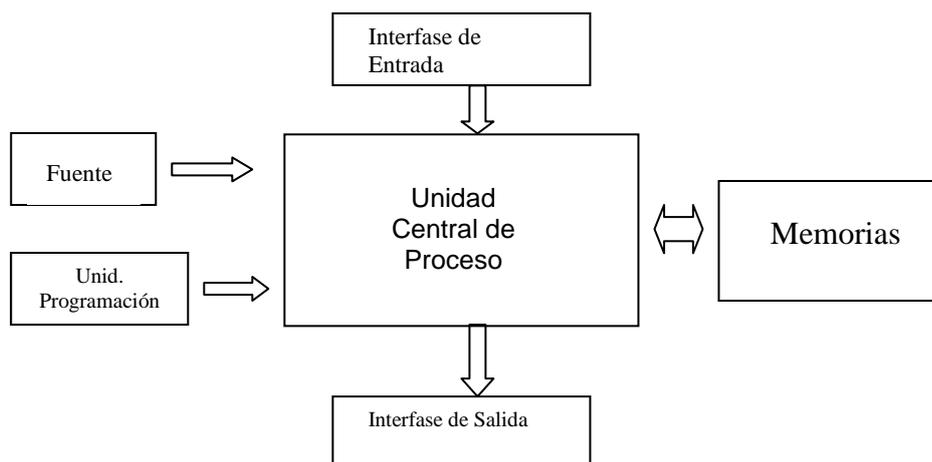
Dicho tiempo depende de:

- El número de E/S involucradas.
- La longitud del programa usuario
- El número y tipo de periféricos conectados al autómata.

Los tiempos totales de ciclos son entonces la suma de tiempos empleados en realizar las distintas operaciones del ciclo

- Autodiagnóstico (Proceso común)
- Actualización de E/S (Ejecución del programa)
- Ejecución de programa.(Ejecución del programa)
- Servicio a periféricos.(Servicio a periféricos)

9.3.- Estructura Externa



El término estructura externa o configuración externa de un Controlador Lógico programable industrial se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido.

Actualmente son tres las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- Estructura compacta
- Estructura semimodular. (Estructura Americana).

- Estructura modular. (Estructura Europea)

Estructura compacta

Este tipo de Controlador Lógico Programable se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc.

Son los PLC de gama baja o nanoautomatas los que suelen tener una estructura compacta. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando.

Estructura semimodular

Se caracteriza por separar las E/S del resto del Controlador Lógico Programable, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de E/S .

Son los Controlador Lógico Programable de gama media los que suelen tener una estructura semimodular (Americana).

Estructura modular

Su característica principal es la de que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el PLC como puede ser una fuente de alimentación, CPU, E/S, etc. La sujeción de los mismos se hace por riel DIN, placa perforada o sobre RACK, en donde van alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

Son los PLC de gama alta los que suelen tener una estructura modular, que permiten una gran flexibilidad en su constitución.

Unidad de Programación

Es el conjunto de medios, hardware y software mediante los cuales el programador introduce y depura sobre las secuencias de instrucciones (en uno u otro lenguaje) que constituyen el programa a ejecutar.

Esta puede estar constituida por un teclado pequeño adosable al controlador, donde cada tecla responderá a un elemento del circuito/programa a desarrollar.

Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema.

La alimentación a la CPU puede ser de continua a 24 Vcc, tensión muy frecuente en cuadros de distribución, o en alterna a 110 / 220 Vca. En cualquier caso es la propia CPU la que alimenta las interfaces conectadas a través del bus interno.

La alimentación a los circuitos E/S puede realizarse, según tipos, en alterna a 48/110/220 Vca o en continua a 12/24/48 Vcc.

La fuente de alimentación del Controlador Lógico Programable puede incorporar una batería de reserva, que se utiliza para el mantenimiento de algunas posiciones internas y del programa usuario en memoria RAM, o cuando falla la alimentación o se apaga el Controlador Lógico Programable.

Unidad Central de Proceso

La CPU (Central Processing Unit) es la parte inteligente del sistema. Interpreta las instrucciones del programa de usuario y consulta el estado de las entradas. Dependiendo de dichos estados y del programa, ordena la activación de las salidas deseadas.

La CPU está constituida por los siguientes elementos:

- Procesador

- Memoria monitor del sistema
- Circuitos auxiliares

Procesador

Está constituido por el microprocesador, el reloj (generador de onda cuadrada) y algún chip auxiliar.

