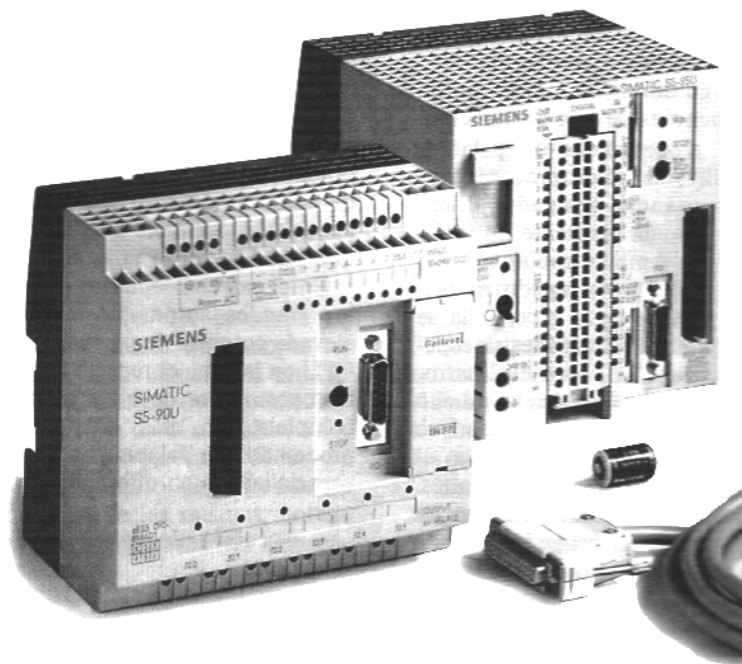




ÍNDICE

Apartado Página

- **AUTOMATISMOS 2**
- Introducción. Definición de automatismo. 2
- Principio de un sistema automático. 2
- **AUTÓMATAS PROGRAMABLES 3**
- Introducción. Definición de autómatas programables. 3
- Origen e historia de los autómatas. 4
- Estructura de un autómata programable. 5
- Configuración, instalación y puesta a punto. 8
- Equipos y lenguajes de programación. 14
- Forma de funcionamiento del autómata. Concepto de ejecución cíclica. 22
- **BIBLIOGRAFÍA 22**
- **Automatismos**
- ***Introducción. Definición de automatismo.***

La automatización de una máquina o proceso productivo simple tiene como consecuencia la liberación física y mental del hombre de dicha labor. Entendemos por «automatismo» el dispositivo físico (ya sea eléctrico, neumático electrónico, etc.) que realiza esta función controlando su funcionamiento.

- ***Principio de un sistema automático.***

Todo sistema automático por simple que sea se basa en el esquema representado en la siguiente figura:

Señales de detección

Automatismo Captadores

o parte de Máquina o proceso Trabajo

control operativo

Actuadores

Este circuito cerrado es lo que se conoce como *bucle o lazo*.

- **Autómatas programables**
- ***Introducción. Definición de autómata programable.***

Entendemos por Autómata Programable, o PLC (Controlador Lógico Programable), toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos. Realiza funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, contajes y otras más potentes como cálculos, regulaciones, etc.

Otra definición de autómata programable sería una «caja» en la que existen, por una parte, unos terminales de entrada (o captadores) a los que se conectan pulsadores, finales de carrera, fotocélulas, detectores...; y por otra, unos terminales de salida (o actuadores) a los que se conectarán bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas..., de forma que la actuación de estos últimos está en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado.

La función básica de los autómatas programables es la de reducir el trabajo del usuario a realizar el programa, es decir, la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida, puesto que los elementos tradicionales (como relés auxiliares, de enclavamiento, temporizadores, contadores...) son internos.

- ***Origen e historia de los autómatas.***

Los autómatas programables aparecieron en los Estados Unidos de América en los años 1969 – 70, y más particularmente en el sector de la industria del automóvil; fueron empleados en Europa alrededor de dos años más tarde. Su fecha de creación coincide, pues con el comienzo de la era del microprocesador y con la generación de la lógica cableada modular.

El autómata es la primera máquina con lenguaje, es decir, un calculador lógico cuyo juego de instrucciones se orienta hacia los sistemas de evolución secuencial. Hay que apreciar que, cada vez más, la universalidad de los ordenadores tiende a desaparecer, el futuro parece abrirse hacia esta nueva clase de dispositivos: máquina para proceso de señales, para la gestión de bases de datos...

El autómata programable es, pues en este sentido un precursor y constituye para los automatistas un esbozo de la máquina ideal.

La creciente difusión de aplicaciones de la electrónica, la fantástica disminución del precio de los componentes, el nacimiento y el desarrollo de los microprocesadores y, sobretodo, la miniaturización de los circuitos de memoria permiten presagiar una introducción de los autómatas programables, cuyo precio es atractivo incluso para equipos de prestaciones modestas, en una inmensa gama de nuevos campos de aplicación.

