

Estructura de los Automatas Programables

3.1. INTRODUCCION

Este capítulo está dedicado a conocer al Automata en su *parte física* o *hardware*, no sólo en su configuración externa, sino también y fundamentalmente la parte interna.

Creemos, y de ahí la inclusión de este capítulo, que un técnico que se precie de manejar los Automatas Programables no puede conformarse con realizar una buena programación y conseguir un montaje y puesta en funcionamiento perfecto, debe, sobre todo, dejar de verlo como una caja negra y conocerlo tal cual es, como un equipo electrónico complejo montado en tarjetas específicas que controlan áreas o bloques, realizando distintas funciones que unidas convenientemente dan como resultado el Automata.

Los que conozcan el hardware de los microordenadores personales observarán la similitud de estos circuitos con aquéllos, por lo que su comprensión les resultará más fácil.

3.2. ESTRUCTURA EXTERNA

El término estructura externa o configuración externa de un Automata Programable se refiere al *aspecto físico exterior del mismo*, bloques o elementos en que está dividido, etc. Desde su nacimiento y hasta nuestros días han sido varias las estructuras y configuraciones que han salido al mercado condicionadas no sólo por el fabricante del mismo, sino por la tendencia existente en el área al que perteneciese: europea o norteamericana. Actualmente, son dos las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- Estructura compacta.
- Estructura modular.

Las diferencias significativas entre ambas hacen que las analicemos por separado en los apartados siguientes.

3.2.1. Estructura compacta

Este tipo de Autómatas se distingue por presentar *en un solo bloque todos sus elementos*, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc. En cuanto a su unidad de programación, existen tres versiones: unidad fija o enchufable directamente en el Autómata; enchufable mediante cable y conector, o la posibilidad de ambas conexiones. Si la unidad de programación es sustituida por un PC, nos encontraremos que la posibilidad de conexión del mismo será mediante cable y conector. El montaje del Autómata al armario que ha de contenerlo se realiza por cualquiera de los sistemas conocidos: carril DIN, placa perforada, etc.

La Figura 3.1 nos ilustra sobre este tipo de estructura.

3.2.2. Estructura modular

Como su nombre indica, la estructura de este tipo de Autómatas se divide *en módulos o partes* del mismo que realizan funciones específicas. Aquí cabe hacer dos divisiones para distinguir entre las que denominaremos estructura americana y europea.

- a) *Estructura americana*. Se caracteriza por separar las E/S del resto del Autómata, 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 en los bloques o tarjetas necesarias.
- b) *Estructura europea*. Su característica principal es la de que existe un módulo para cada función: fuente de alimentación, CPU, entradas/salidas, etc. La unidad de programación se une mediante cable y conector. La sujeción de los mismos se hace bien sobre carril DIN o placa perforada, bien sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

La Figura 3.2 nos muestra este sistema.

3.3. ESTRUCTURA O ARQUITECTURA INTERNA

En este apartado vamos a estudiar la estructura interna del Autómata, o sea, las partes en que se ordena su conjunto físico o hardware y las funciones y funcionamiento de cada una de ellas.

Los Autómatas Programables se componen esencialmente de tres bloques, tal y como se representa en la Figura 3.3.

- La Sección de Entradas.
- La Unidad Central de Procesos o CPU.
- La Sección de salidas.

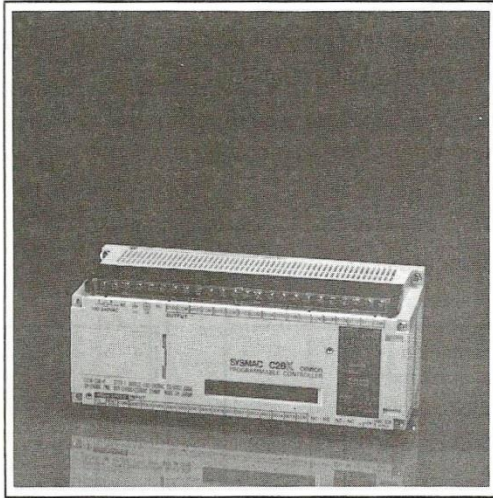


Figura 3.1. Automata Programable en estructura compacta Sysmac C28K. (Cortesía de Omron Electronics, S. A.)

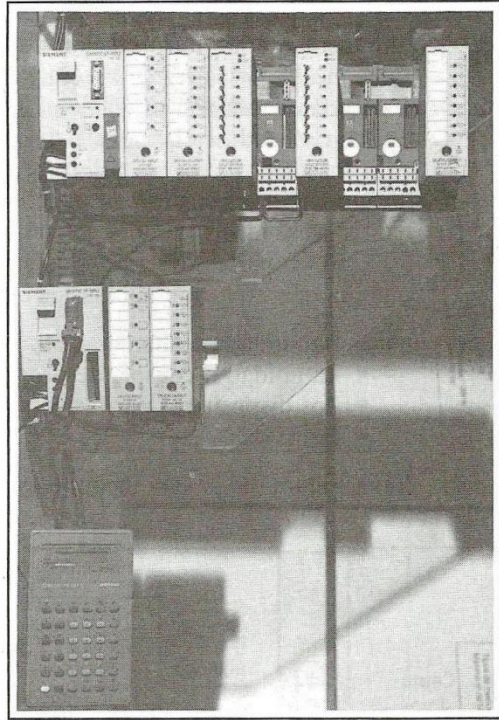


Figura 3.2. Automata Programable en estructura modular Simatic S5-100U. (Cortesía de Siemens, S. A.)

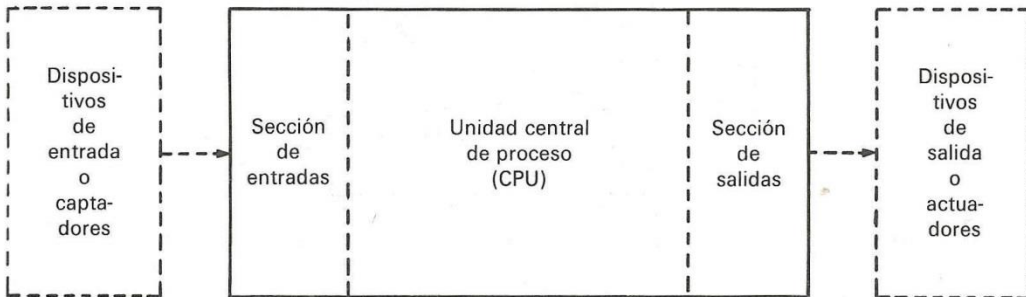


Figura 3.3. Automata Programable básico.

