

34. Principios básicos de la automatización. Sistemas cableados y sistemas programados: tipología y características. Tipos de energía para el mando, tecnologías y medios utilizados.

Índice

34.1. Principios básicos de la automatización

34.1.1. Introducción

34.1.2. Conceptos básicos

34.2. Sistemas cableados y sistemas programados: tipología y características

34.3. Tipos de energía para el mando. Tecnologías utilizadas

34.3.1. Automatización mecánica

34.3.2. Automatización neumática

34.3.3. Automatización hidráulica

34.3.4. Automatización eléctrica

34.3.5. Automatización electrónica

34.4. Medios utilizados

34.5. Conclusión

34.1. Principios básicos de la automatización

34.1.1. Introducción

En la actualidad, las empresas se ven en la necesidad de adaptarse con rapidez a las exigencias del mercado intentando adelantarse a sus competidores en un entorno en continuo cambio.

La automatización de máquinas y procesos ha permitido mejorar la productividad y la calidad de los productos y la disminución de costes. Pero esto no es suficiente cuando un producto no obtiene éxito o su ciclo de vida se acorta como consecuencia de la aparición de un producto sustitutivo. La automatización tradicional no permite mejorar en este aspecto.

Las tecnologías de la información han propiciado un nuevo enfoque por el que la producción se contempla como un flujo del material a través del sistema productivo y que interacciona con todas las áreas de la empresa. De ello surge el concepto de Automatización Integrada (CIM, *Computer Integrated Manufacturing*) que persigue los siguientes objetivos:

- Reducir los niveles de *stock* y controlarlos en tiempo real.
- Disminuir los costes directos, mejorar la productividad y el control de calidad.
- Aumentar la disponibilidad de las máquinas mediante la reducción de los tiempos de preparación.
- Permitir la rápida introducción de nuevos productos.

Además, los equipos de control inteligentes deben integrarse en un único sistema en el que deben intercambiar información entre sí y con los sistemas informáticos de las otras áreas de la empresa, a través de medios como el Protocolo para la Automatización de la Producción (MAP), que permite la incorporación de diferentes equipos a un único entorno de comunicaciones.

34.1.2. Conceptos básicos

La automatización de una máquina o proceso consiste en la incorporación de un dispositivo tecnológico que se encarga de controlar su funcionamiento. El sistema que se crea con la incorporación del dispositivo, denominado genéricamente automatismo, es capaz de reaccionar ante las situaciones que se presentan ejerciendo la función de control para la que ha sido concebido.

Un sistema automatizado consta de:

- La **máquina o proceso** que se quiere controlar.
- Una **unidad de control** encargada de ejecutar las acciones necesarias.
- Un conjunto de **controladores** o elementos de interfaz entre la máquina y el control.

La información que utiliza la unidad de control es recogida por un conjunto de elementos denominados **captadores**. Esta información es el resultado de los cambios que tienen lugar en el estado de la máquina o proceso como consecuencia de su función. Por otra parte, la unidad de control genera órdenes que se transmiten a la máquina a través de **actuadores**, que transforman dichas órdenes en magnitudes o cambios físicos en el sistema mediante la aportación de potencia.

En resumen, se trata de un proceso en lazo cerrado, en el que existe un flujo continuo de información desde la máquina o proceso a la unidad de control y viceversa. La información recibida en la unidad de control se trata según un método especificado previamente que se conoce como **algoritmo de control** del sistema, del que se obtienen las acciones que conducirán al funcionamiento de la máquina o proceso.

Además, la unidad de control es capaz de proporcionar información ya elaborada sobre el estado y evolución del sistema al operador del mismo. Por otra parte el operador puede intervenir en el desarrollo del control mediante las consignas que modifican los parámetros del algoritmo de control o tomar el mando total pasando el sistema a control manual.

34.2. Sistemas cableados y sistemas programados: tipología y características

Las tecnologías empleadas en la automatización pueden clasificarse en dos grandes grupos: tecnologías cableadas y tecnologías programadas o programables (figura 34.1).