El microprocesador es un circuito integrado (chip), que realiza una gran cantidad de operaciones, que podemos agrupar en:

- Operaciones de tipo lógico
- Operaciones de tipo aritmético.
- Operación de lectura y modificación de datos.
- Operaciones de entrada - salida
- Operaciones de control de la transferencia de la información dentro del autómata.

Para que el microprocesador pueda realizar todas estas operaciones está dotado de unos circuitos internos que son los siguientes:

- Circuitos de la unidad aritmética y lógica o ALU: Es la parte donde se realizan los cálculos y las decisiones lógicas para controlar el autómata.
- Circuitos de la unidad de control (UC) o Decodificador de instrucciones: Decodifica las instrucciones leídas en memoria y se generan las señales de control.
- Acumulador: Es la encargada de almacenar el resultado de la última operación realizada por el ALU.
- Flags: o indicadores de resultado, que pueden ser consultados por el programa.
- Contador de programa: Encargada de la lectura de las instrucciones de usuario.
- Bus (interno): No son circuitos en si, sino zonas conductoras en paralelo que transmiten datos, direcciones, instrucciones y señales de control entre las diferentes partes del Controlador Lógico Programable

Memoria monitor del sistema

Es una memoria de tipo ROM, Lectura y escritura en las interfaces de E/S. operativo del autómata contiene las siguientes rutinas, incluidas por el fabricante.

- Inicialización tras puesta en tensión o reset.
- Rutinas de test y de respuesta a error de funcionamiento.
- Intercambio de información con unidades exteriores.
- Lectura y escritura en las interfaces de E/S.
- Funciones básicas de la CPU

En la memoria ROM del sistema, el fabricante ha grabado una serie de programas ejecutivos, software del sistema y es a estos programas a los que accederá el procesador para realizar las funciones.

El software del sistema de cualquier Controlador Lógico Programable consta de una serie de funciones básicas que realiza en determinados tiempos de cada ciclo.

En general cada Controlador Lógico Programable contiene y realiza las siguientes funciones:

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario, que no exceda de un determinado tiempo máximo. A esta función se le denomina Watchdog.
- Ejecutar el Programa del 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 usuario.
- Cheque del sistema

9.4.- Memorias

La memoria es el almacén donde el Controlador Lógico Programable guarda todo cuanto necesita para ejecutar la tarea de control

- Datos Del proceso.
- Señales de planta, entradas y salidas.
- Variables internas, de bit y de palabra.
- Datos alfanuméricos y constantes.
- Datos de control:
- Instrucciones de usuario (programa)
- Configuración Controlador Lógico Programable (modo de funcionamiento, número de e/s conectadas, ...)

Existen varios tipos de memorias:

- RAM. Memoria de lectura y escritura.
- ROM. Memoria de solo lectura, no reprogramable.
- EPROM. Memoria de solo lectura, reprogramables con borrado por ultravioletas.
- EEPROM. Memoria de solo lectura, alterables por medios eléctricos.

La memoria RAM se utiliza principalmente como memoria interna, y únicamente como memoria de programa en el caso de que pueda asegurarse el mantenimiento de los datos con una batería exterior.

La memoria ROM se utiliza para almacenar el programa monitor del sistema como hemos visto en el apartado dedicado a la CPU.

Las memorias EPROM se utilizan para almacenar el programa de usuario, una vez que ha sido convenientemente depurada.

Las memorias EEPROM se emplean principalmente para almacenar programas, aunque en la actualidad es cada vez más frecuente el uso de combinaciones RAM + EEPROM (NOVRAM), utilizando estas últimas como memorias de seguridad que salvan el contenido de las RAM. Una vez reanudada la alimentación, el contenido de la EEPROM se vuelca sobre la RAM. Las soluciones de este tipo están sustituyendo a las clásicas RAM + batería puesto que presentan muchos menos problemas.

Memoria interna

En un Controlador Lógico Programable, la memoria interna es aquella que almacena el estado de las variables que maneja, entradas, salidas, contadores, relees internos, señales de estado, etc. Esta memoria interna se encuentra dividida en varias áreas, cada una de ellas con un cometido y características distintas.

La clasificación de la memoria interna no se realiza atendiendo a sus características de lectura y escritura, sino por el tipo de variables que almacena y el número de bits que ocupa la variable. Así, la memoria interna del Controlador Lógico Programable queda clasificada en las siguientes áreas.

Área de imágenes de entradas/salidas y Área interna (IR).