- a) **La sección de entradas**, mediante el interfaz, adapta y codifica de forma comprensible por la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores, esto es, pulsadores, finales de carrera, sensores, etc.; también tiene una misión de protección de los circuitos electrónicos internos del Automata, realizando una separación eléctrica entre éstos y los captadores.

- b) **La unidad central de proceso (CPU)** es, por decirlo así, la inteligencia del sistema, ya que mediante la interpretación de las instrucciones del programa de usuario y en función de los valores de las entradas, activa las salidas deseadas.
- c) **La sección de salidas**, mediante el interfaz, trabaja de forma inversa a la de entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores, como lámparas, relés, contactores, arrancadores, electroválvulas, etc., aquí también existen unos interfaces de adaptación a las salidas y de protección de circuitos internos.

Con las partes descritas podemos decir que tenemos un *Autómata*, pero para que sea operativo son necesarios otros elementos tales como:

- La unidad de alimentación.
- La unidad o consola de programación.
- Los dispositivos periféricos.
- Interfaces.

En la Figura 3.4 se han incluido estos elementos.

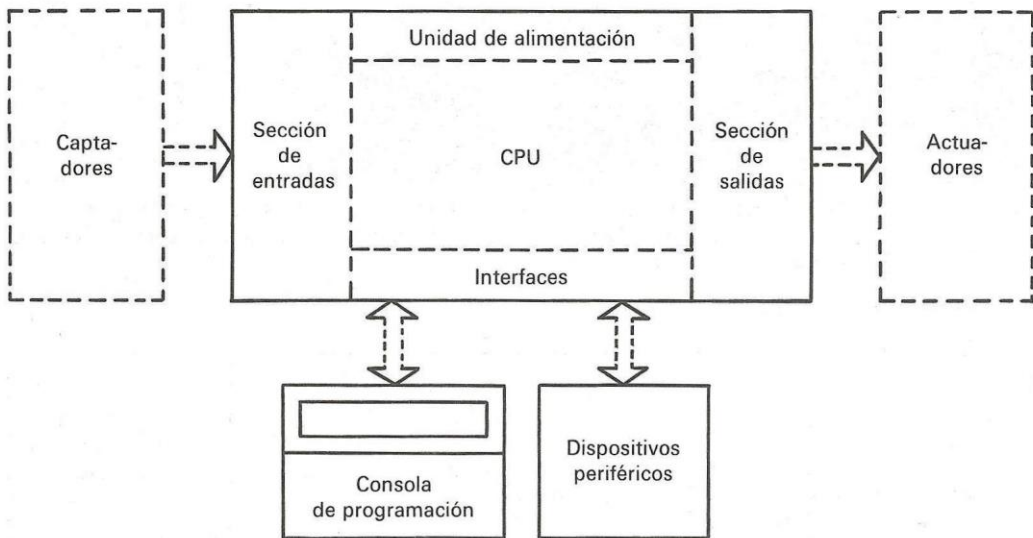


Figura 3.4. *Autómata Programable con sus periféricos y unidad de alimentación.*

- d) **La unidad de alimentación** o fuente de alimentación adapta la tensión de red de 220 V y 50 Hz a la de funcionamiento de los circuitos electrónicos internos del *Autómata*, así como a los dispositivos de entrada: 24 Vcc, por ejemplo.
- e) **La unidad de programación.** Hemos dicho que la CPU elabora las salidas en función de los estados de las entradas y de las instrucciones del programa de usuario, pero, ¿cómo accede el usuario al interior de la CPU para cargar en memoria su programa?, la respuesta es mediante la unidad de programación. En los *Autómatas* más sencillos es un teclado con un display similar a una calculadora que cuando se quie-

re cargar un programa en la CPU se acopla a ésta mediante un cable y un conector, o bien se enchufa directamente en la CPU.

- f) **Periféricos o equipos periféricos**, son aquellos elementos auxiliares, físicamente independientes del Automata, que se unen al mismo para realizar su función específica y que amplían su campo de aplicación o facilitan su uso. Como tales no intervienen directamente ni en la elaboración ni en la ejecución del programa.
- g) **Interfaces o interfases**, son aquellos circuitos o dispositivos electrónicos que permiten la conexión a la CPU de los elementos periféricos descritos.

Para una mejor comprensión del Automata, en la Figura 3.5 se han representado en bloques separados, pero interrelacionados entre sí cada una de las áreas que conforman el conjunto de la Figura 3.4; esta figura puede aclararnos algunas dudas principalmente sobre la interconexión de dichas áreas.