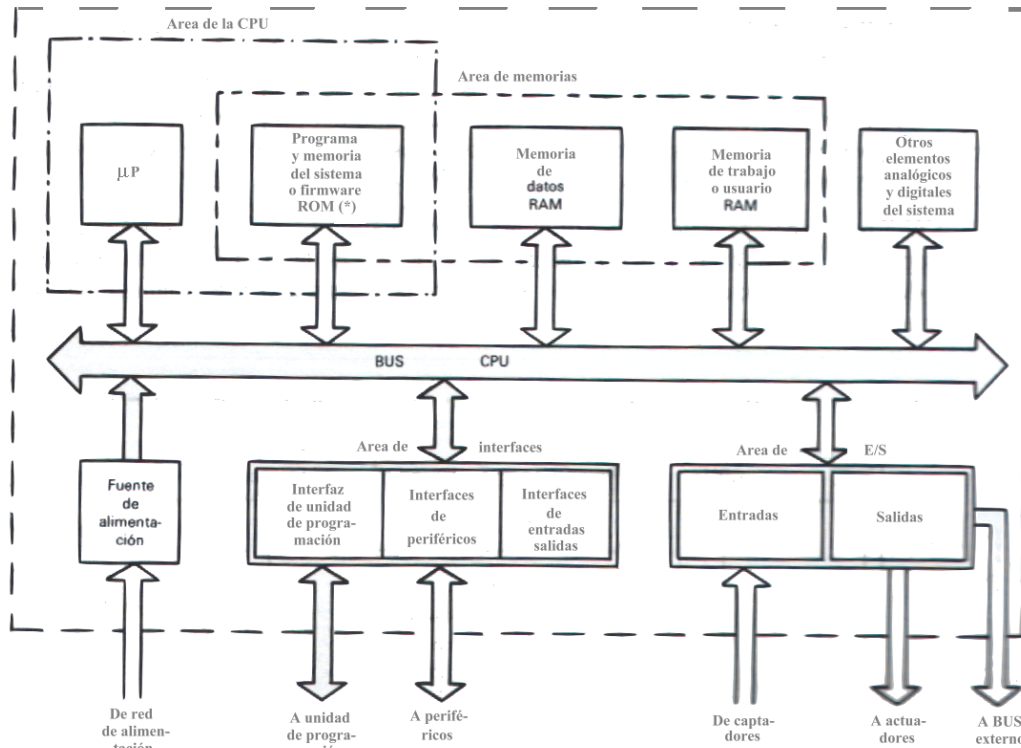
El autómata programable satisface las exigencias tanto de procesos continuos como discontinuos. Regula presiones, temperaturas, niveles y caudales así como todas las funciones asociadas de temporización, cadencia, conteo y lógica. También incluye una tarjeta de comunicación adicional, el autómata se transforma

en un poderoso satélite dentro de una red de control distribuida.

El autómata programable es un aparato electrónico programable por un usuario programador y destinado a gobernar, dentro de un entorno industrial, maquinas o procesos lógicos secuenciales.

- **Estructura de un autómata programable.**

La estructura básica de un autómata programable es la siguiente:



- **Fuente de alimentación:**

Es la encargada de convertir la tensión de la red, 220v corriente alterna, a baja tensión de corriente continua, normalmente a 24v. Siendo esta la tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el Autómata.

- **Unidad Central de Procesos o CPU:**

Se encarga de recibir las órdenes del operario por medio de la consola de programación y el módulo de entradas. Posteriormente las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas. En su memoria se encuentra residente el programa destinado a controlar el proceso.

Contiene las siguientes partes:

- ◆ Unidad central o de proceso
- ◆ Temporizadores y contadores
- ◆ Memoria de programa
- ◆ Memoria de datos
- ◆ Memoria imagen de entrada
- ◆ Memoria de salida

- **Módulo de entrada:**

Es al que se unen los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores,...).

Cada cierto tiempo el estado de las entradas se transfiere a la memoria imagen de entrada. La información recibida en ella, es enviada a la CPU para ser procesada de acuerdo a la programación.

Se pueden diferenciar dos tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los *pasivos* y los *activos*.

Los *captadores pasivos* son los que cambian su estado lógico (activado o no activado) por medio de una acción mecánica. Estos son los interruptores, pulsadores, finales de carrera,...

Los *captadores activos* son dispositivos electrónicos que suministran una tensión al autómata, que es función de una determinada variable.

• **Módulo de salidas:**

Es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños,...)

La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada, se envía a la memoria imagen de salidas, de donde se envía a la interface de salidas para que estas sean activadas y a la vez los actuadores que en ellas están conectados.