En esta área de memoria se encuentran:

- Los canales (registros) asociados a los terminales externos (entradas y salidas).
- Los relees internos (no correspondidos con el terminal externo), gestionados como relees de E/S.
- Los relees E/S no usados pueden usarse como IR.
- No retienen estado frente a la falta de alimentación o cambio de modo de operación.

Área especial (SR). Son relees de señalización de funciones particulares como:

- Servicio (siempre ON, OFF)
- Diagnósticos (señalización o anomalías)
- Temporizaciones (relojes a varias frecuencias)
- Calculo
- Comunicaciones.
- Accesible en forma de bit o de canal.
- No conservan su estado en caso de fallo de alimentación o cambio de modo.

Área auxiliar (AR).

- Contienen bits de control e información de recursos de PLC como: puertos periféricos, casetes de memoria. Se dividen en dos bloques: Señalización: Errores de configuración, datos del sistema. Memorización y gestión de datos
- Es un área de retención.
- Accesible en forma de bit o de canal.
- No conservan su estado en caso de fallo de alimentación o cambio de modo

Área de enlace (LR).

- Dedicados al intercambio de información entre PLC's.
- Si no se utilizan como LR pueden usarse como IR.
- Accesible en forma de bit o canal
- No conservan su estado en caso de fallo de alimentación o cambio de modo.

Área de retención (HR).

- Mantienen su estado ante fallos de alimentación o cambio de modo de PLC.
- Son gestionados como los IR y direccionables como bit o como canal.

Área de temporizadores y contadores (TIM/CNT).

- Es el área de memoria que simula el funcionamiento de estos dispositivos.
- Son usados por el PLC para programar retardos y cuentas.

Área de datos (DM).

- Se trata de memoria de 16 bits (palabra).
- Utilizable para gestión de valores numéricos.
- Mantiene su estado ante cambios de modos de trabajo o fallo de alimentación.
- Direccionables como Canal (palabra).
- Esta área suele contener los parámetros de configuración del PLC (setup).

Las variables contenidas en la memoria interna, pueden ser consultadas y modificadas continuamente por el programa, cualquier número de veces. Esta actualización continua de los datos obliga a construir la memoria con dispositivos RAM.

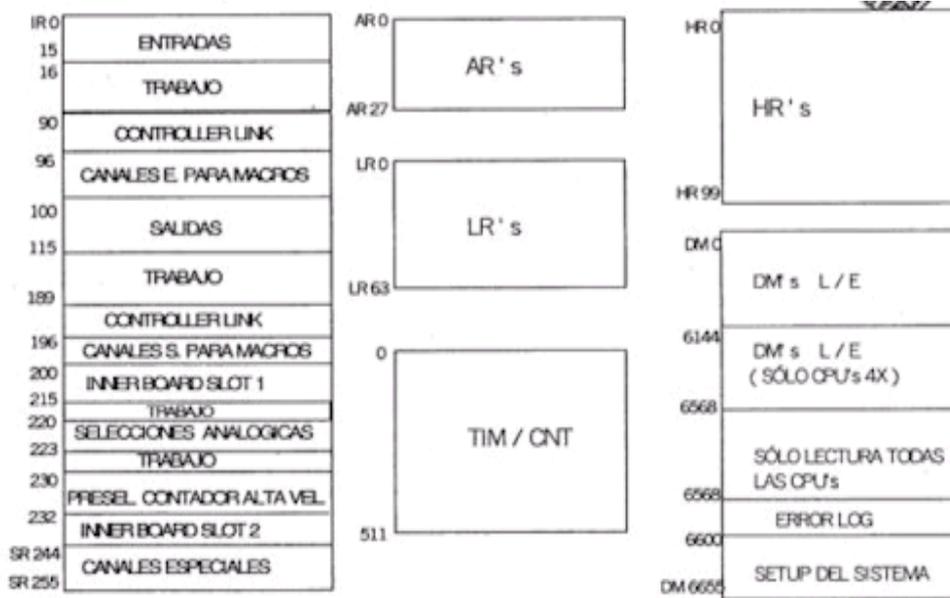
Memoria de programa

La memoria de programa, normalmente externa y enchufable a la CPU mediante casete de memoria, almacena el programa escrito por el usuario para su aplicación.

Cada instrucción del usuario ocupa un paso o dirección del programa.

Las memorias de programa o memorias de usuario son siempre de tipo permanente RAM + batería o EPROM / EEPROM. Por lo general la mayoría de los fabricantes de autómatas ofrecen la posibilidad de utilizar memorias RAM con batería para la fase de desarrollo y depuración de los programas, y de pasar estos a memorias no volátiles EPROM o EEPROM una vez finalizada esta fase.

