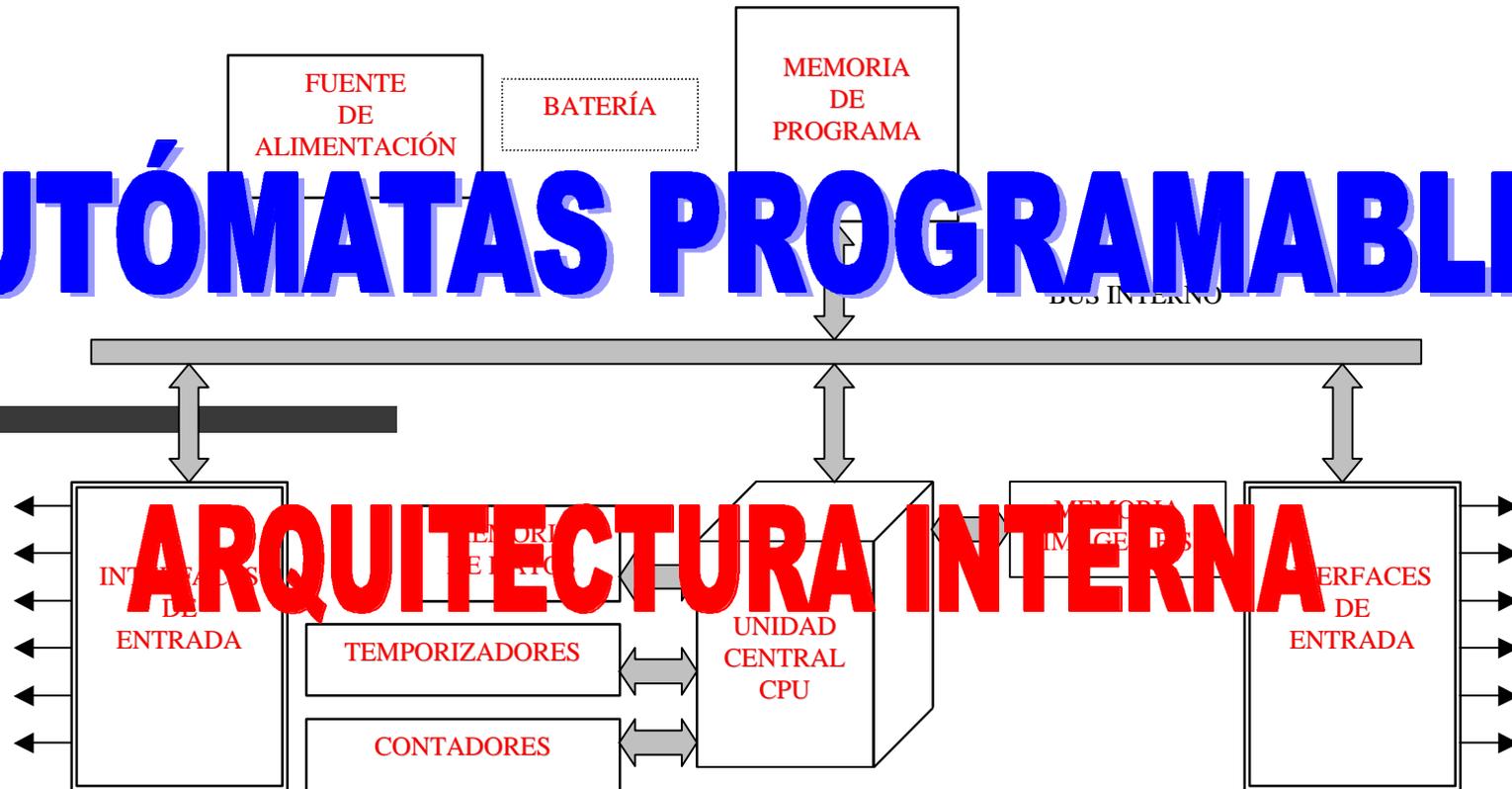


AUTÓMATAS PROGRAMABLES



Arquitectura de los autómatas programables

- Arquitectura de los autómatas programables
 - Introducción a los autómatas programables
 - Estructura externa del autómata
 - Bloques que forman un autómata programable
 - Arquitectura interna de un autómata programable
 - Unidad central de proceso
 - Memoria
 - Memorias internas
 - Memoria de programa
 - Interfaces de entrada salida
 - Fuente de alimentación

Arquitectura de los autómatas programables

- Arquitectura de los autómatas programables
 - **Introducción a los autómatas programables**
 - Estructura externa del autómata
 - Bloques que forman un autómata programable
 - Arquitectura interna de un autómata programable
 - Unidad central de proceso
 - Memoria
 - Memorias internas
 - Memoria de programa
 - Interfaces de entrada salida
 - Fuente de alimentación

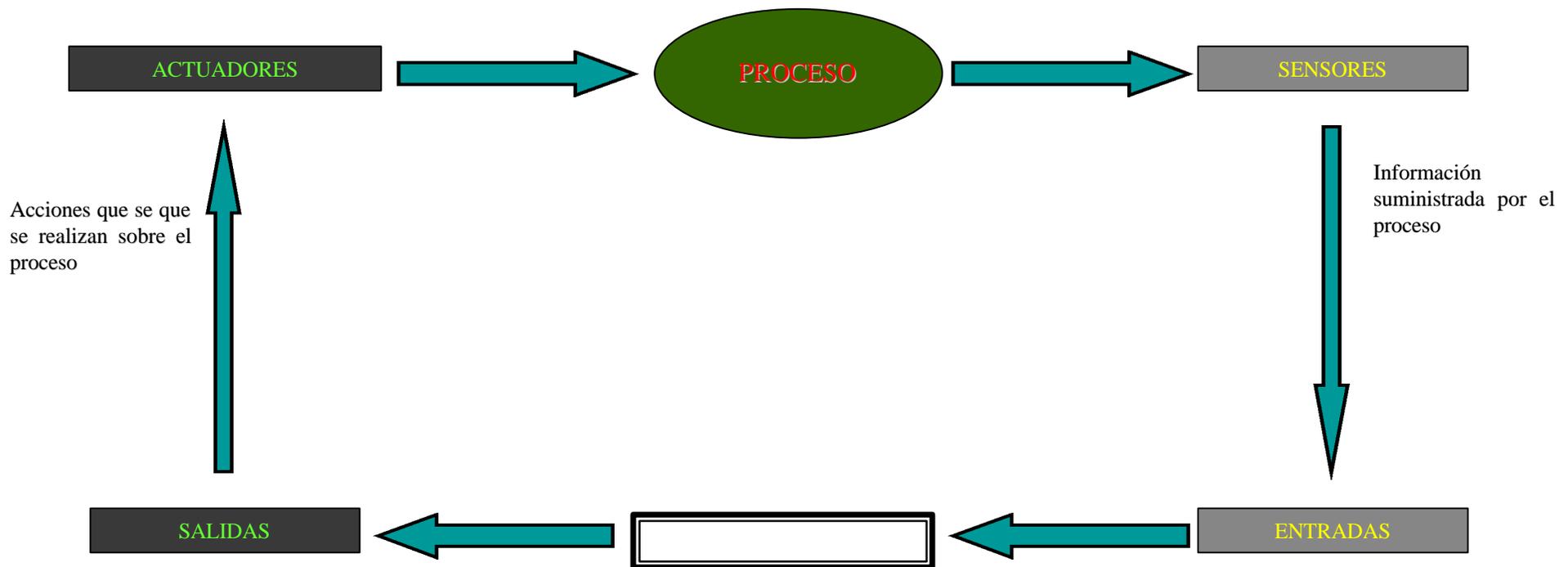


Introducción a los autómatas programables

- Un autómata programable es:
 - “un equipo electrónico, basado en un microprocesador o microcontrolador, que tiene generalmente una configuración modular, puede programarse en lenguaje no informático y está diseñado para controlar procesos en tiempo real y en ambiente agresivo (ambiente industrial)”
- Una característica diferenciadora del autómata programable frente a otros sistemas de control programables está en la estandarización de su hardware, que permite la configuración de **sistemas de control a medida**.