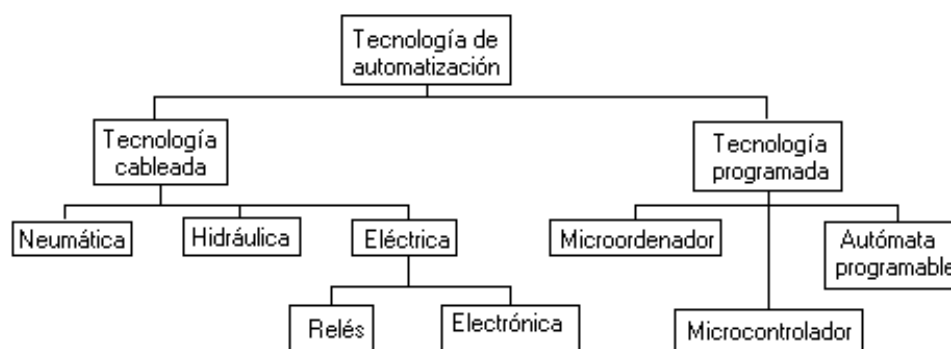


Figura 34.1. Tecnologías empleadas en la automatización

Los automatismos **cableados** se realizan a base de uniones físicas de los elementos que constituyen la unidad de control. La forma en que se establecen dichas uniones se determina por la experiencia o por un planteamiento teórico empleando las ecuaciones lógicas o el álgebra de Boole. Los circuitos de los esquemas serán aplicables a dispositivos neumáticos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos.

La tecnología cableada ha sido y es extensamente empleada en la industria, pero presenta ciertos **inconvenientes**:

- En general ocupa mucho espacio.
- Poca flexibilidad ante modificaciones o ampliaciones.
- Es difícil la identificación y resolución de averías.
- No están adaptados a funciones de control complejas.

La disponibilidad de **equipos programables** (microprocesadores) inició la aplicación de la tecnología programable en el medio industrial.

Un **microprocesador** es un dispositivo con capacidad para leer una secuencia de instrucciones (programa almacenado) en código binario y ejecutar distintas acciones dependiendo del tipo de instrucción.

Todos los equipos microprogramables, además del microprocesador,

disponen de una **memoria** donde almacenar el programa que ejecutan y los datos con los que opera el programa, y de unas **unidades de entrada/salida** mediante las cuales el microprocesador se comunica con el entorno exterior.

Los microprocesadores se aplicaron allí donde la cantidad de información y la complejidad del algoritmo de control hacían extremadamente complicado el empleo de equipos cableados; un campo particularmente propicio fue el de la industria de proceso (química, petroquímica).

Los **microordenadores**, cuya capacidad de tratamiento de la información estaba probada en aplicaciones de cálculo y gestión, si bien paliaban los inconvenientes de las técnicas cableadas, aportaban una nueva problemática para su empleo generalizado en el control industrial por los siguientes motivos:

- Poco adaptados a las condiciones del medio industrial.
- Requerían personal especializado para la programación y mantenimiento.
- Coste elevado del equipo.

Hoy en día, en los procesos industriales el ordenador es más empleado en tareas de supervisión, comunicado con la red de autómatas o de microcontroladores, funciones de procesamiento y almacenamiento de datos, presentación gráfica de resultados, visualización del estado del proceso, etc., que en las específicas de control.

A principios de la década de los 70 empezó a aplicarse con éxito un nuevo dispositivo programable, el **autómata programable industrial**, paralelamente a la difusión de la tecnología del microprocesador. El autómata surgió como alternativa a la aplicación de los equipos informáticos en la industria y se ha constituido en el principal dispositivo programable empleado en control industrial.

El autómata programable, PLC (*Programmable Logic Control*) es un equipo electrónico con el que pueden controlarse procesos secuenciales en tiempo real en aplicaciones industriales de diversos tipos. Las **ventajas** que incorpora son:

- Fiabilidad.
- Mejora el control de los procesos.
- Permite introducir cambios rápidos en las maniobras y en los procesos.
- Controla y protege los aparatos eléctricos.
- Reduce el volumen de los automatismos.
- Aumenta el grado de seguridad de las instalaciones que controla.

La tercera opción de la tecnología programada es el **microcontrolador** que es un dispositivo que ofrece en un único circuito integrado: un microprocesador, memoria de programa (ROM) y de datos (RAM), y unidades de entrada y de salida que posibilitan su comunicación con el entorno industrial, es decir, con el proceso en el que interviene.