La ejecución del programa en el módulo es siempre prioritaria, de forma que si se da tensión al autómata con un módulo conectado, la CPU ejecuta su programa y no el contenido en memoria RAM interna.



9.5.- Interfases

En el control de un proceso automatizado, es imprescindible un dialogo entre operador-máquina junto con una comunicación entre la máquina y el Controlador Lógico Programable, estas comunicaciones se establecerán por medio del conjunto de entradas y salidas del citado elemento.

Todas las señales provenientes del campo son informadas a la CPU, luego de ser tomadas por los captores de entradas, y a su vez, las órdenes generadas por la CPU son comunicadas a los elementos del proceso bajo control por medio de las interfases de salida.

Los Controlador Lógico Programable son capaces de manejar tensiones y corrientes de nivel industrial, gracias a que disponen un bloque de circuitos de interfaz de E/S muy potente, que les permite conectarse directamente con los sensores y accionamientos del proceso.

En los controladores más sencillos, las interfases de entrada se encargan de convertir la tensión o la corriente que reciben de los sensores, limites de carrera, pulsadores, llaves, etc., en niveles apropiados para la operación de la CPU. De la misma manera las interfases de salida permiten partiendo de las señales de baja tensión originadas en la CPU, comandar

contactores, solenoides de válvulas, arrancadores de motores, valiéndose de diacs, triacs, reles etc.

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

A medida que la complejidad de los PLC aumenta, es necesario contar con otro tipo de interfaces que puedan interpretar señales analógicas provenientes del proceso y emitir las como salidas.

Las señales analógicas son como controles de volúmenes, con un rango de valores entre 0 y el tope de escala. Esto es normalmente interpretado con valores enteros por el PLC, con varios rangos de precisión dependiendo del dispositivo o del número de bits disponibles para almacenar los datos. Presión, temperatura, flujo, y peso son normalmente representados por señales analógicas. Las señales analógicas pueden usar tensión o intensidad con una magnitud proporcional al valor de la señal que procesamos.

A medida que los requerimientos de control se hacen mas complicados, aparecen los sistemas inteligentes, periféricos cuentan con un microprocesador propio, que descargan en parte el trabajo de la CPU, para hacer mas rápida la ejecución del programa del usuario. Estas interfaces inteligentes pueden manipular datos, resolver ecuaciones aritméticas, comparaciones, conteos de alta velocidad.

De entre todos los tipos de interfaces que existen, las interfaces específicas permiten la conexión con elementos muy concretos del proceso de automatización. Se pueden distinguir entre ellas tres grupos bien diferenciados:

- Entradas / salidas especiales.
- Entradas / salidas inteligentes
- Procesadores periféricos inteligentes.

Las interfaces especiales del primer grupo se caracterizan por no influir en las variables de estado del proceso de automatización. Únicamente se encargan de adecuar las E/S, para que puedan ser inteligibles por la CPU, si son entradas, o para que puedan ser interpretadas correctamente por actuadores (motores, cilindros, etc.), en el caso de las salidas.

Las del segundo grupo admiten múltiples modos de configuración, por medio de unas combinaciones binarias situadas en la misma tarjeta. De esta forma se descarga de trabajo a la unidad central, con las ventajas que conlleva.

Los procesadores periféricos inteligentes, son módulos que incluyen su propio procesador, memorias y puntos auxiliares de entrada / salida. Estos procesadores contienen en origen un programa especializado en la ejecución de una tarea concreta, a la que le basta conocer los puntos de consigna y los parámetros de aplicación para ejecutar, de forma autónoma e independiente de la CPU principal, el programa de control.

Entradas - Salidas

La sección de entradas mediante el interfaz, adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores.

Hay dos tipos de entradas:

- Entradas digitales
- Entradas analógicas

La sección de salida también mediante interfaz trabaja de forma inversa a las entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, y las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores como lámparas, relees... aquí también existen unos interfaces de adaptación a las salidas de protección de circuitos internos.

Hay dos tipos de salidas:

- Salidas digitales
- Salidas analógicas

Entras y Salidas Discretas

Estas interfases tiene la simple función de informar a la CPU, de la presencia o ausencia de señal, tensión o corriente, en un circuito, apertura o cierre de un contacto, pulsador, limite de carera, etc. En el caso de las salidas estas conectan o desconectan al circuito de actuación de un solenoide, contactor, lámpara, etc.