Según el tipo de proceso a controlar por el autómata, podemos utilizar diferentes módulos de salidas. Existen tres tipos bien diferenciados:

- ◆ A relés: son usados en circuitos de corriente continua y corriente alterna. Están basados en la conmutación mecánica, por la bobina del relé, de un contacto eléctrico normalmente abierto.
- ◆ A triac: se utilizan en circuitos de corriente continua y corriente alterna que necesitan maniobras de conmutación muy rápidas.
- ◆ A transistores a colector abierto: son utilizados en circuitos que necesiten maniobras de conexión / desconexión muy rápidas. El uso de este tipo de módulos es exclusivo de los circuitos de corriente continua.

• **Terminal de programación:**

El terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema.

Las funciones básicas de éste son las siguientes:

- ◆ Transferencia y modificación de programas.
- ◆ Verificación de la programación.
- ◆ Información del funcionamiento de los procesos.

Como consolas de programación pueden ser utilizadas las construidas específicamente para el autómata, tipo calculadora o bien un ordenador personal, PC, que soporte un software específicamente diseñado para resolver los problemas de programación y control.

• **Periféricos:**

Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata, pero sin embargo facilitan la labor del operario.

Los más utilizados son:

- ◆ Grabadoras a cassettes.
- ◆ Impresoras.
- ◆ Cartuchos de memoria EPROM.
- ◆ Visualizadores y paneles de operación OP.
- ◆ Memorias EEPROM.

• **Configuración, instalación y puesta a punto.**

La configuración del autómatas es un proceso mediante el que se determina como y donde se sitúan los distintos componentes del sistema de control.

La configuración dependerá de la tarea de control propiamente dicha y del tipo de control que se haya decidido y contempla tanto los elementos del autómatas como sus periféricos.

Durante la elaboración del algoritmo de control, se han determinado las entradas y salidas, tanto discretas como numéricas, y estas se han relacionado mediante diagramas o esquemas lógicos: la cantidad y tipo de las E / S determina qué componentes son necesarios.

La mejor manera de realizar la configuración es confeccionar un mapa de direccionado, en el que mediante una representación de las estructuras de E / S se indica qué componentes se ubican en el local junto a la unidad central y cuáles se sitúan en posiciones remotas. Concluida la configuración del sistema, pueden comenzar simultáneamente dos trabajos: la programación y la instalación.

• **Instalación**

Dadas las características constructivas y de diseño de los autómatas programables, su instalación es viable en prácticamente cualquier ambiente industrial siempre que no se sobrepasen las especificaciones dadas por el fabricante. No obstante, existen ciertas recomendaciones prácticas para asegurar un correcto funcionamiento del sistema, que atañen principalmente a las condiciones de temperatura y humedad y a la inmunidad frente a interferencias eléctricas.

En general el autómatas se montará en un armario de maniobra de dimensiones adecuadas para contener con holgura los componentes del equipo y el resto de elementos, como interruptores / seccionadores y fuentes de alimentación, circuitos de protección, conductos de cableado, etc. se recomienda el empleo de armarios metálicos ya que minimizan los efectos de la radiación electromagnética generada por equipos de conmutación instalados en las inmediaciones. Para la instalación, se seguirán las normas y reglamentos vigentes de aplicación habitual en cualquier instalación eléctrica de control.

La convección natural es suficiente ya que la mayoría de los fabricantes preparan los autómatas para que trabajen a una temperatura máxima de 60° .

• **Situación de los componentes**

Los componentes del autómatas se montaran siguiendo las recomendaciones del fabricante y en todo caso se pueden seguir las siguientes pautas de aplicación general:

- ◆ Es recomendable el montaje vertical de los componentes para facilitar la convección y disipación del calor.
- ◆ Las fuentes de alimentación deberán ocupar una posición por encima del resto de componentes y en la parte superior del armario, ya que son generadores de calor.
- ◆ La unidad central ocupará una posición adyacente o por debajo de las fuentes de alimentación, en la zona superior del armario, quedando a una altura que facilite su

inspección.

- ◆ Los racks de E / S estarán dispuestos de la forma más conveniente para el acceso y cableado, en el espacio libre.
- ◆ Se dejarán espacios suficientes entre los componentes y entre estos y la envolvente para una adecuada disipación del calor.
- ◆ Para el resto de componentes del sistema, se recomienda su instalación en posiciones lo más alejadas del equipo que sea posible, principalmente si se trata de componentes electromecánicos, para minimizar las interferencias electromagnéticas.

• **Cableado**

Siempre que sea posible, en la configuración del sistema se intentará agrupar los módulos por categorías en cuanto a entradas / salidas, tensión alterna o continua, señales discretas o analógicas.

Una configuración por grupos permite un cableado racional y una necesaria segregación de los cables de señal débil respecto a los que alimentan cargas, y de los de comunicaciones. Siempre que sea posible se separarán los cables de CC de los de CA, para minimizar las interferencias producidos por la conmutación de cargas y también los cables de interconexión de racks y de comunicaciones se separan completamente de otros.