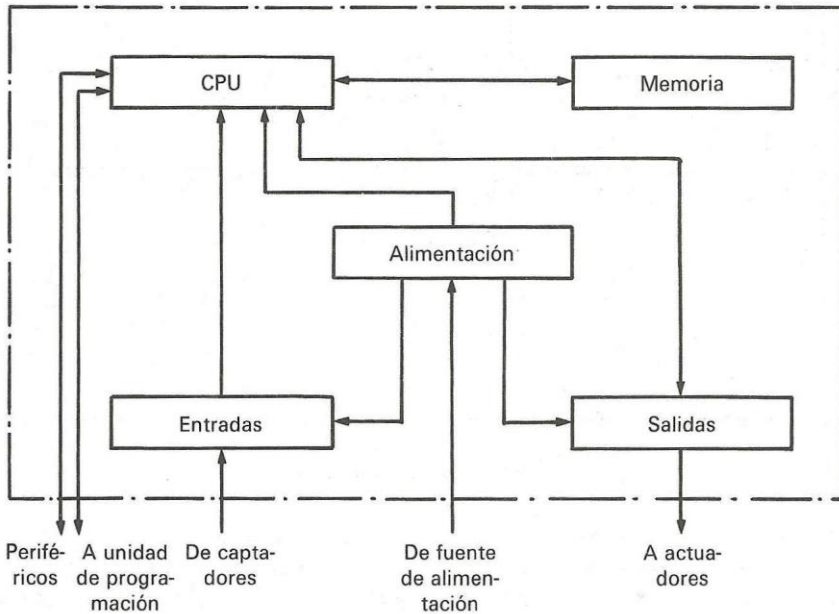
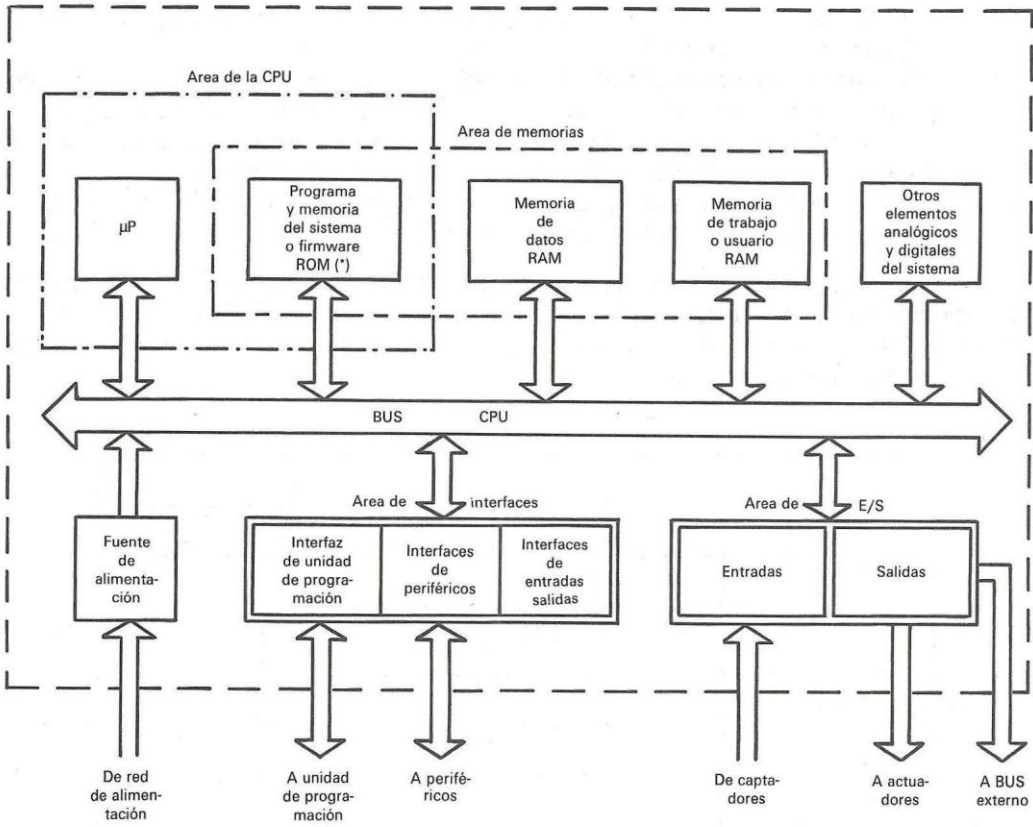


Figura 3.5. Esquema de bloques simplificado de un PLC.

La arquitectura de un Automata Programable de la gama baja o media queda representada por la Figura 3.6. Esta arquitectura es la básica de los Automatas existiendo poca variación de unos fabricantes a otros. Su representación nos permite entender en mayor profundidad los circuitos que lo componen.

Por último, y para poder apreciar de una forma globalizada el conjunto formado por un Automata Programable y su entorno se ha compuesto la Figura 3.7. Se han representado en la misma mediante la identificación (a), (b), (c) y (d) las distintas posibilidades de conexión de equipos de programación y sus posibilidades en cuanto a archivo de programas y lenguajes de programación.



(*) El programa se encuentra en ROM y la memoria en RAM. Algunos fabricantes utilizan una única EPROM.

Figura 3.6. Arquitectura de un PLC.

A continuación vamos a estudiar de una forma más detallada las partes del Autómata ya descritas y las funciones más importantes que realizan, lo que nos permitirá lograr el objetivo de conocer a un nivel aceptable este equipo. Conocimientos de Electrónica Digital y Microprocesadores serían de gran ayuda para entender en mayor medida el funcionamiento.

3.3.1. Memorias

Llamamos memoria a cualquier dispositivo que nos permita almacenar información en forma de bits (ceros y unos). En nuestro caso nos referiremos a las memorias que utilizan como soporte elementos semiconductores.

■ Tipos de memorias

No todas las memorias son iguales; se distinguen dos tipos fundamentales de memorias fabricadas con semiconductores:

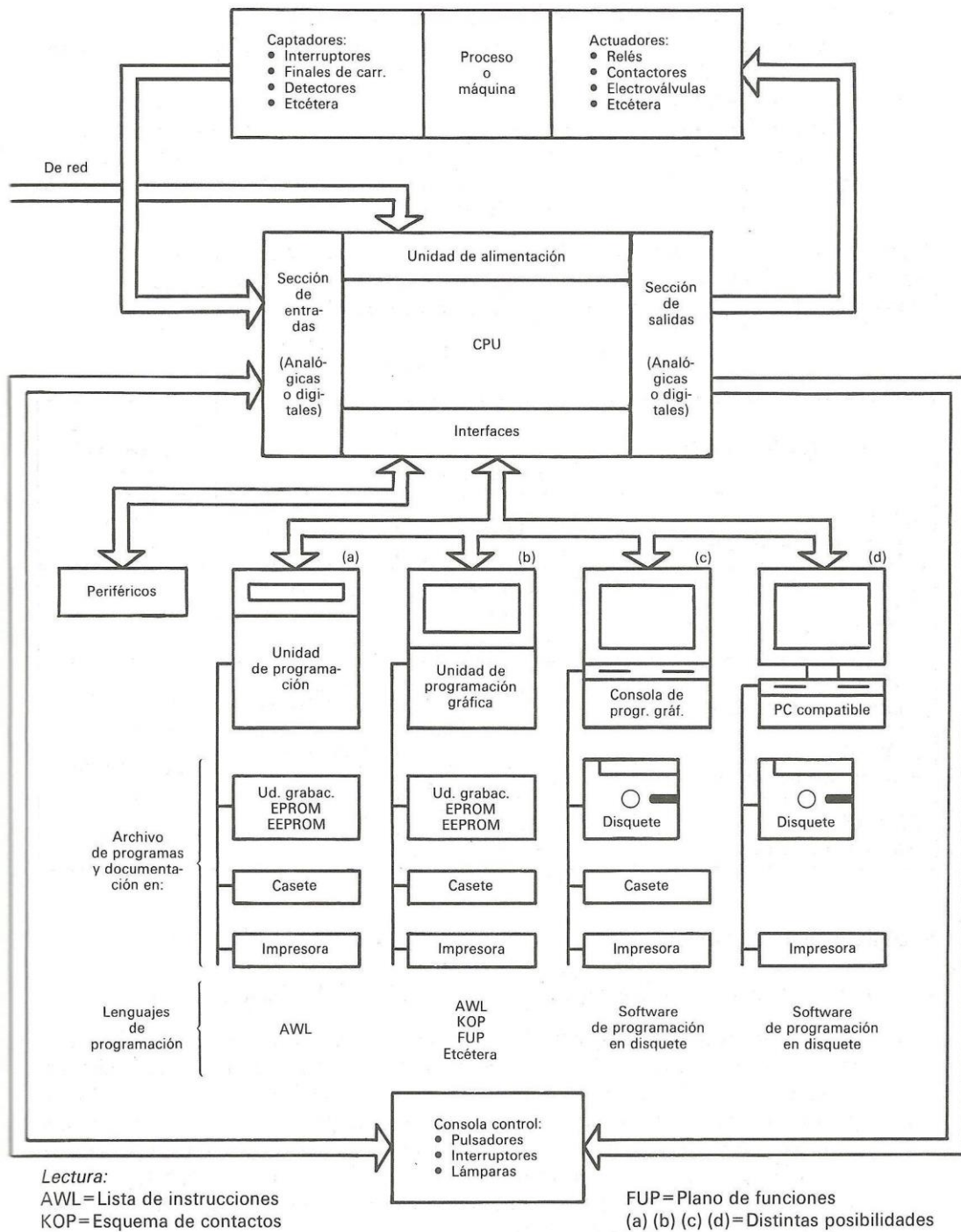


Figura 3.7. Estructura completa de un Autómata y su entorno.

- a) *Memoria RAM (Random Access Memory)*, memoria de acceso aleatorio o memoria de lectura-escritura. En este tipo de memorias se pueden realizar los procesos de lectura y escritura por procedimiento eléctrico, pero su información desaparece al faltarle la corriente.
- b) *Memoria ROM (Read Only Memory)*, o memoria de sólo lectura. En estas memorias se puede leer su contenido, pero no se puede escribir en ellas; los datos e instrucciones los graba el fabricante y el usuario no puede alterar su contenido. Aquí la información se mantiene ante la falta de corriente.

Pero éstas no son todas las memorias disponibles, pues como se observa en el Cuadro 3.1 existen otros tipos en las que los sistemas de programarlas, su borrado y su volatilidad o permanencia de la información marcan sus diferencias.

Cuadro 3.1. Tipos de memorias semiconductoras

Tipo de memoria	Sistema de programación	Sistema de borrado	Ante el corte de tensión la memoria
RAM o memoria de lectura-escritura	Eléctrica	Eléctrico	Se pierde, es volátil
ROM o memoria de sólo lectura	Durante su proceso de fabricación	Es imposible su borrado	Se mantiene
PROM o memoria programable	Eléctrica	Es imposible su borrado	Se mantiene
EPROM o memoria modificable	Eléctrica	Por rayos UV	Se mantiene
EEPROM o memoria modificable	Eléctrica	Eléctrico	Se mantiene

■ **Utilización de las memorias**

Dependiendo de la función asignada, así se utilizará un tipo de memoria u otra.

- a) *Memoria de usuario.* El programa de usuario normalmente se graba en memoria RAM, ya que no sólo ha de ser leído por el microprocesador, sino que ha de poder ser variado cuando el usuario lo desee, utilizando la unidad de programación. En algunos Autómatas, la memoria RAM se auxilia de una *memoria sombra del tipo EPROM*. La desconexión de la alimentación o un fallo de la misma borraría esta memoria, ya que al ser la RAM una memoria volátil necesita estar constantemente alimentada y es por ello que los Autómatas que la utilizan llevan incorporada una batería tampón que impide su borrado.
- b) *Memoria de la tabla de datos.* La memoria de este área también es del tipo RAM, y

- en ella se encuentra, por un lado, la imagen de los estados de las entradas y salidas y, por otro, los datos numéricos y variables internas, como contadores, temporizadores, marcas, etc.
- c) *Memoria y programa del sistema.* Esta memoria, que junto con el procesador componen la CPU, se encuentra dividida en dos áreas: la llamada *memoria del sistema*, que utiliza memoria RAM, y la que corresponde al *programa del sistema* o firmware, que lógicamente es un programa fijo grabado por el fabricante y, por tanto, el tipo de memoria utilizado es ROM. En algunos Automatas se utiliza únicamente la EPROM, de tal forma que se puede modificar el programa memoria del sistema previo borrado del anterior con UV.
 - d) *Memorias EPROM y EEPROM.* Independientemente de otras aplicaciones, algunas ya mencionadas en los párrafos anteriores, este tipo de memorias tiene gran aplicación como *memorias copia* para grabación y archivo de programas de usuario.

En la Figura 3.8 quedan representadas todas las memorias presentes en un Automata Programable, con indicación de las funciones asignadas a cada una de ellas.

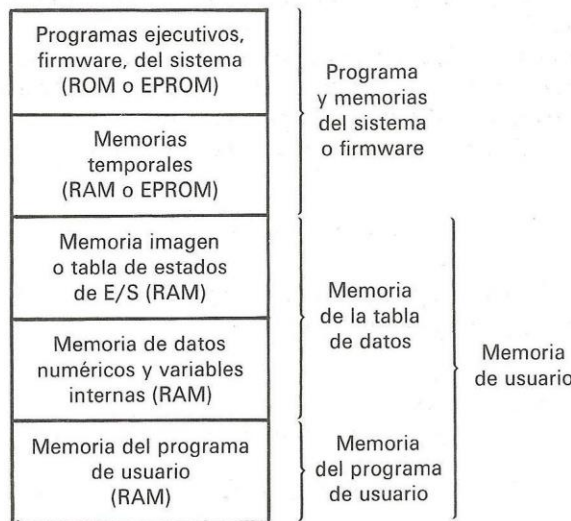


Figura 3.8. Memorias de un Automata Programable.

■ Estructuración de las memorias

Los chips de memoria suelen estar organizados en *octetos* y, a su vez, éstos en *palabras*; cada palabra es normalmente de 16 bits, esto es, 2 bytes, es decir, cada posición de memoria suele contener 16 bits de información, o lo que es lo mismo, dos bytes (Fig. 3.9).

Cada palabra o registro define una instrucción o dato numérico o un grupo de estados de E/S. La cantidad de palabras de que dispone una memoria se expresa en K, y un K representa 1 024 bytes.

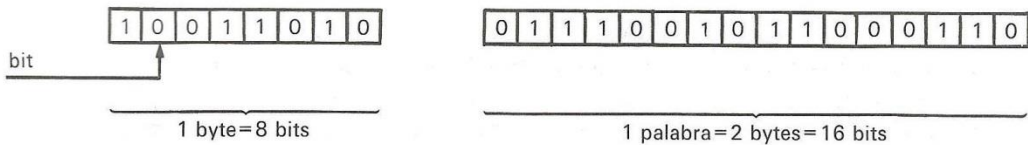


Figura 3.9. Representación de byte y palabra.