Las interfases discretas abarcan un rango muy amplio de opciones de operación. Un contacto externo al controlador puede estar conectado a distintos voltajes, según la maquina o proceso lo mismo para otro tipo de captor.

Existen entonces interfases para corriente alterna, corriente continua y a su vez para distintos niveles y tipos de tensiones que van desde los cinco voltios hasta niveles industriales.

Las interfases de entrada-salida suelen estar construidas de forma de módulos que se alojan en bases de montaje, controladores modulares, o bien formando parte del controlador, compactos.

Tanto las entradas como las salidas pueden contener un borne común, para varias de ellas o bien estar dispuestas en forma individual aisladas entre si.

Los módulos de entrada digitales permiten conectar al Controlador Lógico Programable de tipo todo o nada como finales de carrera pulsadores, llaves, etc.

Los módulos de entrada digitales trabajan con señales de tensión, por ejemplo cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un "1" y cuando llegan cero voltios se interpreta como un "0"

El proceso de adquisición de la señal digital consta de varias etapas.

- Protección contra sobre tensiones
- Filtrado
- Puesta en forma de la onda
- Aislamiento galvánico o por opto acoplador.

Las entradas digitales pueden ser discretas o de palabras:

Entradas Discretas

Dentro de cada interfase de entrada discreta, existe un elemento rectificador y un acondicionador de señal que elimina los ruidos de líneas y rebates de contactos.

Luego un tercer elemento detecta el umbral de tensión de activación y finalmente a través de una optoaislación se conecta a la lógica de la CPU. Esta aislación es para asegurar el funcionamiento confiable del controlador.

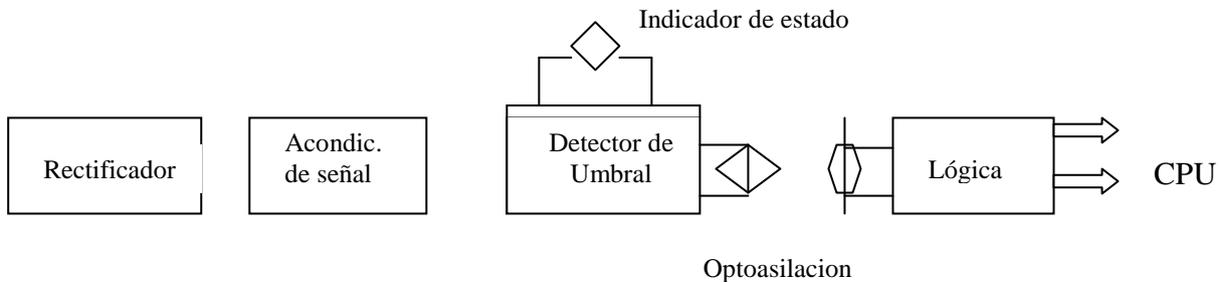
El último bloque de una entrada es el que comunica a la lógica del sistema un uno o un cero según el nivel de tensión de entrada. Esto es siempre complementado por un indicador de nivel del estado de entrada constituido generalmente por un LED.

El estado activado – desactivado de cada entrada se guarda en tablas de memorias, memorias imagen o registro de imagen, para que una vez por cada barrido del programa del usuario informen su estado a la CPU y luego se vuelven a actualizar.

Estas interfases tienen la simple función de informar a la CPU del estado de presencia o ausencia de tensión en un circuito (cierre o apertura de un Contactor, pulsador, etc.). Las interfases discretas abarcan un amplio rango de opciones, un contacto externo puede estar

conectado a distintos voltajes, según la máquina o el proceso. Existen interfases para corriente continua o alterna, y a su vez para distintos niveles de tensiones.

Las interfases están construidas de forma de módulos que se alojan en bases de montaje, estructura semimodular o modular, o formando parte del conjunto estructura compacta.



Salidas Discretas

Un módulo de salida digital permite al Consolador Lógico Programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores que admitan ordenes de tipo todo o nada.

El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relee interno del autómatas en el caso de módulos de salidas a relee.

En los módulos estáticos (bornero), los elementos que conmutan son los componentes electrónicos como transistores o triacs, y en los módulos electromecánicos son contactos de relees internos al módulo.

Los módulos de salidas estáticos al suministrar tensión, solo pueden actuar sobre elementos que trabajan todos a la misma tensión, en cambio los módulos de salida electromecánicos, al ser libres de tensión, pueden actuar sobre elementos que trabajen a tensiones distintas.