• **Puesta a tierra**

Se seguirá lo especificado en la normativa vigente y las recomendaciones de los fabricantes, pero hay que recordar que cada una de las estructuras (racks) del autómata, debe estar unida mediante un cable independiente de sección adecuada, a la pletina de tomas de tierra del armario. Nunca deben compartirse circuitos de tierra entre racks o con otros componentes del sistema.

• **Circuitos de seguridad**

Los dispositivos de parada de emergencia se instalarán con independencia del autómata, para permitir la parada del sistema aún en caso de avería del mismo; en general, deben actuar sobre un contactor de maniobra que corta la alimentación a las cargas de la instalación.

• **Circuitos de disposición de E / S**

En general, o por lo menos para los dispositivos de salida, es deseable que exista un contactor de maniobra que permita cortar la alimentación de esos elementos y que hará posible trabajar con seguridad en la puesta a punto o investigación de averías, con el autómata alimentado.

• **Alimentación**

Se recomienda el empleo de transformadores separadores de alimentación ya que proporcionan una buena protección frente a interferencias introducidas en las líneas por la conmutación de cargas importantes existentes en la instalación. Además es deseable que los dispositivos de E/ S se alimenten de la misma línea que el autómata, ya que la fuente de alimentación del mismo posee circuitos de detección de nivel de tensión que provocan la secuencia de parada del equipo en caso de anomalía en la red, y de este modo se evitarán las falsas lecturas de señal de entrada.

Algunos autómatas incorporan una fuente auxiliar de 24 Vcc para uso externo de los dispositivos de entrada sobre módulos de entrada a 24 Vcc.

Hay que vigilar que no supere la capacidad de esta fuente, particularmente cuando se alimentan de ella dispositivos estáticos (detectores inductivos, fotoeléctricos, etc.) y deben seguirse las recomendaciones de

cableado del fabricante para minimizar la posibilidad de interferencia sobre estos circuitos.

En caso de que se prevea la existencia de variaciones de tensión en la línea de alimentación que puedan superar los márgenes de trabajo especificados para el equipo, habrá que instalar transformadores estabilizadores, para evitar frecuentes paradas del sistema; en estas circunstancias es mejor alimentar las salidas del autómata directamente desde la línea de entrada para descargar el transformador permitiendo que sea de una menor potencia.

• **Consideraciones sobre la instalación de E / S.**

Cuando se emplean dispositivos electrónicos de detección como elementos de entrada, hay que tener en cuenta la corriente residual de los mismos (detectores de 2 hilos de corriente alterna). En general, el problema se reduce a que el indicador de entrada se ilumina tenuemente, pero en ocasiones, cuando la corriente residual es elevada, o dependiendo de los umbrales de disparo del circuito de entrada pueden darse señales falsas.

Cuando los dispositivos de entrada trabajan a niveles de señal débil como TTL, analógicas, termopares, etc., hay que realizar conducciones de cableado separadas para evitar el problema de la inducción. Además, para evitar las interferencias electromagnéticas, se recomienda la instalación mediante cables trenzados y apantallados.

Los circuitos de salida controlan habitualmente cargas inductivas (solenoides), que provocan la aparición de picos de tensión cuando se interrumpe el circuito de alimentación (descarga del circuito inductivo). Estas crestas, que pueden alcanzar varios centenares de voltios, deben ser suprimidas, ya que pueden averiar los circuitos de salida (estáticos) y provocar interferencias en todo el sistema. Los fabricantes suelen incorporar supresores de transitorios en los circuitos de los módulos de salida pero a veces no son suficientes para evitar anomalías.

En general los módulos de salida incorporan circuitos fusibles de protección dimensionados adecuadamente a las características nominales de la salida (transistor, triac); si no es así, hay que instalarlos en el exterior (regleta de bornes) teniendo en cuenta las especificaciones del fabricante ya que no protegerán adecuadamente la salida en caso de sobrecarga si no están bien dimensionados.

• **Puesta a punto**

Una vez montado e instalado el equipo y cargado el programa en la memoria de la Unidad Central, hay que poner en marcha el sistema para comprobar que responde adecuadamente a la descripción de la tarea de control original, y en su caso realizar las correcciones y mejoras oportunas.

Antes de dar alimentación, hay que hacer una serie de comprobaciones rutinarias pero importantes:

- 1.- Comprobar que todos los componentes del Autómata están en su lugar (el que corresponde a la configuración) perfectamente insertados en sus conectores y asegurados.
- 2.- Comprobar que la línea de alimentación está conectada a los correspondientes terminales de la fuente de alimentación del equipo, y que se distribuye adecuadamente a los módulos de entrada y salida (si procede).
- 3.- Verificar que los cables de interconexión entre racks están correctamente instalados.
- 4.- Verificar que los cables de conexión a periféricos están correctamente instalados.
- 5.- Verificar que las conexiones de los bornes de E / S están firmes y corresponden al esquema de cableado.

6.– Verificar que las conexiones a los módulos de E / S están firmes y corresponden al esquema de conexiones.