Esta es la **solución más sencilla y económica** pero no proporciona la fiabilidad y la seguridad de funcionamiento en condiciones extremas o en ambientes industriales de los autómatas programables ni la potencia de cálculo y proceso del ordenador.

Sin embargo son muy populares en electrodomésticos, máquinas de oficina, automóviles, videoconsolas, y otras aplicaciones donde el medio ambiente es limpio y confortable o donde un fallo en la función de control no supone que el proceso controlado se paralice. Por ejemplo, si falla el microcontrolador -ordenador a bordo-

del automóvil no tendremos un chequeo permanente del estado del vehículo, pero esto no influirá en el desplazamiento eficaz del vehículo.

34.3. Tipos de energía para el mando

Según la naturaleza del automatismo empleado puede hablarse de automatización **mecánica, neumática, hidráulica, eléctrica y electrónica**. Además existen técnicas mixtas que son combinaciones de las citadas y que, en la práctica, son las más habituales.

34.3.1. Automatización mecánica

Los sistemas mecánicos suelen ser complicados -por la abundancia de mecanismos- y de escasa flexibilidad. Por el contrario, la tecnología que regula su funcionamiento es relativamente accesible al personal poco cualificado, lo que se traduce en un montaje y mantenimiento económicos.

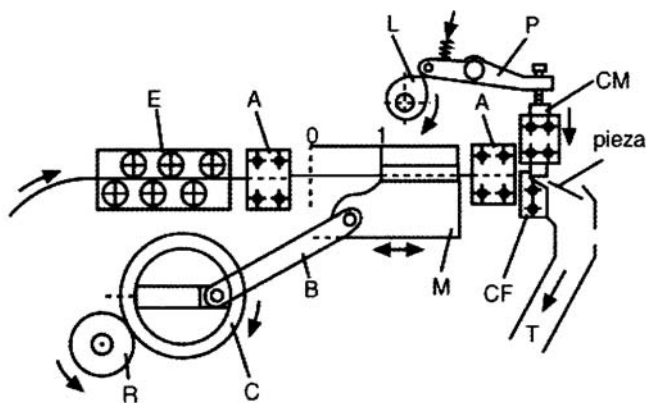


Figura 34.2.a.- Máquina automática mecánica.

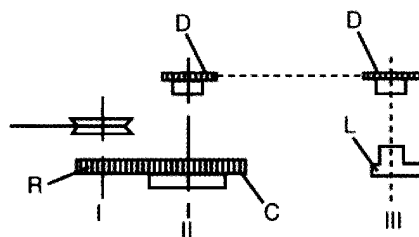


Figura 34.2.b.

Los mecanismos que los componen son: ruedas dentadas y poleas para transmisiones del movimiento de biela-manivela, piñón-cremallera, etc., para la conversión del movimiento rectilíneo en circular y viceversa; levas y palancas para la obtención de recorridos controlados, etc. (figura 34.2).

Los grandes problemas de la automatización mecánica son: la longitud, en muchas ocasiones, de las cadenas cinemáticas, y, por supuesto, la sincronización de movimientos en los órganos móviles.

Existe una gran variedad de automatismos mecánicos en la industria: desde las máquinas herramientas (tornos, fresadoras, limadoras), hasta los relojes mecánicos, pasando por los telares, motores de combustión interna y toda la maquinaria que formó parte de la revolución industrial.

34.3.2. Automatización neumática

La técnica neumática admite infinidad de aplicaciones en el campo de la máquina herramienta, especialmente en los trabajos de fijación de piezas, bloqueo de órganos, alimentación de máquinas y movimiento lineal de órganos que no

requieran velocidades de actuación rigurosamente constantes. Prácticamente la totalidad de las automatizaciones industriales tienen, como elementos de mando, instalaciones neumáticas (figura 34.3).

Como principales **ventajas** del mando neumático cabe destacar:

- La sencillez de los propios sistemas de mando: cilindros, válvulas, etc.
- La rapidez de movimiento (respuesta) del sistema neumático.
- La economía de los sistemas neumáticos una vez instalados.

Y como **inconvenientes**:

- La instalación requiere un desembolso económico añadido a la propia automatización.
- El mantenimiento del estado del aire, ya que debe mantenerse perfectamente limpio y seco.