3.3.2. Unidad central de proceso, CPU

La CPU (*Central Processing Unit*) está constituida por los elementos siguientes: procesador, memoria y circuitos auxiliares asociados.

■ Procesador

Está constituido por el microprocesador, μP , el generador de impulsos de onda cuadrada o reloj y algún chip auxiliar.

El procesador se monta sobre una placa de circuito impreso, en ella y junto al chip μP se sitúan todos aquellos circuitos integrados que lo componen, principalmente memorias ROM del sistema o firmware. En algunos tipos de Autómatas aquí se sitúan también los chips de comunicación con periféricos o de interconexión con el sistema de entradas/salidas.

Microprocesador

Es un circuito integrado (chip) a gran escala de integración (LSI) que realiza una gran cantidad de operaciones, que podemos agrupar en:

- Operaciones de tipo lógico.
- Operaciones de tipo aritmético.
- Operaciones de control de la transferencia de la información dentro del Autómata.

Los circuitos internos del μP son de tres tipos:

- a) *Circuitos de la unidad aritmética y lógica o ALU.* Es la parte del μP donde se realizan los cálculos y las decisiones lógicas para controlar el Autómata.
- b) *Circuitos de la unidad de control o UC.* Organiza todas las tareas del μP . Así, por ejemplo, cuando una instrucción del programa codificada en código máquina (ceros y unos) llega al μP , la UC sabe, mediante una pequeña memoria ROM que incluye, qué secuencia de señales tiene que emitir para que se ejecute la instrucción.
- c) *Registros.* Los registros del μP son memorias en las que se almacenan temporalmente datos, instrucciones o direcciones mientras necesitan ser utilizados por el μP . Los registros más importantes de un μP son los de instrucciones, datos, direcciones, acumulador, contador de programa, de trabajo y el de bandera o de estado.
- d) *Buses.* No son circuitos en sí, sino zonas conductoras en paralelo que transmiten datos, direcciones, instrucciones, y señales de control entre las diferentes partes del μP .

Se puede hacer una diferencia entre buses internos y externos. Los primeros unen entre sí las diferentes partes del μP , mientras que los segundos son pistas de circuito impreso que unen chips independientes. Los buses internos y externos son continuación unos de los otros.

La CPU se pondrá en comunicación con la tarjeta cuya dirección coincida con la combinación del bus.

■ Funciones de la CPU

En la memoria ROM del sistema, el fabricante ha grabado una serie de *programas ejecutivos fijos*, firmware o software del sistema y es a estos programas a los que accederá el μP para realizar las funciones ejecutivas que correspondan en función del tiempo en que trabaje.

El software de sistema de cualquier Automata consta de una serie de funciones básicas que realiza en determinados tiempos de cada ciclo: en el inicio o conexión, durante el ciclo o ejecución del programa y a la desconexión.

Este software o programa del sistema es ligeramente variable para cada Automata, pero, en general, contiene las siguientes funciones:

- Supervisión y control de tiempo de ciclo (*watchdog*), tabla de datos, alimentación, batería, etc.
- Autotest en la conexión y durante la ejecución del programa.
- Inicio del ciclo de exploración de programa y de la configuración del conjunto.
- Generación del ciclo base de tiempo.
- Comunicación con periféricos y unidad de programación.
- Etcétera.

Hasta que el programa del sistema no ha ejecutado todas las acciones necesarias que le corresponden, no se inicia el ciclo de programa de usuario.

■ CPU sin μP

No todos los Automatas Programables utilizan el μP como elemento base de la CPU, algunos fabricantes emplean como tal los *dispositivos lógicos programables (DLP)*, o red de puertas lógicas (*gate array*), también llamados circuitos integrados de aplicación específica, en inglés, *application specific integrated circuits*, ASIC. El ASIC utilizado, por ejemplo, en los SEPTEC serie 90 de Sprecher+Shuh contiene 15 000 puertas lógicas.

■ Ciclo básico de trabajo de la CPU

El ciclo básico de trabajo en la elaboración del programa por parte de la CPU es el siguiente:

Antes de iniciar el ciclo de ejecución, el procesador, a través del bus de datos, consulta el estado 0 ó 1 de la señal de cada una de las entradas y las almacena en los registros de la memoria de entradas, esto es, en la zona de entradas de la memoria de la tabla de datos.

Esta situación se mantiene durante todo el ciclo del programa. A continuación, el procesador accede y elabora las sucesivas instrucciones del programa, realizando las concatenaciones correspondientes de los operandos de estas instrucciones. Seguidamente asigna el estado de señal a los registros de las salidas de acuerdo a la concatenación anterior, indicando si dicha salida ha o no de activarse, situándola en la zona de salida de la tabla de datos.

Al final del ciclo, una vez concluida la elaboración del programa, asigna los estados de las señales de entrada a los terminales de entrada y los de salida a las salidas, ejecutando el estado 0 ó 1 en estas últimas. Esta asignación se mantiene hasta el final del siguiente ciclo, en el que se actualizan las mismas.

Dada la velocidad con que se realiza cada ciclo, del orden de 5 a 10 ms/1 K instrucciones, se puede decir que las salidas se ejecutan en función de las variables de entrada prácticamente en tiempo real.

La Figura 3.10 representa el ciclo básico de trabajo de un *Autómata Programable*.

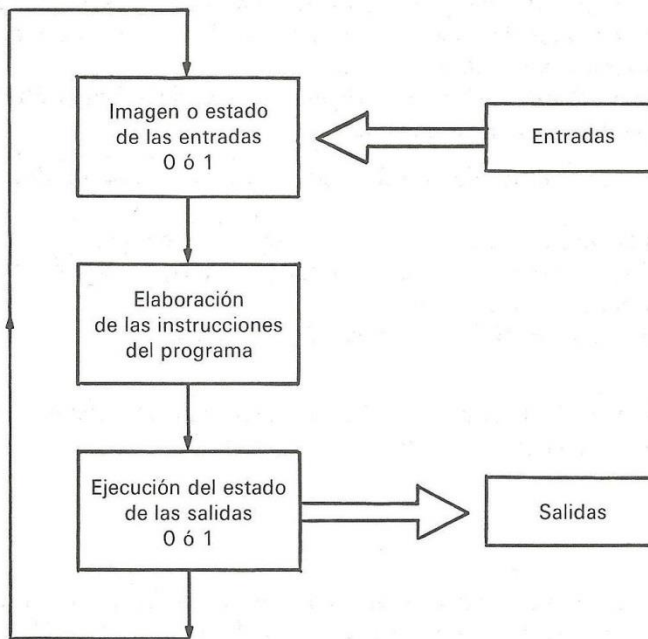


Figura 3.10. Ciclo básico de trabajo de un PLC.