Introducción a los autómatas programables

Esquema de un proceso controlado por un PLC



Introducción a los autómatas programables

- Arquitectura de los autómatas programables
 - Introducción a los autómatas programables
 - **Estructura externa del autómata** 
 - Bloques que forman un autómata programable
 - Arquitectura interna de un autómata programable
 - Unidad central de proceso
 - Memoria
 - Memorias internas
 - Memoria de programa
 - Interfaces de entrada salida
 - Fuente de alimentación

Introducción a los autómatas programables

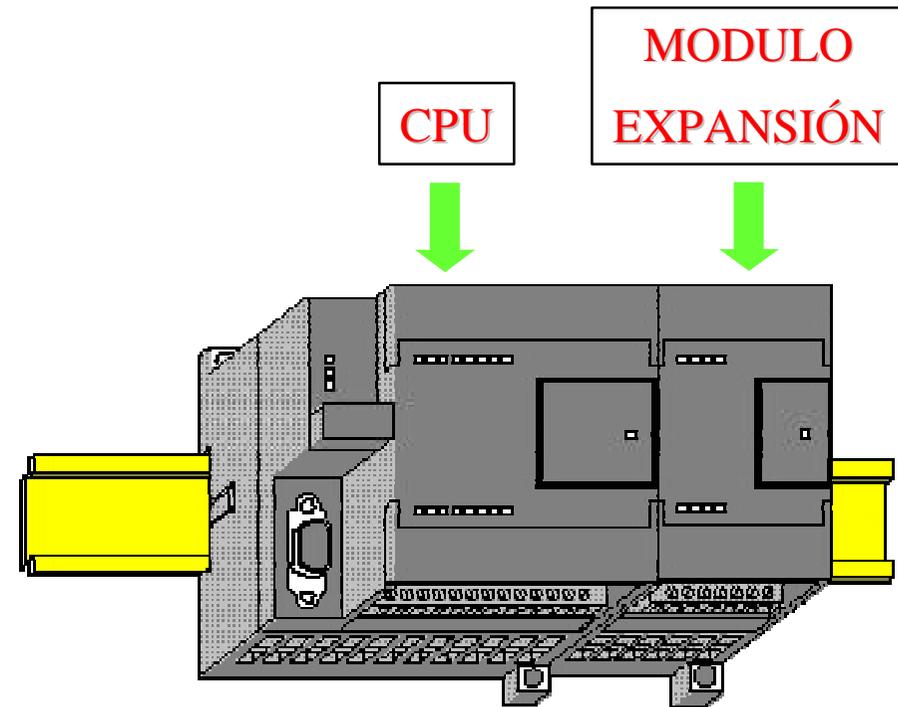
Estructura externa

- Aspecto físico exterior del mismo, los bloques en los que esta dividido, etc.
- Clasificación
 - Estructura compacta
 - en un solo bloque todos sus elementos : fuente de alimentación, CPU, memorias, entrada/salida, etc.
 - aplicaciones en el que el número de entradas/salidas es pequeño, poco variable y conocido a priori
 - carcasa de carácter estanco, que permite su empleo en ambientes industriales especialmente hostiles
 - Estructura modular
 - Permite adaptarse a las necesidades del diseño, y a las posteriores actualizaciones. Configuración del sistema variable
 - Funcionamiento parcial del sistema frente a averías localizadas, y una rápida reparación con la simple sustitución de los módulos averiados

Introducción a los autómatas programables

Estructura externa

- Estructura modular. Del autómata S7-224.



Arquitectura de los autómatas programables

- Arquitectura de los autómatas programables
 - Introducción a los autómatas programables
 - Estructura externa del autómata
 - **Bloques que forman un autómata programable**
 - Arquitectura interna de un autómata programable
 - Unidad central de proceso
 - Memoria
 - Memorias internas
 - Memoria de programa
 - Interfaces de entrada salida
 - Fuente de alimentación



Introducción a los autómatas programables

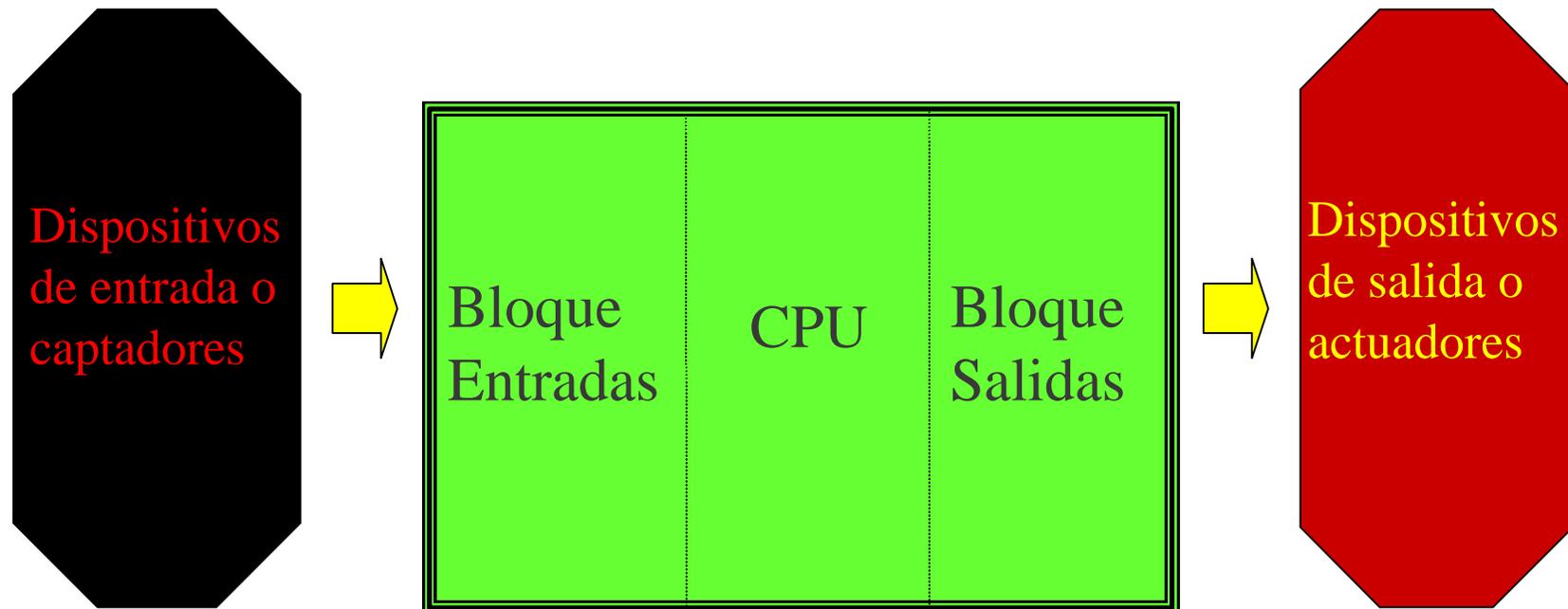
Bloques que forman un autómata programable

- Bloques principales
 - Bloque de entradas
 - Adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores, como por ejemplo, pulsadores, finales de carrera, sensores, etc.
 - Misión: proteger los circuitos internos del Autómata, proporcionando una separación eléctrica entre estos y los captadores.
 - Bloque de salidas
 - Decodifica las señales procedentes de la CPU, las amplifica y las envía a los dispositivos de salida o actuadores, como lámparas, relés, contactores, arrancadores, electroválvulas, etc.
 - Unidad central de proceso (CPU)
 - Este bloque es el cerebro del autómata
 - Su función es la interpretación de las instrucciones del programa de usuario y en función de las entradas, activa las salidas deseadas.