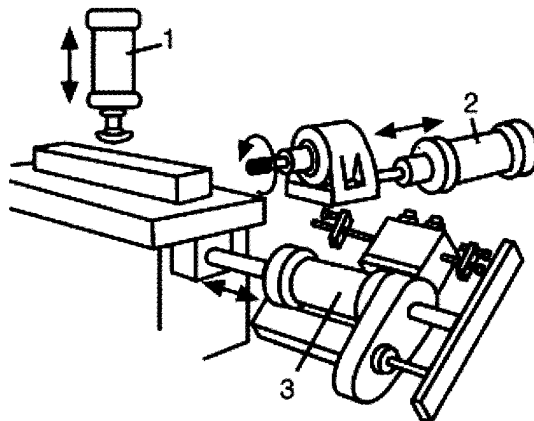


Figura 34.3.- Automatismo neumático.

34.3.3. Automatización hidráulica

Prácticamente lo dicho para la automatización neumática vale para la hidráulica, aunque con algunas diferencias; por ejemplo, el mando hidráulico es más lento que el neumático, sin embargo, es capaz de desarrollar más trabajo. La hidráulica se prefiere en sistemas que deban desarrollar más trabajo y no sea primordial la velocidad de respuesta. Este tipo de mando lo encontraremos en prensas, diversas máquinas herramientas, y por supuesto, en el automóvil: frenos, dirección e, incluso, suspensión.

34.3.4. Automatización eléctrica

Dado que la energía eléctrica está disponible en cualquier instalación industrial, prácticamente cualquier máquina por sencilla que sea, va a tener algún tipo de automatismo eléctrico, encargado de gobernar los motores o como función de mando dentro de la propia máquina (figura 34.4).

La técnica eléctrica se utiliza para control de movimiento (lineal o angular), en los casos en que se precisan velocidades constantes o desplazamientos precisos. Su gran ventaja es la disponibilidad de una fuente de energía eléctrica en prácticamente cualquier lugar.

Los elementos de mando más comunes son los pulsadores, interruptores, conmutadores, finales de carrera, detectores fotoeléctricos, relés, temporizadores y contactores.

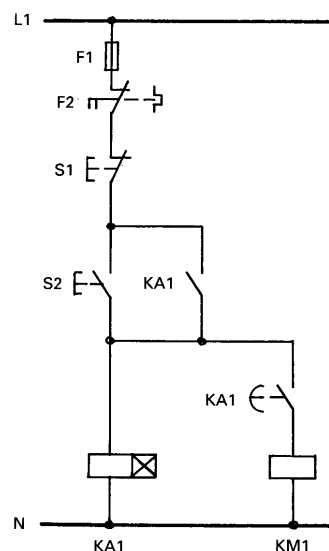


Figura 34.4.- Automatismo eléctrico.

34.3.5. Automatización electrónica

Por supuesto, la llegada de la electrónica a la industria ha supuesto una verdadera revolución y ha permitido que la automatización industrial dé un paso de gigante. La base de este avance en la automatización ha sido el sistema digital, que ha desembocado en el ordenador y, naturalmente, en el autómata programable.

El tipo de sistema de control electrónico más común, recibe el nombre de **controlador secuencial**, debido a su forma de actuación. Podemos resumir una serie de características propias a los procesos que se controlan de forma secuencial.

- El proceso se puede descomponer en una serie de estados que se activarán de forma secuencial (variables internas).
- Cada uno de los estados cuando está activo realiza una serie de acciones sobre los actuadores (variables de salida).
- Las señales procedentes de los sensores (variables de entrada) controlan la transición entre estados.
- Las variables empleadas en el proceso y sistema de control (entrada, salida internas), son múltiples y generalmente de tipo discreto, solo toman dos valores activado o desactivado. Por ejemplo, un motor solo estará funcionando o parado; un sensor situado sobre un cilindro neumático estará activado cuando esté el émbolo del cilindro situado a su altura y desactivado en caso contrario.

En función de cómo se realice la transición entre estados, los controladores secuenciales pueden ser de dos tipos: asíncronos y síncronos.

Asíncronos: La transición entre los estados se produce en el mismo instante en que se produce una variación en las variables de entrada.

Síncronos: La transición a un determinado estado se produce en función de las variables de entrada sincronizadas mediante una señal de reloj de frecuencia fija, de forma que la transición entre estados solo se produce para cada señal de reloj.