Previo al ensayo de funcionamiento según lo programado, hay que comprobar que los dispositivos de E / S funcionan correctamente,

- a) Con el equipo en PARO (STOP, HALT, DISABLE, TEST, etc. depen-diendo del modelo) aplicar tensión al sistema.
- b) Verificar que los indicadores de diagnóstico de la Unidad Central reflejan una situación correcta.
- c) Comprobar que los paros de emergencia actúan correctamente.
- d) Accionar los dispositivos de entrada manualmente y verificar que su estado es registrado por el autómata; el funcionamiento se puede seguir en los indicadores de los módulos y también se puede seguir visualizando la tabla de E / S mediante un equipo de programación.

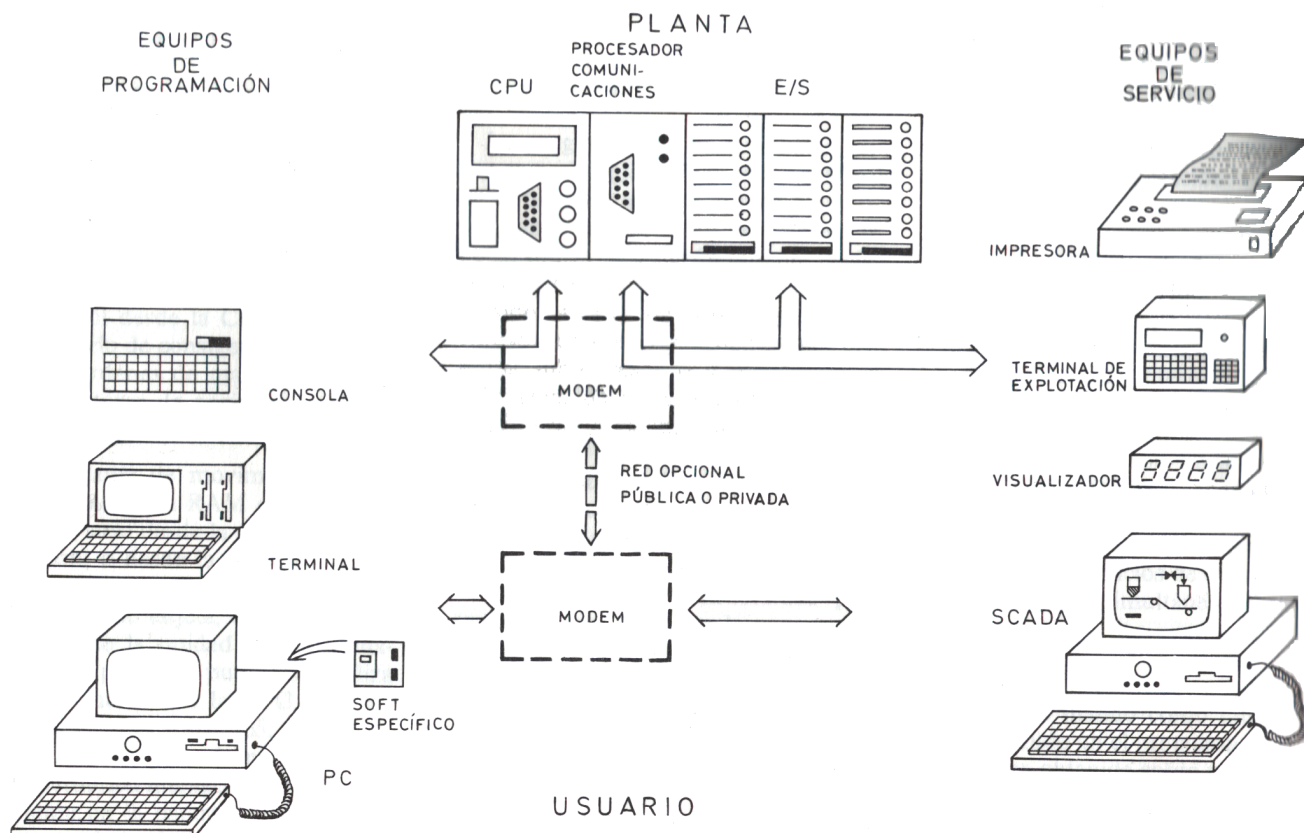
Para la comprobación de los dispositivos de salida, hay que cortar la alimentación de las cargas que pudieran dar lugar a situaciones peligrosas y verificar con el procesador en MARCHA (RUN) que las salidas se activan. Esta comprobación resulta más fácil si se utiliza un terminal de programa-ción en el modo forzado de E / S" para activar o desactivar las salidas una a una.

Una vez finalizadas todas las comprobaciones anteriores, hay que intro-ducir el programa en la memoria de la Unidad Central y dar alimentación al sistema. Se recomienda que siempre que sea posible, las pruebas de funcionamiento se hagan por áreas, particularmente si se trata de sistemas grandes, dejando fuera de servicio los componentes de las áreas que no se prueban; esto puede realizarse cortando la alimentación de campo de los racks de E / S o inhibiendo su funcionamiento, incluyendo las oportunas instrucciones en el programa (MCR) que se eliminarán una vez concluidas las pruebas.