Introducción a los autómatas programables

Bloques que forman un autómata programable

- Bloques principales



Introducción a los autómatas programables

Bloques que forman un autómata programable

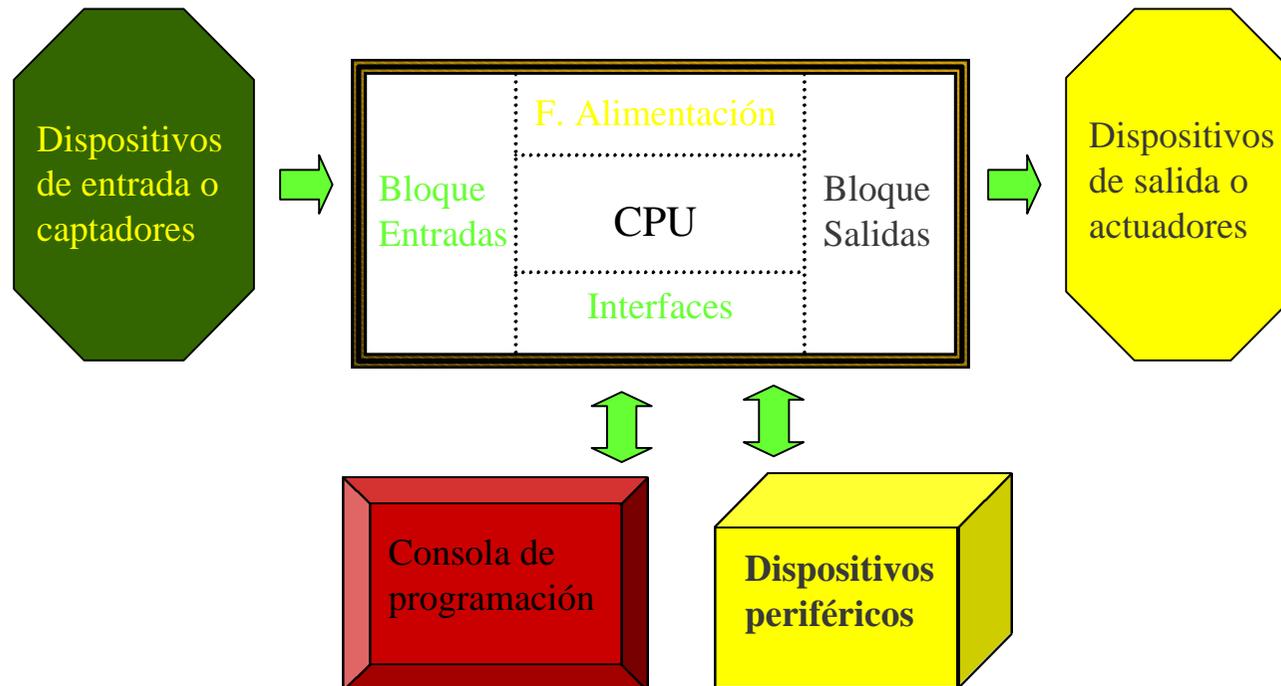
- Bloques necesarios para el funcionamiento del autómata
 - Fuente de alimentación
 - A partir de una tensión exterior proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos electrónicos del autómata.
 - Batería, condensador de alta potencia: para mantener el programa y algunos datos en la memoria si hubiera un corte de la tensión exterior.
 - Consola de programación
 - PC o consolas de programación
 - Periféricos
 - Son aquellos elementos auxiliares, físicamente independientes del autómata, que se unen al mismo para realizar una 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

Introducción a los autómatas programables

Bloques que forman un autómata programable

– Interfaces

- circuitos o dispositivos electrónicos que permiten la conexión a la CPU de los elementos periféricos descritos.



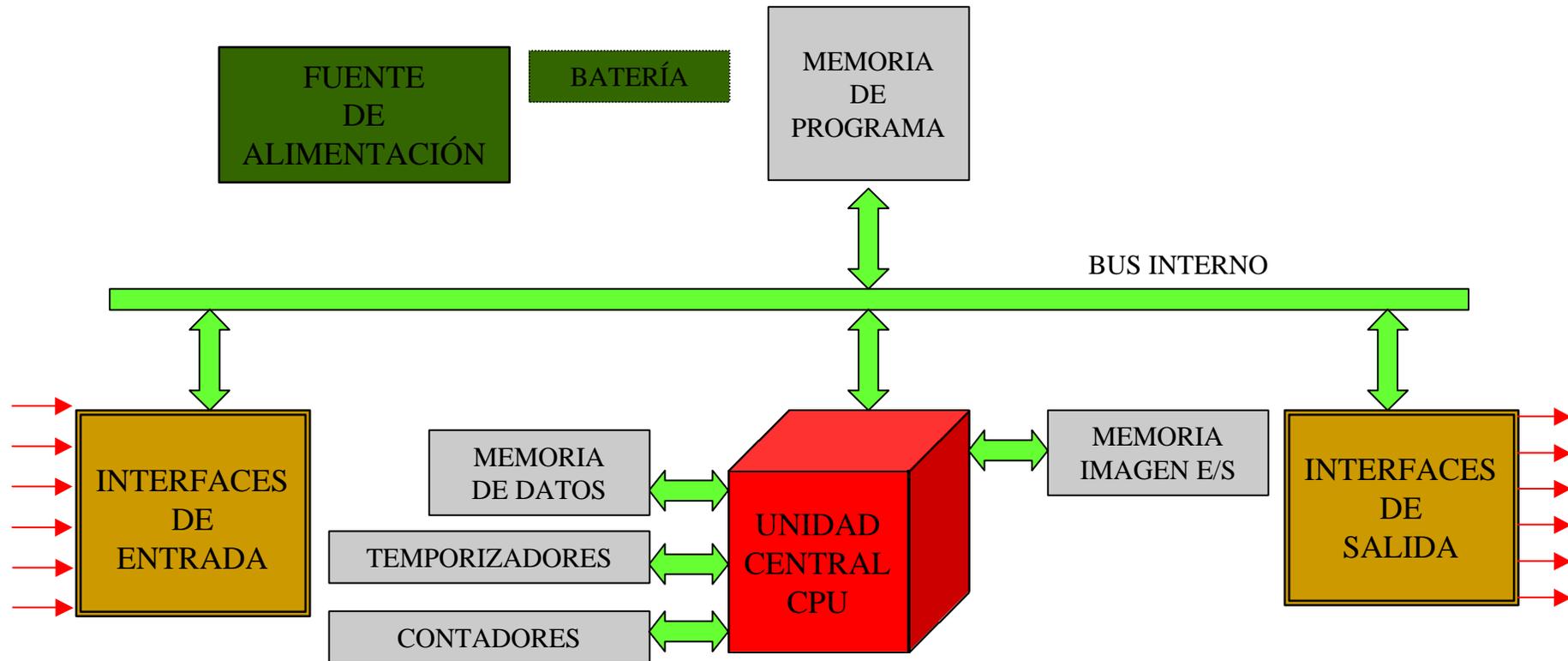
Arquitectura de los autómatas programables

- Arquitectura de los autómatas programables
 - Introducción a los autómatas programables
 - Estructura externa del autómata
 - Bloques que forman un autómata programable
 - **Arquitectura interna de un autómata programable**
 - Unidad central de proceso
 - Memoria
 - Memorias internas
 - Memoria de programa
 - Interfaces de entrada salida
 - Fuente de alimentación



Arquitectura interna de un autómata programable

- Esquema de la arquitectura interna de un PLC



Arquitectura de los autómatas programables

- Arquitectura de los autómatas programables
 - Introducción a los autómatas programables
 - Estructura externa del autómata
 - Bloques que forman un autómata programable
 - Arquitectura interna de un autómata programable
 - **Unidad central de proceso** 
 - Memoria
 - Memorias internas
 - Memoria de programa
 - Interfaces de entrada salida
 - Fuente de alimentación

Arquitectura interna de un autómata programable

Unidad central de proceso (CPU)

- La CPU (Control Processing Unit) es la encargada de ejecutar el programa de usuario y activar el sistema de entradas y salidas
 - Tiene la misión, en algunos tipos de autómatas, de controlar la comunicación con otros periféricos externos, como son la unidad de programación, LCDs, monitores, teclados, otros autómatas u otros ordenadores, etc.
- La CPU esta formada por el microprocesador (μ P), la memoria y circuitos lógicos complementarios
 - El microprocesador se sustituye por dispositivos lógicos programables (DLP), o redes de puertas lógicas (gate array), también llamados circuitos integrados de aplicación específica ASIC.
- La CPU ejecuta el programa de usuario, que reside en la memoria, adquiriendo las instrucciones una a una.
- El funcionamiento es de tipo **interpretado**, con decodificación de las instrucciones cada vez que son ejecutadas