3.3.3. Unidades de entrada-salida (E/S)

Son los dispositivos básicos por donde se toma la información de los captadores, en el caso de las entradas, y por donde se realiza la activación de los actuadores, en las salidas.

En los *Autómatas compactos*, las E/S están situadas en un solo bloque junto con el resto del *Autómata*.

En los *modulares*, las E/S son módulos o tarjetas independientes con varias E/S, y que

se acoplan al bus de datos por medio de su conductor y conector correspondiente, o bien a un bastidor o rack, que le proporciona dicha conexión al bus y su soporte mecánico.

■ Funciones de las unidades de E/S

Las funciones principales son el *adaptar* las tensiones e intensidades de trabajo de los captadores y actuadores a las de trabajo de los circuitos electrónicos del Automata; *realizar una separación eléctrica* entre los circuitos lógicos de los de potencia, generalmente a través de optoacopladores, y *proporcionar el medio de identificación* de los captadores y actuadores ante el procesador.

■ Entradas

Las entradas son fácilmente identificables, ya que se caracterizan físicamente por sus bornes para acoplar los dispositivos de entrada o captadores, por su numeración, y por su identificación INPUT o ENTRADA; llevan además una indicación luminosa de activado por medio de un diodo LED.

En cuanto a su tensión, las entradas pueden ser de tres tipos:

- Libres de tensión.
- A corriente continua.
- A corriente alterna.

En cuanto al tipo de señal que reciben, éstas pueden ser: analógicas y digitales.

a) Analógicas

Cuando la magnitud que se acopla a la entrada corresponde a una medida de, por ejemplo, presión, temperatura, velocidad, etc., esto es, analógica, es necesario disponer de este tipo de módulo de entrada. Su principio de funcionamiento se basa en la *conversión de la señal analógica a código binario* mediante un convertidor analógico-digital (A/D). A continuación figura un ejemplo con los parámetros más significativos de este tipo de módulos.

Campo o rango de intensidad o tensión	Resolución	Tiempo de conversión	Precisión
0 ... 10 V	8 bits	1 ms	±(1%+1 bit) en entradas y
4 ... 20 mA	8 bits	1 ms	
0 ... ±10 V	12 bits	1 ms	±1% en salidas
4 ... 20 mA	12 bits	1 ms	

La resolución de 12 bits se utiliza generalmente cuando las aplicaciones son de alta precisión.

b) *Digitales*

Son las más utilizadas y corresponden a una señal de entrada *todo o nada*, esto es, a un nivel de tensión o a la ausencia de la misma. Ejemplo de elementos de este tipo son los finales de carrera, interruptores, pulsadores, etc.

La Figura 3.11 representa el esquema simplificado de un circuito de entrada por transistor del tipo NPN, y en el que destaca, como elemento principal, el optoacoplador.

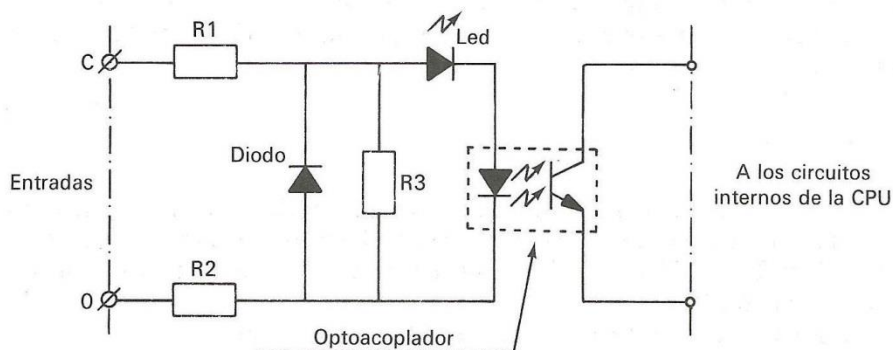


Figura 3.11. Circuito simplificado de entradas tipo NPN.

■ Salidas

La identificación de las salidas se realiza igual que en las entradas, figurando en este caso la indicación de OUTPUT o SALIDA. Es en las salidas donde se conectan o acoplan los dispositivos de salida o actuadores, e incluye un indicador luminoso LED de activado.

Tres son los tipos de salidas que se pueden dar:

- A relé.
- A triac.
- A transistor.

Mientras que la salida a transistor se utiliza cuando los actuadores son a c.c., las de relés y triacs suelen utilizarse para actuadores a c.a.

En cuanto a las intensidades que soportan cada una de las salidas, esta es variable, pero suele oscilar entre 0,5 y 2 A. Al igual que en las entradas, las salidas pueden ser analógicas y digitales, si bien esta última es la más utilizada. En las analógicas es necesario un *convertidor digital analógico* (D/A) que nos realice la función inversa a la de la entrada.

La Figura 3.12 nos muestra el circuito de salida a triac, en el que también se ha incluido el circuito protector interno contra sobreintensidades.

3.3.4. Interfaces

Son circuitos que permiten *la comunicación de la CPU con el exterior* llevando la información acerca del estado de las entradas y transmitiendo las órdenes de activación de las salidas.

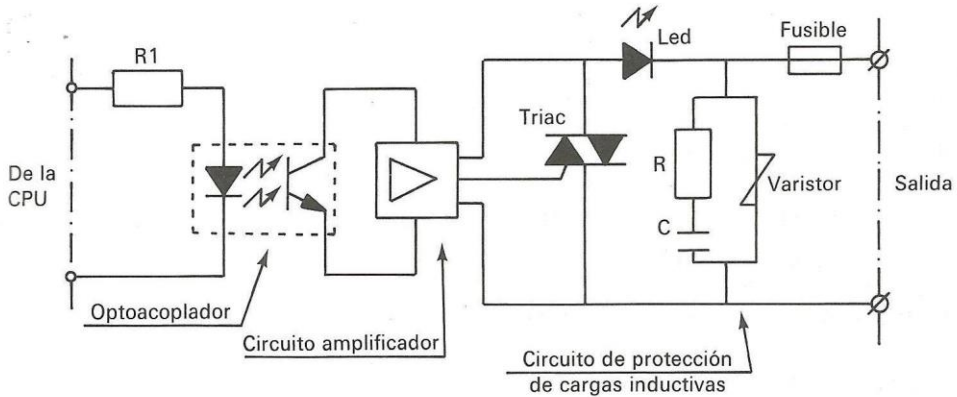


Figura 3.12. Circuito simplificado con salida a triac y protección interna.