Verificadas y corregidas las distintas secuencias, el sistema puede arran-car en automático debiendo funcionar correctamente si todas las com-probaciones se han efectuado con éxito. Las correcciones efectuadas, tanto en la instalación como en el programa deben ser documentadas inmediatamente, y se obtendrán copias del programa definitivo (copia, en disco o cinta) tan pronto como sea posible.

• Equipos y lenguajes de programación.

Equipos de programación



El equipo de programación de un autómata tiene por misión configurar, estructurar, programar, almacenar y aprobar las diferentes funciones del automatismo, tanto las contenidas en la CPU básica, como las que aparecen en las CPU auxiliares y módulos periféricos. Se define entonces el equipo de programación como el conjunto de medios hardware y software mediante los cuales el programador introduce y depura las memorias del autómata las secuencias de instrucciones (en uno u otro lenguaje) que constituyen el programa a ejecutar.

Son funciones específicas de los tipos de programación las siguientes:

- ◆ Escritura del programa de usuario, directamente en la memoria del autómata, o en la memoria auxiliar del mismo equipo. Verificación sintáctica y formal del programa escrito.
- ◆ Edición y documentación del programa o aplicación.
- ◆ Almacenamiento y gestión del programa o bloques del programa.
- ◆ Transferencias de programas de y hacia el autómata.
- ◆ Gestión de errores del autómata, con identificación de los mismos, ayudas para su localización y corrección, y reinicialización del sistema.

Además de las funciones anteriores, es muy frecuente encontrar otras adicionales:

- ◆ Puesta en marcha y detención del autómata (RUN / STOP).
- ◆ Monitorización del funcionamiento, sobre variables seleccionadas o sobre las propias líneas del programa.
- ◆ Forzado de variables binarias o numéricas y preselección de contadores, temporizadores y registros de datos.

El programador se comunica con el equipo utilizando un entorno operativo simplificado, con comandos como editar, insertar, buscar, transferir. etc.

Introducido el programa, el equipo de programación lo compila a:

- ◆ Código máquina ejecutable directamente por el procesador del autómata.
- ◆ Código intermedio interpretado por el procesador del autómata para obtener un código máquina ejecutable.

En el primer caso, el equipo será específico para el autómata considerado, o ha sido configurado para él, mientras que en el segundo podrá utilizarse para autómatas equipados con diferentes procesadores, aunque siempre del mismo fabricante, restricción obligada por el empleo de lenguajes, o variantes de lenguaje, particulares por cada fabricante.

Debe indicarse que el programador necesita siempre introducir una configuración adicional sobre el equipo, a fin de que el sistema pueda verificar el mapa de memoria que se está utilizando, aceptar o no instrucciones particulares, comprobar el número y tipo de variables utilizadas, etc.

En general, los equipos de programación podrán ser de dos tipos:

- ◆ Específicos, bajo la forma de una consola o terminal conectado directamente a la entrada de programación del autómata.
- ◆ Implementados sobre una máquina de uso general, mediante un software dedicado que corre bajo un entorno operativo de amplio uso (DOS, UNIX, WINDOWS).

Entre los equipos específicos, y según su complejidad, podemos distinguir dos variantes:

- ◆ Consola o unidad de programación.
- ◆ Terminales de programación.

Aunque existen pocas diferencias entre unas y otros, éstas se hacen diferentes cuando se considera la facilidad de manejo e integración de ayudas al programador: almacenamiento, documentación, trabajo con símbolos, etc., las cuales son funciones propias de los terminales que no aparecen o son muy reducidas en las consolas de programación.

• **Consolas de programación**

Las consolas son pequeños dispositivos de bolsillo que permiten la programación, ajuste y diagnóstico del autómata, con un visualizador («display») apto para observar una (o pocas) líneas de programa, literal o de esquema de contactos, y un teclado alfanumérico dividido en tres zonas:

- ◆ Teclas de comandos (insertar, borrar, transferir, etc.),
- ◆ Teclas de instrucciones (LOD, AND, NOT, TIM, etc.),
- ◆ Teclas numéricas, normalmente decimales (0, 1, 2, etc.).

Son dispositivos portátiles y de bajo precio (aunque significativo frente al de un microautómata), especialmente útiles para las intervenciones de ajuste en planta: edición de alguna línea de programa, forzado de variables durante la puesta a punto, modificación de valores numéricos de preselección, etc., aunque para aplicaciones más ambiciosas presentan los problemas inherentes a su simplicidad:

- ◆ Dificultades para trabajar con más de un programa simultáneamente,
- ◆ Dificultades para el almacenamiento y / o impresión de programas: necesita conectarse a una unidad exterior (PC, terminal de programación, módulo de conexión a impresora) para alcanzar estas funciones.
- ◆ Muy baja o inexistente capacidad de documentación del programa (uso de símbolos, textos de

ayuda, etc.).