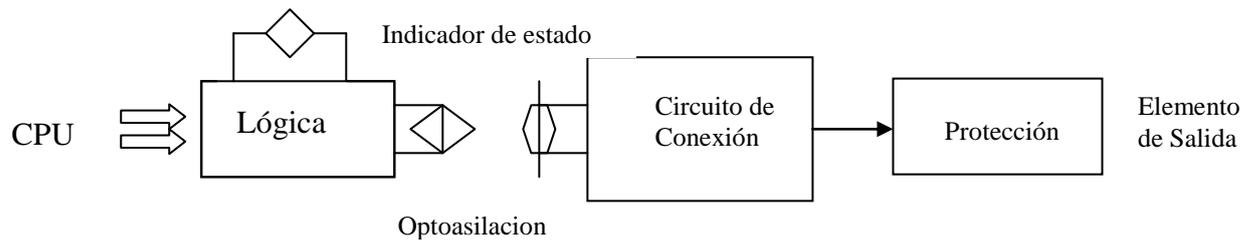
El proceso de envío de la señal digital consta de varias etapas:

- Puesta en forma
- Aislamiento
- Circuito de mando (relee interno)
- Protección electrónica
- Tratamiento cortocircuitos

Las interfases de salida discretas son similares, la señal de activación originada por la CPU, es pasada por una optoaislación, seguida por un circuito que se encarga de disparar el elemento final de salida, relees, triacs, bobina, transistor de potencia, etc., existe además un elemento de protección contra sobrecargas o cortocircuitos.

La detección del nivel de umbral de entrada causa una demora que varía según el fabricante y se estima en un valor promedio de 10 milisegundos, esta demora no es igual cuando se trata de conexión que de desconexión, siendo las salidas discretas que trabajan con corriente continua son mas veloces que las de corriente alterna.

También, como en las entradas, el estado activado – desactivado de cada salida se guarda en tablas de memorias imagen o en registros de imagen, para que una vez por cada barrido del programa del usuario informen su estado a la CPU y luego se vuelven a actualizar.



Entradas de Palabras

Las interfases de entradas de palabras permiten conectar elementos cuyas señales son palabras formadas por múltiples bits en paralelos, como por ejemplo llaves selectoras rotativas binarias.

Las palabras pueden estar formadas por cuatro u ocho canales de entrada, cada canal permite conectar varias llaves del tipo binario, este tipo de entrada cuenta con un borne para activarlas de forma multiplexada de uno en uno en forma secuencial.

Las entradas filtradas y luego en forma sincronizada se almacena en una memoria intermedia y permanecen allí hasta ser leídas, cuando la actualización de cada canal no es sincrónico con el barrido de la CPU, existe un sistema de protección para que el canal no se actualice en el momento en que esta leído.

Salidas de Palabras

Las salidas de este tipo activan grupos de 8 o 16 bits, que forman palabras binarias. Se usan para manejar elementos como display de siete segmentos y otros elementos del proceso capaz de capaz este tipo de señales.

Generalmente cuentan con una única bornera de 8/16 bornes y de una señal para sincronizar la lectura de varios canales por esa misma bornera. Las salidas son opto aisladas y poseen un sistema para evitar la actualización de los canales mientras se están siendo leídos

Entradas analógicas

Los módulos de entrada analógicas permiten que los Controlador Lógico Programable trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico como pueden ser la temperatura, la presión, el caudal, tensión o intensidad, etc.

Los módulos de entradas analógicas convierten una magnitud analógica en un número que se deposita en una variable interna del Controlador Lógico Programable. Lo que realiza es una conversión A/D, puesto que el autómata solo trabajar con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (numero de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

El proceso de adquisición de la señal analógica consta de varias etapas:

- Filtrado
- Conversión A/D
- Memoria interna

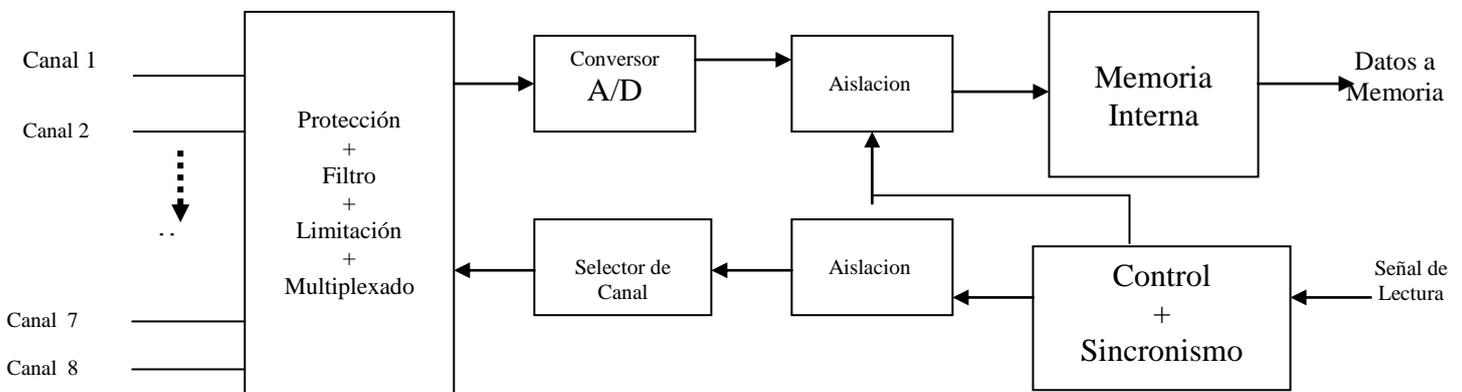
Un modulo clásico de entrada analógica puede tener, por ejemplo cuatro u ocho canale: entrada multiplexado. Poseen normalmente etapas en sus circuitos con frecuencias de filt

y limitación de señal. La etapa limitadora previene la llegada al conversor analógico/digital de señales de valor excesivo o de polaridad incorrecta, las señales pueden ser además opto aisladas tanto en la entrada como en el multiplexado.

Luego de pasar por las etapas de filtrado y limitación, la señal analógica es transmitida al conversor analógico digital desde donde la señal digital equivalente pasa por una memoria intermedia y luego a la memoria de estados de entrada y salidas del controlador, dentro de esta etapa también se encuentran circuitos de sincronismos para seleccionar el canal que debe ser leído en forma secuencial y transportar el valor hasta la memoria intermedia. También posee circuitos de inhibición para evitar la lectura por la CPU simultáneamente de valores en la memoria intermedia, de la misma manera que en los módulos de entrada.

El tiempo de lectura y actualización de los estados de entrada analógico esta determinado por el modulo en sí y es independiente del tiempo de barrido de la CPU. De otro modo, el tiempo no depende de cuantas veces lee la CPU en estado de la memoria intermedia, sino de la mayor o menor velocidad del ciclo del conversor analógico/digital.

Luego del proceso de lectura, los datos obtenidos se transfieren a posiciones de memoria, desde donde el programa escrito por el usuario toma los valores para realizar las operaciones.



Salidas analógicas

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o intensidad.

Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el Controlador Lógico Programable solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (numero de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, reguladores de temperatura... permitiendo al Controlador Lógico Programable realiza funciones de regulación y control de procesos continuos.

El proceso de envío de la señal analógica consta de varias etapas:

- Aislamiento galvánico
- Conversión D/A
- Circuitos de amplificación y adaptación
- Protección electrónica de la salida

Como hemos visto las señales analógicas sufren un gran proceso de adaptación tanto en los módulos de entrada como en los módulos de salida. Las funciones de conversión A/D y D/A

que realiza son esenciales. Por ello los módulos de E/S analógicos se les consideran módulos de E/S especiales.

Los tamaños de las palabras son de 10 bits o menores, esa longitud de palabra da una resolución de una parte en mil veinticuatro (1/1024) que corresponde aproximadamente 0,01 volt si se trabaja entre 0 y 10 volt.

Los módulos de este tipo pueden manejar entre cuatro u ocho salidas, tiene circuitos de aislación antes de entrar al conversor digital/analógico, control de sincronismo y control para evitar choques entre la lectura y escritura de cada una de las salidas de los canales.

9.6.- Módulos de Funciones Especiales

Todas las interfases o adaptadores descritos hasta ahora tienen la tarea de convertir señales de entrada en valores aceptables para la CPU, o convertir las señales entregadas por la CPU en valores convenientes para los actuadores.

Cuando los PLC deben controlar procesos o máquinas que requieren tareas más complejas, como por ejemplo, resolución de ecuaciones que requieren aritmética avanzada, emisión de informes en códigos ASCII, control de velocidades superiores al barrido del equipo, repuestas a señales que no pueden aceptar demoras, control de lazos PID, estas tipo de tareas pueden resultar limitaciones que estén dadas por la falta de capacidad de los controladores para atender en un tiempo razonable esas operaciones sin dejar de lado la resolución de la lógica de contacto.