Arquitectura interna de un autómata programable

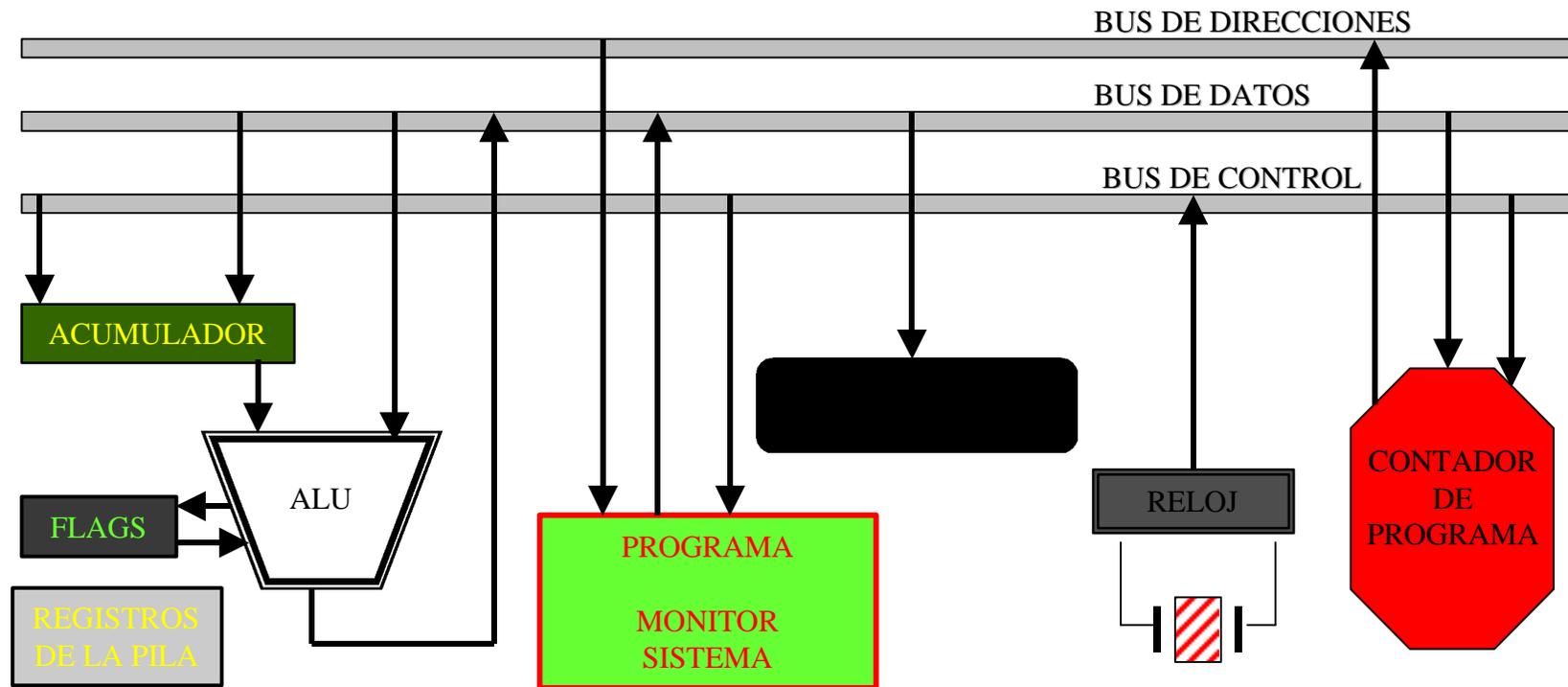
Unidad central de proceso (CPU)

- Lenguaje compilado vs interpretado
 - Compilado
 - programa fuente \Rightarrow compilación \Rightarrow programa objeto \Rightarrow enlazado ó linkado \Rightarrow programa ejecutable
 - Interpretado
 - analiza y ejecuta un programa sentencia a sentencia
- Bloques fundamentales de una CPU
 - ALU (Arithmetic Logic Unit)
 - Acumulador
 - Flags
 - Contador de programa (PC)
 - Decodificadores de instrucciones y secuenciador
 - Programa ROM

Arquitectura interna de un autómata programable

Unidad central de proceso (CPU)

- Esquema de los bloques fundamentales que componen una CPU



Arquitectura interna de un autómata programable

Unidad central de proceso (CPU)

- ALU
 - unidad aritmético lógica, es la parte de la CPU donde se realizan los cálculos y las decisiones lógicas (combinaciones Y, O, sumas, comparaciones, etc.).
- ACUMULADOR
 - almacena el resultado de la última operación realizada por la ALU.
- FLAGS
 - indicadores de resultado de operación (mayor que, positivo, negativo, resultado cero, etc.). El estado de estos flags puede ser consultado por el programa.
- CONTADOR DE PROGRAMA (PC)
 - direccionamiento de la memoria donde se encuentran las instrucciones del programa de control, y del cual depende la secuencia de ejecución de ellas.

Arquitectura interna de un autómata programable

Unidad central de proceso (CPU)

- DECODIFICADOR DE INSTRUCCIONES Y SECUENCIADOR
 - cableado y/o programado, donde se codifican las instrucciones leídas en la memoria y se generan las señales de control pertinentes.
- PROGRAMA ROM
 - El fabricante suele grabar una serie de programas ejecutables fijos, firmware o software del sistema y es a estos programas a los que accederá el microprocesador para realizar las funciones ejecutivas.
 - El software de sistema de cualquier Autómata 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.

Arquitectura interna de un autómata programable

Unidad central de proceso (CPU)

■ PROGRAMA ROM

- Este software o programa del sistema es ligeramente variable para cada autómata, pero, en general, contiene las siguientes funciones :
 - Supervisión y control de tiempo de ciclo (watchdog), table 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.
 - Etc.
- 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**.

Arquitectura de los autómatas programables

- Arquitectura de los autómatas programables
 - Introducción a los autómatas programables
 - Estructura externa del autómata
 - Bloques que forman un autómata programable
 - Arquitectura interna de un autómata programable
 - Unidad central de proceso
 - **Memoria** 
 - Memorias internas
 - Memoria de programa
 - Interfaces de entrada salida
 - Fuente de alimentación

Arquitectura interna de un autómata programable

Memoria

■ Definición

“cualquier tipo de dispositivo que permita almacenar información en forma de bits (unos y ceros), los cuales pueden ser leídos posición a posición (bit a bit), o por bloques de 8 (byte) o dieciséis posiciones (word)”

■ Clasificación

- **RAM (Random Access Memory)**, memoria de acceso aleatorio o memoria de lectura-escritura. Pueden realizar los procesos de lectura y escritura por procedimientos eléctricos. Su información desaparece al faltarle la alimentación.
- **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. Aunque haya un fallo en la alimentación.

Arquitectura interna de un autómata programable

Memoria

- Clasificación (lectura/escritura)
 - Memorias de lectura/escritura, **RAM**
 - Memorias de sólo lectura, no reprogramables, **ROM**
 - Memorias de sólo lectura, reprogramables, con borrado por ultravioletas, **EPROM**
 - Memorias de sólo lectura, reprogramables, alterables por medios eléctricos, **EEPROM**. Tienen un número máximo de ciclos de borrado/grabado.

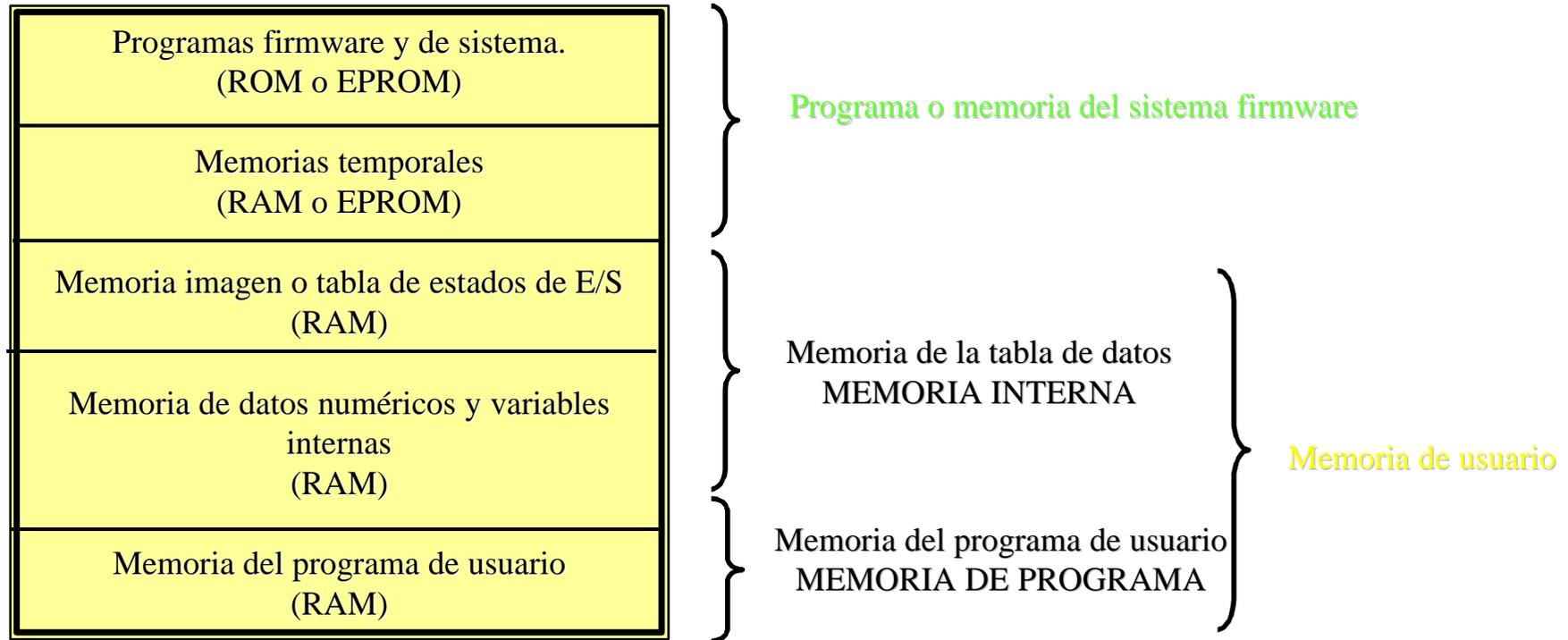
Arquitectura interna de un autómata programable