Pese a estos problemas, las consolas de programación son verdaderos terminales inteligentes, con su propio procesador y memorias, que permiten trabajar, con una alimentación auxiliar, fuera del entorno del autómata, lejos de la planta donde éste está instalado, facilitando el desacople entre la edición y la explotación del programa.

En el caso de autómatas equipados con memorias extraíbles, tipo EPROM o EEPROM, la consola permite también la grabación de esta memoria. La tendencia actual, sin embargo, pasa por incorporar la memoria (EEPROM), junto con los circuitos de programación de la misma, en el interior del autómata, oculta para el usuario, siendo la propia CPU la que se encarga del control de grabación a partir de los datos transmitidos desde la consola.

• **Terminales de programación.**

El terminal de programación se distingue de la consola por su teclado tipo QWERTY y su pantalla de gran tamaño, que permite la visualización de bloques completos de programa, con identificación simbólica de las variables y menús de ayuda on line.

Con todos los elementos propios de un miniordenador autónomo, a saber

– Procesador, memorias, interfaces y puertos de entrada / salida, monitor y teclado, sistema operativo y software de aplicación.

Los terminales constituyen verdaderas estaciones autónomas de trabajo dedicadas a la programación de autómatas y, de hecho, su objetivo común consiste en integrar un puesto de trabajo evolucionado que permita programación combinada en distintos lenguajes, edición del programa por bloques, manejo de librerías, simulación del programa resultante, conexión a otros ordenadores por red informática, o a redes de autómatas específicas del fabricante, etc. El manejo de estos terminales es muy simple, gracias al empleo de teclas funcionales y ayuda en línea que facilitan el acceso a todas sus funciones:

– Programación off / on line, búsqueda y corrección de instrucciones, señalización del estado de señal, mando de variables y autómata, programación en EPROM y en EEPROM, archivo en disco y disquete, usados por impresora, etc.

En programación off / on line, los programas se confeccionan sin conexión entre el aparato y el autómata, y una vez finalizados se transfieren a módulos de memoria independientes enchufables después al autómata, o se mantienen en la memoria del aparato de programación para su transferencia directa a la memoria del autómata.

En programación on line los programas se confeccionan, prueban y corrigen sobre el mismo autómata, unido directamente a la unidad de programación.

El sistema operativo incorporado por terminales específicos es particular para cada fabricante por lo que no se pueden intercambiarse entre sí. Sin embargo un terminal dado permite la programación de varios o todos los autómatas de la marca y la edición de programas en sus lenguajes propios, libres o gráficos con múltiples opciones de documentación: edición de texto dentro del programa, encabezados y pies de página, programación simbólica sobre variables, información de referencias cruzadas, resúmenes del programa, planos de ocupación de entradas, salidas y variables internas, etc.

• **Software para la programación.**

Los paquetes de software para programación de autómatas convierten un ordenador personal en un equipo de programación específico, aprovechando sus potentes recursos de interfaz con otros sistemas (impresoras, otros PC) y con el usuario (teclado, monitor), y el bajo precio del hardware debido a la estandarización y generalización de uso de los ordenadores compatibles. Esta opción (PC + software) constituye, junto con las consolas, y éstas en menor medida, prácticamente la totalidad de equipos de programación utilizados por los programadores de autómatas.

Los requisitos de hardware y software exigidos para instalar sobre el PC un entorno de programación de autómatas suelen ser, en general, muy ligeros, sobre todo cuando la instalación se realiza sobre sistema operativo DOS:

- Ordenador PC/AT compatible (procesador 286/386 en adelante), sistema operativo instalado MS-DOS 3.0 o superior, 470 K de memoria RAM convencional (frecuentemente, no se utiliza memoria extendida o expandida), lector de disco de 5 ¼ o 3 ½ pulgadas para cargar el software, un puerto serie COM1 / COM2 para conexión con el autómata, y excepcionalmente otro para manejo del ratón, opcionalmente, un puerto paralelo de conexión con impresora para volcados de impresión.

Algunos entornos actuales que corren bajo Windows presentan exigencias algo más duras en cuanto al hardware necesario en el PC (procesador 486 o superior, 8 Mbytes RAM,...), aunque en la práctica quedan cubiertas si el equipo está ya soportando el entorno Windows.

El paquete de programación se completa con la unidad externa de conexión que convierte y hace compatibles las señales físicas entre la salida serie estándar de PC (RS-232C, RS-422/485) y el puerto de conexión de la consola del autómata, canal usualmente utilizado también para la conexión con el PC.

• **Modos de trabajo de los equipos de programación.**

Los equipos de programación funcionan en diferentes modos, según la fase del desarrollo en que se encuentra el programador:

- Edición del programa de usuario, puesta a punto de la aplicación, documentación, etc.