Constan de enlaces del tipo RS-232 o RS-422, y efectúan la comunicación mediante el código ASCII.

Asimismo, permiten la *introducción, verificación y depuración del programa* mediante la consola de programación, así como la *grabación del programa a casete*, en memoria EPROM, comunicación con TRC (monitor), impresora, etc.

3.3.5. Equipos o unidades de programación

La unidad de programación es el medio material del que se auxilia el programador para *grabar o introducir en la memoria de usuario las instrucciones del programa*. Pero esta unidad realiza otras tareas fundamentales.

■ Funciones principales

La gama de funciones que son capaces de ejecutar los equipos de programación son múltiples y variadas, aumentando el tipo de éstas en razón directa a la complejidad del equipo. En este apartado sólo se van a describir las principales, que son las siguientes:

a) Programación

- Introducción de instrucciones (programa).
- Búsqueda de instrucciones o posiciones de memoria.
- Modificación del programa:
 - Borrado de instrucciones.
 - Inserción de instrucciones.
 - Modificación de instrucciones.
- Detección de errores de sintaxis o formato.
- Visualización del programa de usuario o parte del mismo, contenido en la memoria de usuario.
- Forzamiento del estado de marcas, registros, contadores, temporizadores, etc.

b) *Grabación de programas*

- En cinta casete.
- En chip de memoria EPROM o EEPROM.
- En papel mediante impresora.
- En disquete mediante PC.

c) *Visualización y verificación dinámica del programa*

- Del programa o parte de él.
- De entradas y salidas.
- De temporizadores, contadores, registros, etc.

d) *Modos de servicio*

- STOP (off-line), o salidas en reposo.
- RUN (on-line), o ejecutando el programa.
- Otros modos intermedios como MONITOR, etc.

■ **Tipos**

Desde el punto de vista constructivo, podemos distinguir tres tipos principales:

a) *Unidades tipo calculadora*

Son las más comúnmente utilizadas en los Autómatas de la gama baja; constan del correspondiente teclado, conmutador de modos, display de cristal líquido o siete segmentos de dos o más líneas, así como de las entradas para la grabación del programa de usuario. Puede ser totalmente independiente, ser enchufada directamente en la CPU, o con ambas posibilidades.

En las de pocas líneas (2, 4) sólo es posible escribir nemónicos, pero en las de pantalla llamadas de programación gráfica pueden visualizarse algunas líneas de programa de lenguajes gráficos, datos del programa, etc.

b) *Consola de programación*

Está en una posición intermedia entre la unidad tipo calculadora y el PC. Consta de pantalla de plasma o tipo similar y tamaño suficiente para 20-30 líneas y 60-80 caracteres por línea, así como teclado. Al igual que el PC que se describe a continuación, utiliza el software de programación preciso para los lenguajes utilizados en el PLC, almacenando los programas en disquete.

c) *Unidad con PC*

Esta unidad que se adapta al Autómata mediante el interfaz correspondiente lleva incorporado un monitor de tubo de rayos catódicos (TRC), y realizan la misma función que la unidad de programación normal, pero con mayores prestaciones, *permitiendo visualizar los esquemas* o diagramas completos o partes importantes de los mismos. Este equipo in-

incorpora el software necesario para poder trabajar en más de un lenguaje de programación, incluso realizar la transformación de lenguajes.

La grabación de programas se realiza en *disquete o disco duro*, según modelos del PC.

■ Funcionamiento

Las instrucciones que se introducen en la unidad de programación no son directamente interpretables por el procesador, que se ha de auxiliar de un circuito intermedio llamado *Compiler*. Es, por tanto, el *Compiler* el elemento de unión entre el Automata y la unidad de programación.

Su misión es la de traducir la información textual de la unidad de programación a lenguaje máquina y viceversa mediante unos códigos intermedios que son interpretados por un programa residente en el firmware.

En las Figuras 3.13, 3.14 y 3.15 podemos observar los distintos tipos de unidades de programación descritos.

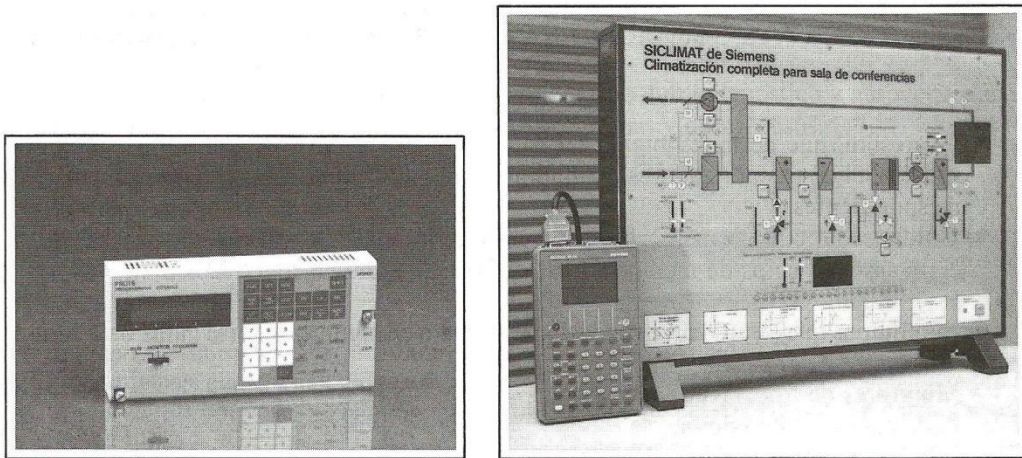


Figura 3.13. Unidades de programación tipo calculadora: (a) De dos líneas PRO-15. (Cortesía de Omron Electronics, S. A.) (b) De ocho líneas PG615. (Cortesía de Siemens, S. A.)

3.3.6. Periféricos

Como elementos auxiliares y físicamente independientes del Automata, los equipos periféricos realizan funciones concretas de gran importancia.