Para ello se diseñaron módulos de entrada/salida con concepto de modulo inteligente de funciones especiales, estos tienen la capacidad propia para el procesamiento de datos y no influyen en el tiempo de barrido del contador, por contar con su propio microprocesador y un barrido asincrónico con respecto a la CPU, pero con la capacidad de tomar, modificar y escribir datos en la memoria.

Modulo de Entrada de Pulsos de Alta Velocidad

Permite conectar al sistema dispositivos que producen trenes de pulsos demasiado rápidos para que el barrido del controlador, pueda reaccionar o efectuar conteos, ejemplo, caudalímetro, turbinas, tacómetros, etc.

Este tipo de módulos tiene entradas/salidas, por las que ingresan las señales de frecuencias hasta 100 Khz., y las salidas pueden adoptar resultados de conexión/desconexión de acuerdo al programa que el usuario carga en la memoria del modulo.

El programa consiste fundamentalmente comparar entre los valores reales de conteo, con los que el usuario prefija, o pueden ser tomados de la memoria principal del PLC, cuando se alcanzan los valores prefijados, se activan las salidas del módulo y/o se actualizan los estados de la memoria del PLC.

Cuando se usa un caudalímetro que envía pulsos, el módulo puede efectuar conteos de acuerdo a una unidad de tiempo, pulsos/segundos.

Modulo de Control de Ejes

Este módulo tiene generalmente la función de controlar la posición punto a punto de servomotores en lazos cerrados, tienen la posibilidad de manejar el posicionamiento de varios ejes a la vez.

La tarea principal del módulo es el cómputo de velocidad y posición independientemente del barrido del PLC. Para ello el modulo, cuenta con su propia CPU y se programa con el lenguaje de alto nivel por medio de una PC o una terminal sin inteligencia.

Además estos módulos pueden almacenar distintos perfiles de funcionamiento en tablas que son consultadas desde el programa del usuario.

Este tipo de módulo cuenta con pórtricos de comunicación que pueden usarse para emitir reportes a una impresora o algún periférico en serie, centro de mecanización, maquinas-herramientas, robots de soldadura, etc...

Modulo de Entrada de Termocuplas

Proveen de alta precisión en las lecturas de termocuplas, usando resoluciones de hasta catorce bits, la señal que se le envía al PLC puede ser expresada en grados Celsius, grados Fahrenheit, o en milivolts.

La calibración del módulo, ajuste de cero y rango se realizan de manera similar a los métodos de calibración de transmisores, estos ajustes dan la posibilidad de lograr una alta resolución en bajas temperaturas manteniendo el rango al máximo.

El módulo permite la conexión de varias termocuplas, que constituyen canales de entrada que se interpretan secuencial mente mediante un barrido propio del modulo. El tiempo aproximado para ocho canales es de 40 milisegundos, los canales que no se usen pueden ser deshabilitados para aumentar la velocidad de barrido.

Modulo de Entrada de Termo resistencias

Mediante la lectura de un valor de resistencia y su posterior conversión, este modulo es capaz de enviar señales a la CPU del PLC en varios formatos, grados Celsius, grados Fahrenheit, Ohm o valor numérico. El módulo posee una inteligencia necesaria para convertir el valor de resistencia leído en formato útil para el usuario sin el empleo de tablas de conversiones.

Otra de las ventajas de este tipo de módulo son las compensaciones de la resistencia de cables y capacidad de detectar circuitos abiertos.

Modulo BASIC Programable

Cuando se necesitan cálculos complejos, estadística, etc. se puede utilizar este tipo de módulo, que no es mas que una pequeña computadora con su propia CPU, y memorias que acepta programas escritos en lenguaje BASIC. El módulo posee una comunicación directa con la CPU del PLC y otros pórtricos para poder conectar periféricos tales como terminales sin inteligencia, lectores de códigos de barra, impresoras, etc.

Con el uso del Basic se pueden hacer cálculos para resolver lazos de control PID, cuando el PLC no incluya como capacidad propia, el programa se almacena en RAM, soportadas por baterías pero con la posibilidad de transferir en forma automática, datos a memorias que permanezcan inalterables ante falta de energía.

Otra de las aplicaciones es la de mantener en la memoria del módulo, una cantidad de recetas de distintos productos a elaborar, las cuales se pueden descargar a pedido del operador en el momento adecuado, modificando las posiciones de memoria requeridas por el PLC