Dentro de cada modo, el programador accede a sus funciones propias mediante los comandos específicos (por ejemplo, en modo editor, borrar, insertar, buscar, sustituir, etc.).

Dado que la función básica del equipo de programación consiste en introducir y corregir un programa sobre el autómata, los modos de trabajo de los diferentes equipos son semejantes entre sí, aunque, en la práctica, su presentación pueda tener un aspecto muy diferente entre unos y otros fabricantes. De hecho, resulta muchas veces más difícil conocer y utilizar con soltura una unidad de programación dada que encontrar las diferencias de programación entre uno y otros autómatas, sobre todo si utilizan el mismo lenguaje (instrucciones, contactos, etc.).

Los terminales y los entornos software de programación sobre PC incorporan teclas funcionales multiplexadas, con diferente función (comando) según el modo de trabajo en que se encuentre la unidad, y pasos entre modos organizados PO, menús en árbol.

Más sencillas, las consolas permiten menos variedad funcional, y las funciones de uso más frecuente suelen aparecer identificadas con su propio nombre grabado sobre la tecla: insertar, borrar, transferir, comparar, etc.

• **Resumen.**

En una aplicación con autómata programable el usuario actual (programador u operador) necesita

comunicación con la máquina para programar y de-purar el programa, para acceder a los estados de planta y para forzar secuen-cias de mando sobre el sistema.

Estas funciones son cubiertas por las unidades de programación, equipos y entornos software inteligentes dedicados, con interfaces sencillas para el usuario, y con canales y protocolos de conexión con el au-tómata ya resueltos.

Con ellos, el usuario accede a las funciones que necesita (programación, depuración, visualización, forzado, etc.) de forma rápida y flexible, según pro-cedimientos interactivos que facilitan la aplicación del autómeta a cualquier proceso industrial.

Un primer bloque de equipos lo constituyen las unidades de progra-mación, diagnóstico y test, destinadas a facilitar la edición y puesta a punto de programas de autómeta.

Las unidades de programación son equipos físicos específicos o entornos software sobre PC que permiten la edi-ción y depuración del programa utili-zando sistemas operativos amables que no exigen del programador ser un ex-perto informático.

Todos estos equipos facilitan la interfaz del usuario con el autómeta y la planta y le permiten un mayor control interactivo sobre la misma, sin nece-sidad de conocer los lenguajes y equi-pos de programación del autómeta uti-lizado.

Lenguaje de programación

Cuando surgieron los autómetas programables, lo hicieron con la necesidad de sustituir a los enormes cuadros de maniobra contruidos con contactores y relés. Por lo tanto, la comunicación hombre-máquina debería ser similar a la utilizada hasta ese momento. El lenguaje usado, debería ser interpretado, con facilidad, por los mismos técnicos electricistas que anteriormente estaban en contacto con la instalación. Estos lenguajes han evolucionado, en los últimos tiempos, de tal forma que algunos de ellos ya no tienen nada que ver con el típico plano eléctrico a relés.

Los lenguajes más significativos son:

- **Lenguaje a contactos:**

Es el que más similitudes tiene con el utilizado por un electricista al elaborar cuadros de automatismos. Muchos autómetas incluyen módulos especiales de software para poder programar gráficamente de esta forma.

- **Lenguaje por lista de instrucciones:**

En los autómetas de gama baja, es el único modo de programación. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos que se asocian a los símbolos y su combinación en un circuito eléctrico a contactos. También decir, que este tipo de lenguaje es, en algunos casos, la forma más rápida de programación e incluso la más potente.

- **GRAFCET (Gráfico Funcional de Etapas y Transiciones):**

Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos. Muchos de los autómetas que existen en el mercado permiten la programación en GRAFCET, tanto en modo gráfico o como por lista de

instrucciones. También podemos utilizarlo para resolver problemas de automatización de forma teórica y posteriormente convertirlo a plano de contactos.

- **Plano de funciones lógicas:**

Resulta especialmente cómodo de utilizar, a técnicos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente.

- ***Forma de funcionamiento del autómata. Concepto de ejecución cíclica.***

La mayoría de los autómatas actuales se basan en el concepto de la ejecución cíclica de las instrucciones ubicadas en su memoria.

El programa es una serie de instrucciones grabadas en la memoria, un ciclo de proceso consiste inicialmente en la consideración de una serie de entradas que seguidamente serán fijadas para todo el ciclo. Después, el autómata ejecuta una instrucción tras otra hasta finalizar el programa y finalmente se definen las ordenes a aplicar sobre las salidas. El ciclo se reproduce así indefinidamente.

- **Bibliografía**

Autómatas Programables. Autores: Josep Balcells y José Luis Romeral. Editorial Marcombo. Barcelona 1997.

Autómatas Programables. Autores: Alejandro Porras Criado y A. P. Montanero. Editorial McGraw-Hill. Madrid 1997.

Autómatas Programables. Autor: Albert Mayol i Badía. Editorial Marcombo. 1987.

Autómatas programables