Memoria

MEMORIA	LECTURA/ESCRITURA	SÓLO LECTURA	APLICACIONES
VOLÁTIL	RAM		Datos internos Memoria Imagen E/S
NO VOLÁTIL		ROM	Monitor Intérprete
		EPROM	Programa de usuario (Lo Guarda una vez depurado)
	RAM + BATERIA RAM + EEPROM		Programa de usuario (RAM + Batería) Datos internos mantenidos Parámetros Más RAM + EEPROM respalda a la RAM
	EEPROM		Programa usuario Parámetros

Arquitectura interna de un autómata programable

Memoria



Arquitectura de los autómatas programables

- Arquitectura de los autómatas programables
 - Introducción a los autómatas programables
 - Estructura externa del autómata
 - Bloques que forman un autómata programable
 - Arquitectura interna de un autómata programable
 - Unidad central de proceso
 - Memoria
 - **Memorias internas** 
 - Memoria de programa
 - Interfaces de entrada salida
 - Fuente de alimentación

Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

- Se almacena el estado de las variables que maneja el autómata : entradas, salidas, contadores, relés internos, señales de estado, etc.
- Clasificación por el tipo de variables que almacena y el número de bits que ocupa la variable:
 - Posiciones de 1 bit (bits internos).
 - Memoria imagen entradas/salidas
 - Relés internos
 - Relés especiales/auxiliares
 - Posiciones de 8,16 o más bits (registros internos).
 - Temporizaciones
 - Contadores
 - Otros registros de uso general

Arquitectura interna de un autómata programable

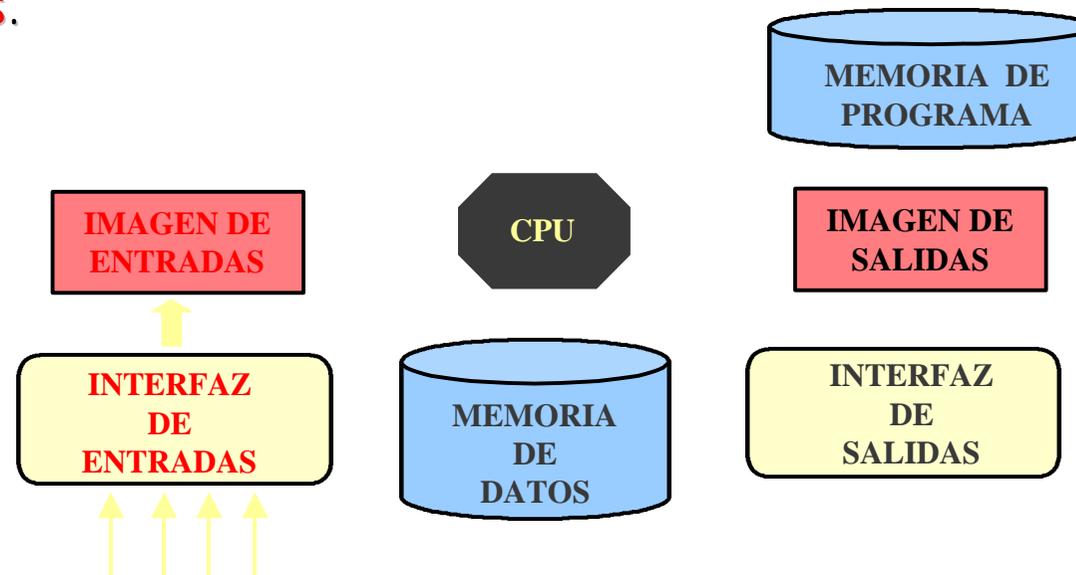
Memorias internas

- Las variables contenidas en la memoria interna pueden ser consultadas y modificadas continuamente por el programa, cualquier número de veces. **RAM**
- Memoria Imagen
 - almacena las últimas señales leídas en la entrada y enviadas a la salida, actualizandose tras cada ejecución completa del programa.

Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

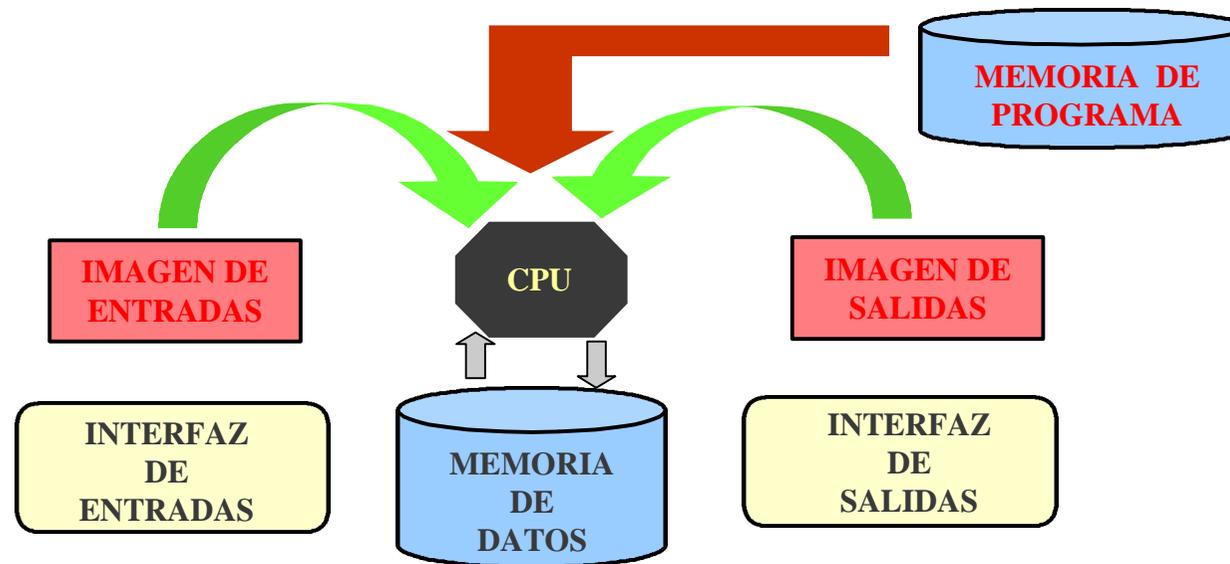
- Ciclo de tratamiento de las señales de entrada/salida a través de las memorias imagen:
 - Antes de la ejecución del programa de usuario, la CPU consulta los estados de las **entradas físicas** y carga con ellos la **memoria imagen de entradas**.



Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

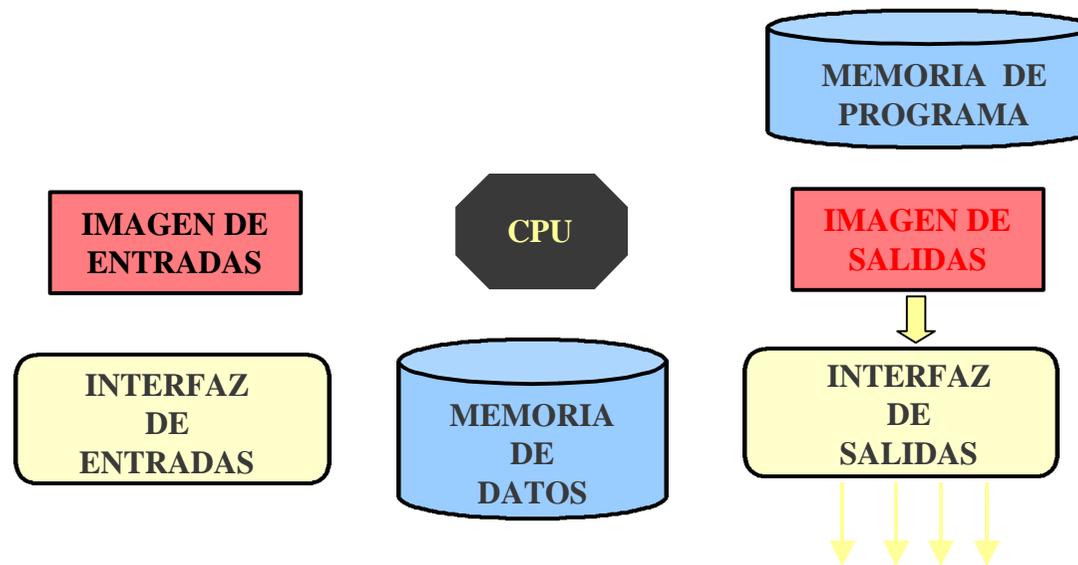
- Durante la ejecución del programa de usuario, la CPU realiza los cálculos a partir de los datos de la memoria imagen y del estado de los temporizadores, contadores y relés internos. El resultado de estos cálculos queda depositado en la memoria **imagen de salidas**.



Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

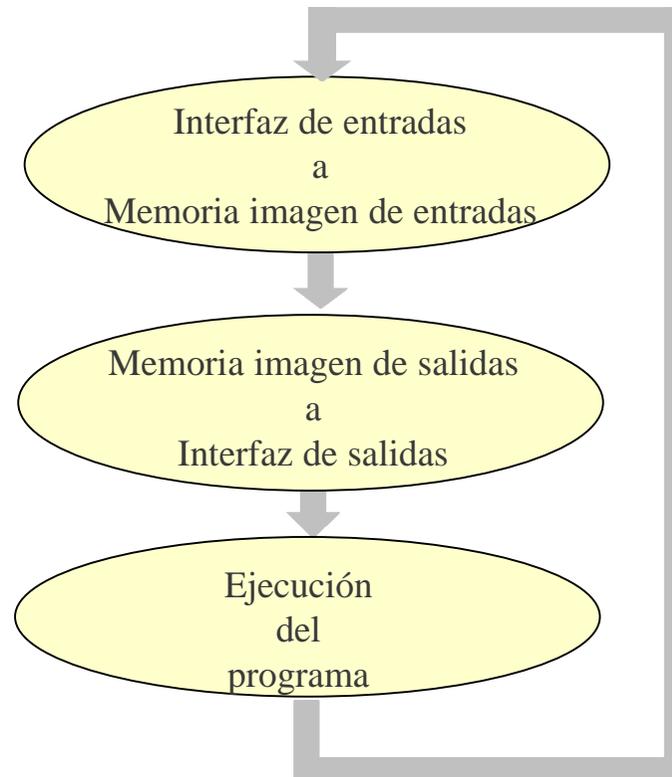
- Finalizada la ejecución, la CPU transfiere a las **interfaces de salida** los estados de las señales contenidos en la **memoria imagen de salidas**, quedando el sistema preparado para comenzar un nuevo ciclo



Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

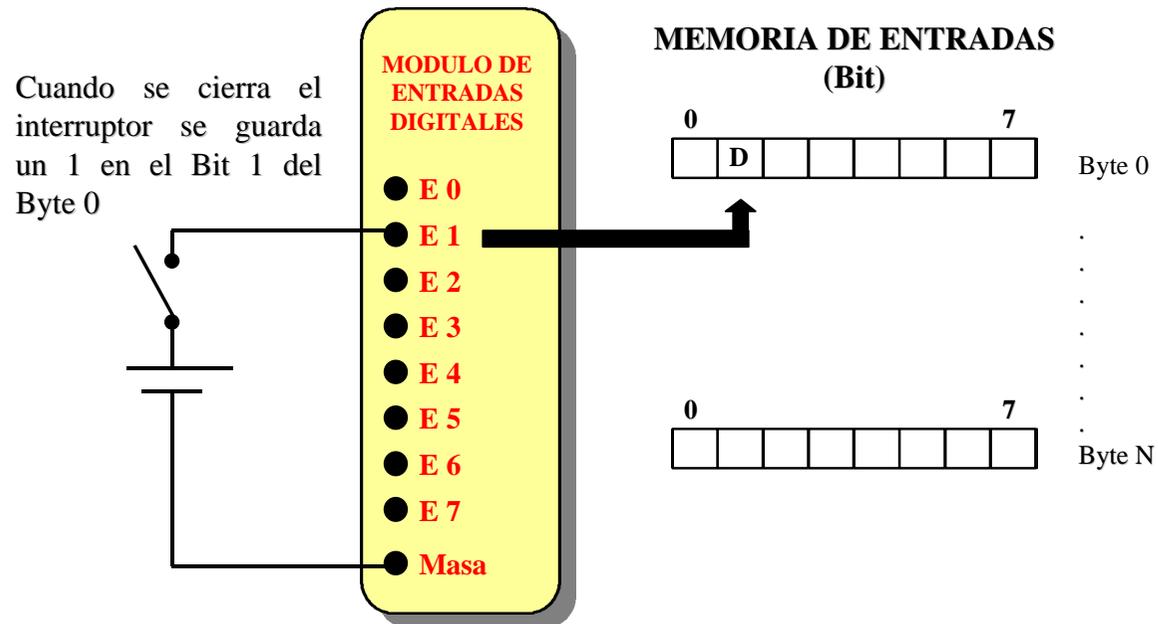
- Ciclo real (Optimizar)



Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

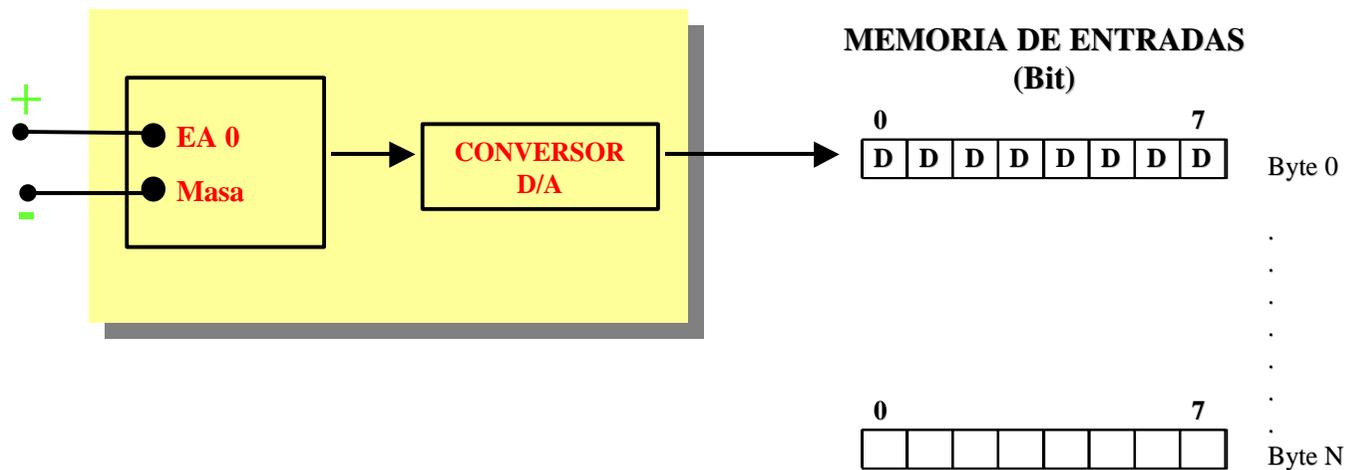
- Carga en la memoria imagen de entradas de las entradas digitales.



Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

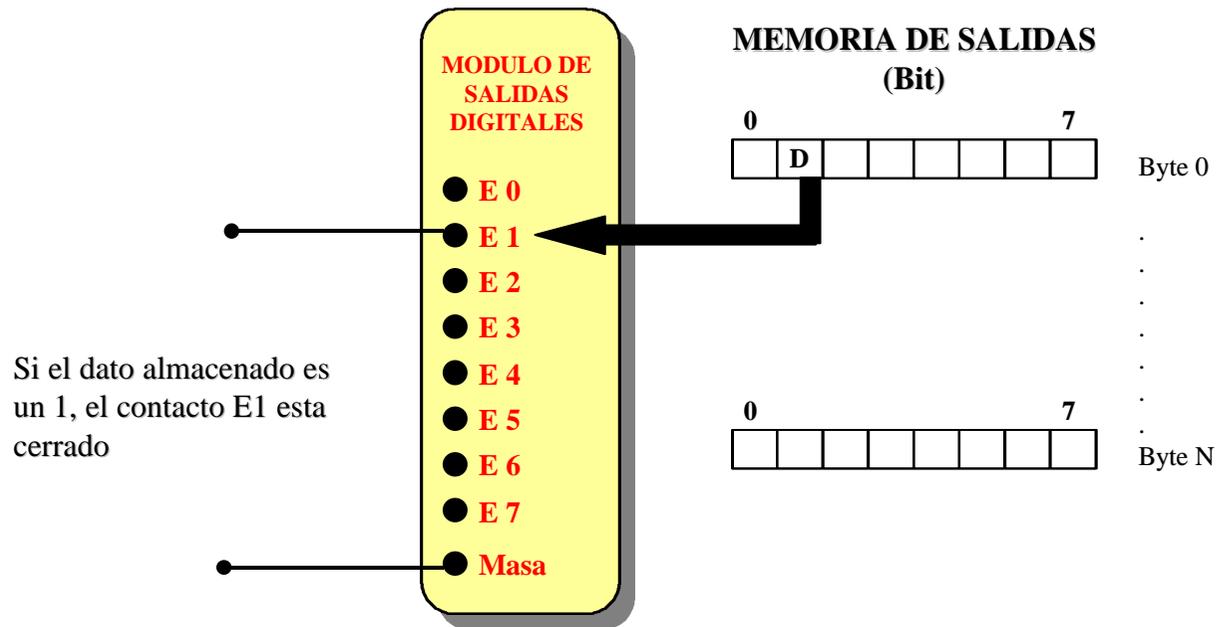
- Carga en la memoria imagen de entradas de las entradas analógicas.



Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

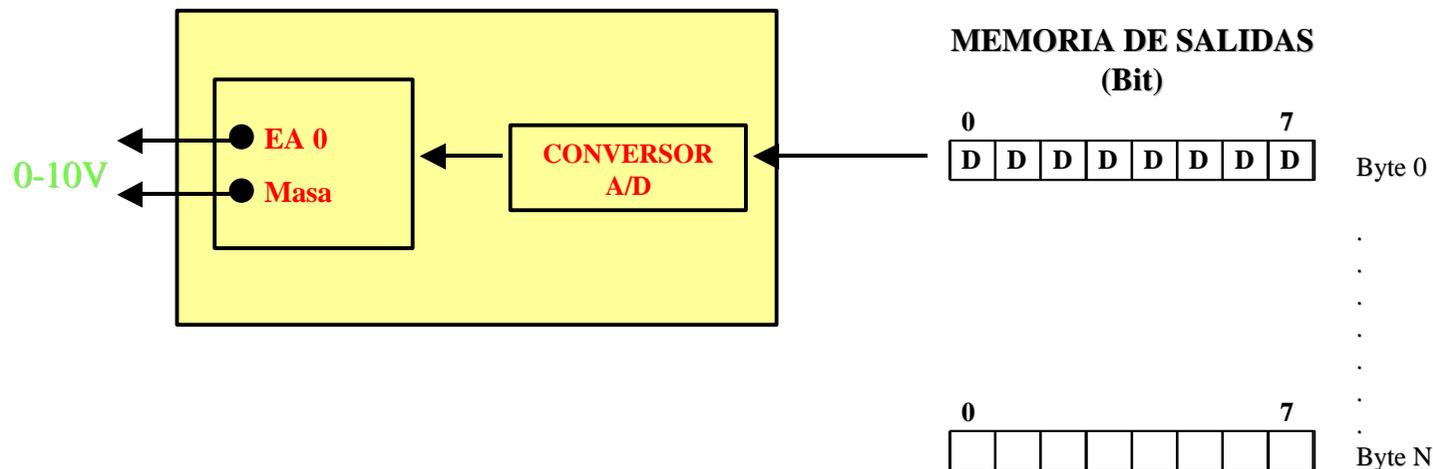
- Esquema de la transferencia de los datos contenidos en la memoria de salidas a las salidas digitales



Arquitectura interna de un autómata programable

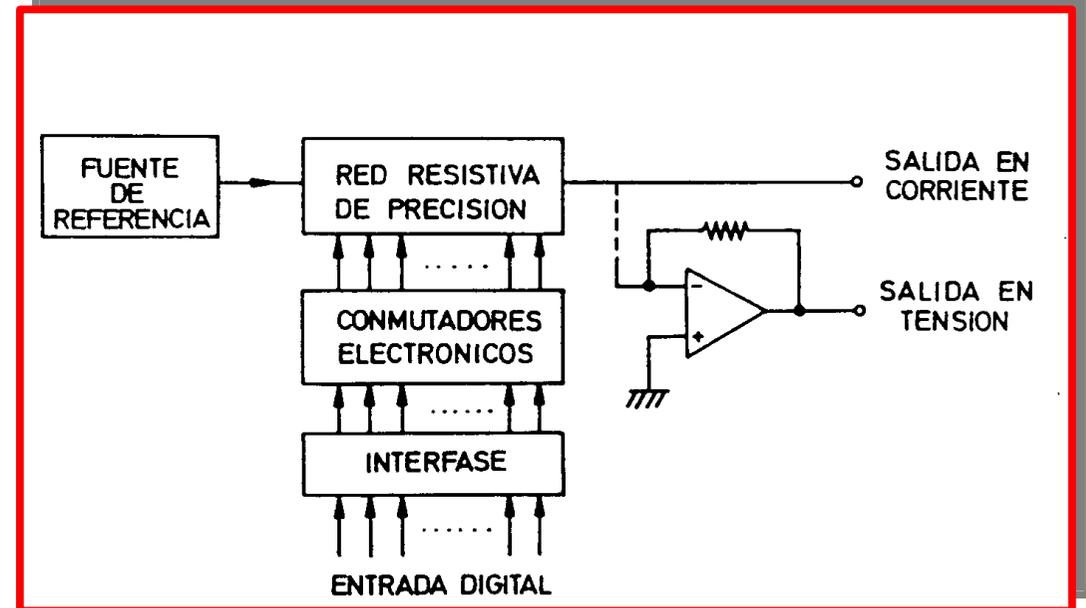
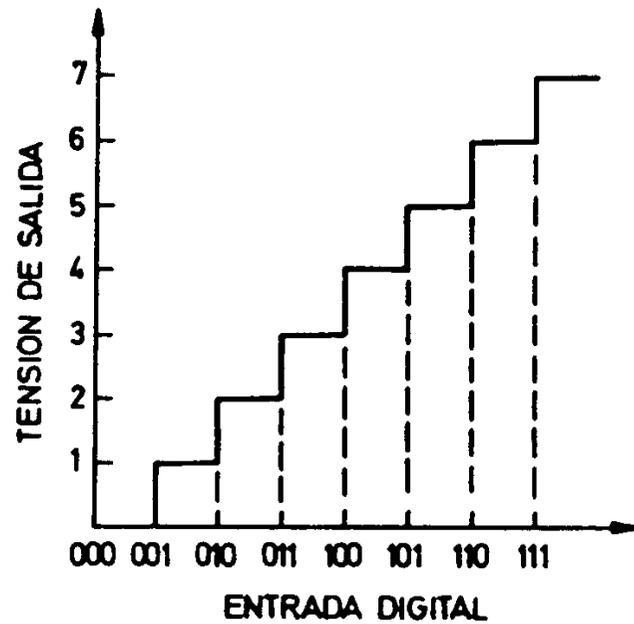
Memorias internas

- Esquema de la transferencia de los datos contenidos en la memoria de salidas a las salidas analógicas

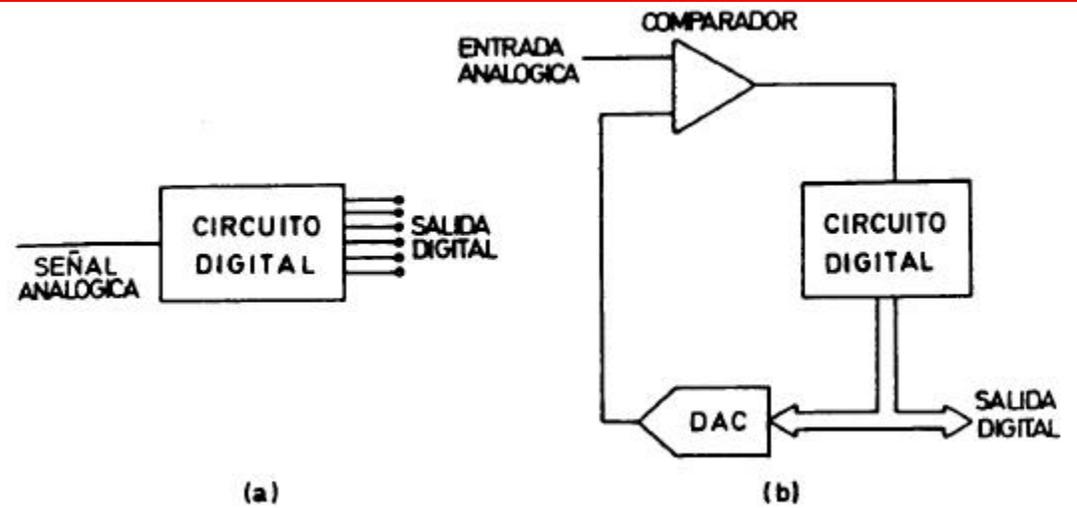
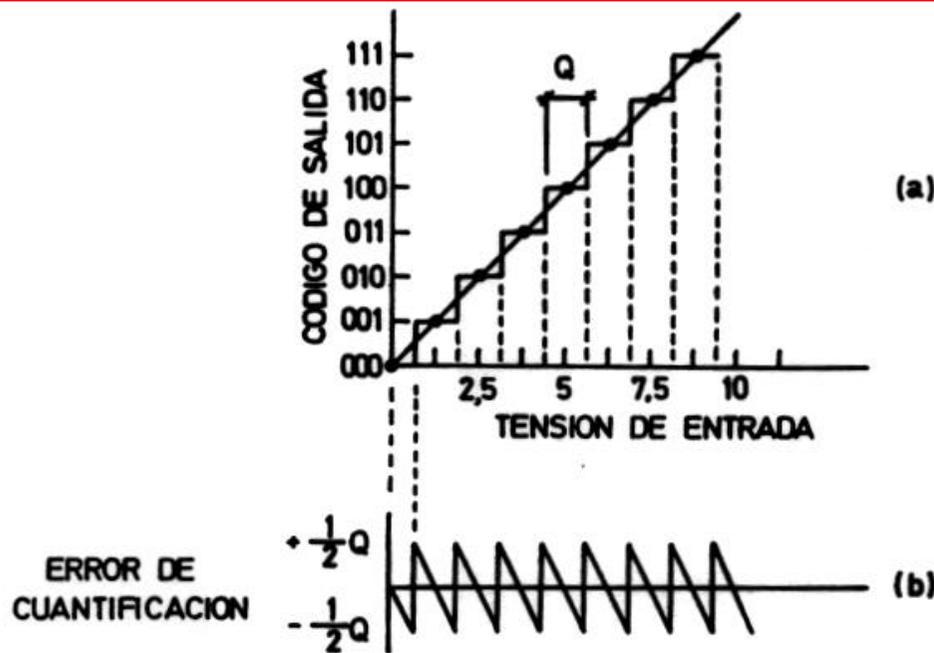