El incremento que experimenta las prestaciones de los Automatas hace que el número de periféricos aumente día a día para equipos de la misma gama, pero en general para un equipo de la gama baja podría decirse que son:

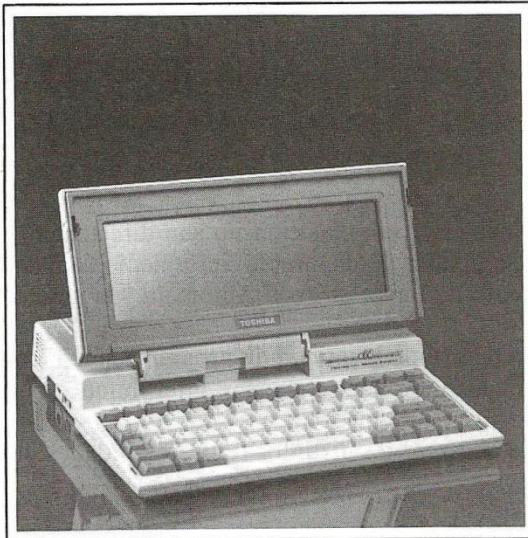


Figura 3.14. Unidad de programación tipo consola PC. (Cortesía de AEG-MODICON, S. A.)



Figura 3.15. Unidad de programación mediante PC. (Cortesía de Sprecher+Shuh, S. A.)

- Impresora, que permite obtener en papel el listado de instrucciones o programa de usuario, el de temporizadores, contadores, etc., utilizados, así como los esquemas correspondientes.
- Unidades de cinta o memoria, por medio de las cuales grabamos los programas en cinta casete o chips de memoria EPROM o EEPROM, respectivamente.

Otros equipos que se utilizarían en la gama media o en algún caso en la gama baja serían:

- Monitores de tipo TRC.
- Lectores de código de barras.
- Displays y teclados alfanuméricos.
- Unidad de teclado y tests.
- Etcétera.

3.3.7. Tamaño de los Autómatas Programables

La clasificación de los PLC en cuanto a su tamaño se realiza en función del número de sus entradas-salidas; son admitidos los tres grupos siguientes:

1. *Gama baja.* Hasta un máximo de 128 entradas-salidas.
La memoria de usuario de que disponen suele alcanzar un valor máximo de 4 K instrucciones.

2. *Gama media.* De 128 a 512 entradas-salidas.
La memoria de usuario de que disponen suele alcanzar un valor máximo de hasta 16 K instrucciones.
3. *Gama alta.* Más de 512 entradas-salidas.
Su memoria de usuario supera en algunos de ellos los 100 K instrucciones.

3.3.8. Evolución de los Autómatas Programables

Algunas de las tendencias que se detectan en la evolución de los mismos son:

- Empleo en mayor medida de memoria de tipo EPROM y EEPROM como sustituto de la RAM.
- Posibilidad de comunicación mediante PC compatible para las tres gamas descritas.
- Hacerse normal la utilización de los μP de 16 bits y tendencia a incorporar los de 32 bits.
- Utilización del sistema multiprocesador, con lo que se aumenta la velocidad en la ejecución de programas, alcanzándose tiempos del orden de 1 ms/1 K instrucciones.
- Reducción de su tamaño al aumentar la densidad de integración de los circuitos integrados y al utilizar algunos fabricantes los dispositivos lógicos programables (DLP) o *gate array*.
- Incremento de prestaciones, entre otras del tipo autodiagnóstico y autoverificación.
- Mejora de los tipos de visualización de programas y de procesos.
- Perfeccionamiento y homogeneización de redes locales.

RESUMEN

- Dos son los tipos básicos de Autómatas Programables: compacto y modular.
- Los dos tipos básicos de memoria son la RAM y ROM.
- En las memorias ROM y PROM no es posible borrar su contenido, en las EPROM se puede borrar mediante radiación UV y tanto la RAM como la EEPROM se borran eléctricamente.
- La memoria RAM necesita una batería para poder mantener su contenido ante la falta de alimentación como consecuencia de su volatilidad.
- El chip μP se sitúa en una placa de circuito impreso junto a chips de memoria ROM.
- En el ciclo básico de ejecución, la CPU consulta el estado de las entradas y las almacena en los registros de entrada, a continuación elabora las instrucciones de la memoria de usuario realizando las concatenaciones y asignando las salidas a los registros de salida. Al final del mismo, ejecuta las salidas.
- La resolución de los convertidores A/D utilizados en las E/S analógicas suele ser de 8 y 12 bits.
- Las unidades de programación que incorporan software, como PC y consola de programación, son las que presentan unas prestaciones más completas.
- Tanto la impresora como las unidades de programación de memorias EPROM o EEPROM son fundamentales como equipos de apoyo al Autómata.
- Los Autómatas de la gama baja, esto es, de menos de 128 E/S y con memoria hasta 4 K instrucciones, son los estudiados en esta obra.

CUESTIONES

1. Indicar la diferencia existente entre estructura americana y europea en la estructura modular de los PLC's.
2. Relacionar los bloques en los que se estructuran los PLC's.
3. Explicar la función de cada uno de los bloques que componen los PLC's.
4. Dibujar el esquema de bloques simplificado de un PLC.
5. Representar el esquema que representa la arquitectura de un PLC.
6. Diseñar la estructura completa de un PLC y su entorno.
7. De las memorias que siguen, RAM, ROM, PROM, EPROM y EEPROM, decir:
 - ¿Cuáles son volátiles y cuáles no?
 - ¿Cuáles son programables por el fabricante?
 - ¿Cuál de ellas se borra mediante UV?
 - ¿Cuáles se borran eléctricamente?
8. ¿Cuál es el contenido de la memoria de la tabla de datos y la del programa del sistema?
9. ¿En qué tipo de memoria se encuentran los programas ejecutivos?
10. ¿Cuál es el tipo de memoria utilizado como memoria de usuario?
11. ¿A qué se llama procesador y de qué partes consta?
12. ¿Cuáles son los circuitos internos del μP ?
13. ¿Qué funciones que ejecuta la CPU son las más significativas?
14. ¿Qué ventajas reporta la utilización de los dispositivos lógicos programables en los PLC's?
15. Explicar el ciclo básico de trabajo de la CPU.
16. En las entradas, ¿cuáles son los tipos de señal que puede recibir?
17. ¿Cuándo se utiliza la resolución de 12 bits en módulos A/D?
18. Enumerar los tres tipos de salida posible en los PLC's.
19. ¿Qué equipos de programación son los existentes en el mercado?
20. Explicar las funciones principales de las unidades de programación.
21. ¿Qué unidades de programación tienen la posibilidad de grabar los programas en disquete?
22. ¿Qué periféricos son los normalmente utilizados en los Autómatas de la gama baja?
23. Indicar la capacidad de E/S en que se dividen los PLC's en cada una de las gamas: baja, media y alta.
24. Relacionar alguna de las tendencias en la evolución de los PLC's.