CONVERTIDOR A/D

■ CONVERTIDOR A/D



CONVERTIDOR D/A



Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

- OTRAS VARIABLES QUE SE ALMACENAN EN LA MEMORIA INTERNA :
 - *relés internos* ocupan posiciones RAM de 1 bit, y son utilizados como área de datos temporales, como salida de resultados de operaciones intermedias, y para controlar otros bits o registros, temporizadores y contadores.
 - *relés auxiliares/especiales* se guardan en posiciones de 1 bit, y mantienen información sobre señales necesarias para el sistema, como relojes, bits de control, flags de estados de la CPU, e información sobre el autómata (Run, Stop, Halt, errores, etc.). Estos relés pueden consultarse y utilizarse desde el programa usuario.
 - Area de *temporizadores y contadores* ocupa posiciones de 16 bits o más bits, capaces de almacenar los valores de preselección y estado actualizados de estos elementos.

Arquitectura de los autómatas programables

- Arquitectura de los autómatas programables
 - Introducción a los autómatas programables
 - Estructura externa del autómata
 - Bloques que forman un autómata programable
 - Arquitectura interna de un autómata programable
 - Unidad central de proceso
 - Memoria
 - Memorias internas
 - **Memoria de programa**
 - Interfaces de entrada salida
 - Fuente de alimentación



Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias de programa

- Almacena el **programa de usuario**.
 - Además puede contener datos alfanuméricos y textos variables, y también información parametrizada sobre el sistema, por ejemplo nombre o identificación del programa escrito, indicaciones sobre la configuración de E/S o sobre la red de autómatas, si existe, etc.
- Cada instrucción del programa de usuario ocupa un paso o dirección del programa y necesita para ser almacenada dos posiciones de memoria (dos bytes o lo que es lo mismo una palabra (word)).

Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias de programa

MODELOS DE AUTOMATAS	Memoria central o memoria de programa (memoria para programa y datos)
SIMATIC S7-200 (1 inst = 2 bytes)	
CPU 210	512 bytes / 185 instrucciones de programa
CPU 212	1 Kbytes / 500 instrucciones y 512 palabras datos
CPU 216	8 Kbytes / 4K instrucciones y 2.5K palabras datos
CPU 224	8 Kbytes / 4K instrucciones y 2560 palabras datos
SIMATIC S7-300 (1 inst = 3 bytes)	
CPU 312 IFM	6 Kbytes / 2K instrucciones
CPU 313	12 Kbytes / 4K instrucciones
CPU 316	128 Kbytes / 42K instrucciones

Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias de programa

- memoria de usuario es siempre de tipo permanente RAM + batería o EPROM/EEPROM
- Secuencia normal de trabajo
 - en la fase de desarrollo y depuración del programa de control se utilizan las memorias RAM respaldadas por batería
 - una vez se este seguro del funcionamiento correcto del programa se pasa este a las memorias no volátiles EPROM o EEPROM. Cartuchos de memoria
- A todas las posiciones de memoria que es capaz de direccionar el autómata se le denomina *mapa de memoria*.
 - Depende de varios factores: La capacidad de direccionamiento de la CPU, que determina el número de direcciones asignadas a los dispositivos internos. El número de entradas/salidas conectadas, que determina la longitud de la memoria imagen de E/S. La longitud de la memoria de usuario utilizada.

Arquitectura de los autómatas programables

- Arquitectura de los autómatas programables
 - Introducción a los autómatas programables
 - Estructura externa del autómata
 - Bloques que forman un autómata programable
 - Arquitectura interna de un autómata programable
 - Unidad central de proceso
 - Memoria
 - Memorias internas
 - Memoria de programa
 - **Interfaces de entrada salida** 
 - Fuente de alimentación

Arquitectura interna de un autómata programable

Interfaces de entrada y salida

- misión establecer un puente de comunicación entre el autómata y el proceso
 - interfaces de **entrada** filtran, adaptan y codifican de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los elementos de entrada.
 - Las interfaces de **salida** son las encargadas de decodificar, y amplificar las señales generadas durante la ejecución del programa antes de enviarlas a los elementos de salida.
- En los autómatas pequeños, el tipo de interfaces disponibles suele ser limitado, siendo las más frecuentes, clasificadas por entradas y salidas:
 - Entradas
 - Corriente continua a 24 o 48 Vcc. Corriente alterna a 110 o 220 Vca. Analógicas de 0-10 Vcc o 4-20 mA
 - Salidas
 - Por relé. Estáticas por triac a 220 Vca máximo. Colector abierto para 24 o 48 Vcc. Analógicas de 0-10 V o 4-20 mA.

Arquitectura interna de un autómata programable

Interfaces de entrada y salida

Criterios	
Por el tipo de señales	<ul style="list-style-type: none"> - Digitales de 1 bit. - Digitales de varios bits. - Analógicas.
Por la tensión de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> - De corriente continua (estáticas de 24/110 Vcc) - De corriente continua a colector abierto(PNP/NPN) - De corriente alterna (60/110/220 Vca) - Salidas por relé (libres de tensión)
Por el aislamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Con separación galvánica (optoacopladores). - Con acoplamiento directo.
Por la forma de comunicación con la unidad central	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicación serie. - Comunicación paralelo.
Por la ubicación	<ul style="list-style-type: none"> - Locales - Remotos

Arquitectura de los autómatas programables

- Arquitectura de los autómatas programables
 - Introducción a los autómatas programables
 - Estructura externa del autómata
 - Bloques que forman un autómata programable
 - Arquitectura interna de un autómata programable
 - Unidad central de proceso
 - Memoria
 - Memorias internas
 - Memoria de programa
 - Interfaces de entrada salida
 - **Fuente de alimentación**

Arquitectura interna de un autómata programable

Fuente de Alimentación

- Misión: proporcionar las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema
- Debido a:
 - autómatas formados por bloques que requieren niveles de tensión y de potencia diferentes
 - están en ambientes con un alto contenido en ruido electromagnético.
- Por estos motivos normalmente la alimentación se obtiene de diferentes fuentes separadas, procurando aislar o independizar las siguientes partes del circuito :
 - Unidad central e interfaces E/S (alimentación autómata).
 - Alimentación de entradas.
 - Alimentación de salidas (cargas) de tipo electromagnético.

Arquitectura interna de un autómata programable

Fuente de Alimentación

- La alimentación de la CPU:
 - puede ser continua a 24 Vcc o alterna a 110/220 Vca
 - la propia CPU la que alimenta las interfaces conectadas a través del bus interno.
- La alimentación de los circuitos de E/S puede realizarse, según tipos , en alterna a 48/110/220 Vca, o en continua a 12/24/48 Vcc.
- Formas de de alimentar a un autómata y a sus unidades de expansión de entradas/salidas locales (unidas por el bus interno del autómata), con sus sensores y actuadores:
 - Una única fuente incorporada en el autómata alimenta a la CPU con sus interfaces de entrada y salida y a los sensores y actuadores. A la unidad de expansión le llega la tensión a través del bus interno.

Arquitectura interna de un autómata programable

Fuente de Alimentación

- Varias fuentes de alimentación diferentes para :
 - La propia del autómata
 - La auxiliar para alimentación de E/S
 - Fuente de alimentación CC para los actuadores de salida
 - Fuente de alimentación de CA para los actuadores de salida
- La elección de uno u otro sistema de alimentación depende de los siguientes aspectos :
 - Niveles de potencia necesarios para la aplicación.
 - Compatibilidad entre la tensión auxiliar suministrada por el autómata y las necesarias en el sistema de E/S
 - Funcionamiento o no de sensores y cargas a igual tensión de alimentación
 - Necesidad de aislamiento galvánico en el sistema de E/S

Despertar!!!