34.4. Medios utilizados

El elemento básico de un automatismo cableado es el **relé** o, en su versión industrial, el contactor. Los relés se pueden accionar por medio de interruptores y pulsadores, pero también a través de sensores: termostatos, presostatos, células fotoeléctricas, detectores de movimiento, etc.

Además de posibilitar la automatización de los procesos, los relés permiten el **mando a distancia**, de manera que las instalaciones industriales se pueden separar en 2 circuitos: el circuito de mando y el circuito de potencia. En el circuito de mando, situado en zonas de fácil acceso y libre de riesgos para el operador porque se trabaja con tensiones e intensidades pequeñas, se generan las órdenes de accionamiento. En el circuito de potencia o fuerza, situado junto a la máquina donde se realiza la transformación de energía, se trabaja con magnitudes elevadas que resultarían peligrosas para el operador si se efectuara un accionamiento directo.

La norma UNE define al relé como el aparato que, cuando se cumplen ciertas condiciones en un circuito eléctrico, produce determinadas modificaciones que influyen sobre el mismo circuito o en otro circuito distinto.

Su símbolo se muestra en la figura 34.5, para un relé de un solo contacto, normalmente abierto.

El circuito sobre el que actúa el relé sirve de control o de señalización. Muchos son los dispositivos eléctricos que cumplen con esta definición. Desde el relé simple hasta el relé temporizado con los mecanismos más complejos para el accionamiento o el relé diferencial.

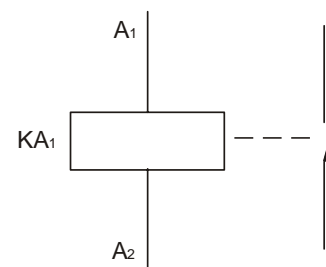


Figura 34.5.

Dependiendo del principio de funcionamiento, tradicionalmente, se distinguían dos **tipos de relés**, el térmico y el electromagnético. Hoy en día, especialmente en circuitos de control de potencia de motores, están aplicándose cada vez con más frecuencia los llamados relés electrónicos o relés de estado sólido, basados en materiales semiconductores.

En general, cuanto más baja es la potencia a controlar, tanto más adecuado es un relé electrónico frente al correspondiente relé eléctrico.

A. Relé térmico

Está formado por una lámina bimetálica que se dobla al ser calentada por un exceso de corriente, provocando la desconexión de un contacto.

Se emplea como protección frente a sobrecargas, siendo su velocidad de desconexión inversamente proporcional a la sobrecarga. (Se entiende por sobrecarga la condición de funcionamiento de un circuito eléctrico sin defecto, que provoca una corriente superior a la nominal). Cuando se produce la desconexión por efecto de la sobrecarga, debe esperarse a que enfríe el bimetálico y se cierre el contacto para que la corriente circule de nuevo por el circuito.

B. Relé electromagnético

El relé electromagnético está basado en la fuerza ejercida por un campo magnético sobre un material ferromagnético.

Constan de una armadura fija y otra móvil. Sobre la fija se dispone una bobina, que será la encargada de crear el campo magnético, cuando circule una corriente eléctrica, necesario para atraer rápidamente a la armadura móvil. Sujeto mecánicamente a la armadura está el bloque de contactos (normalmente abiertos y normalmente cerrados), los cuales cambian de posición (los abiertos se cierran y los cerrados se abren) al ser atraída la armadura móvil.

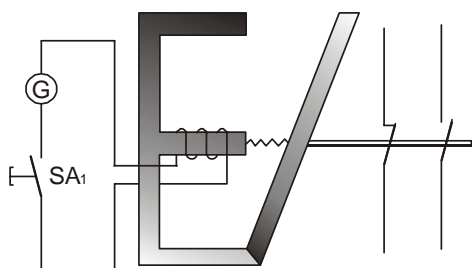


Figura 34.6.a.

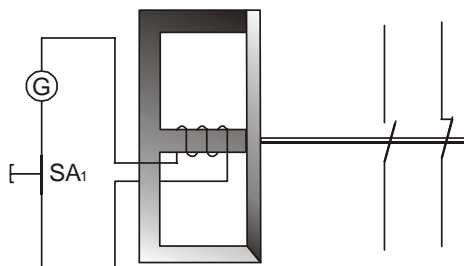


Figura 34.6.b.

Cuando cesa de circular corriente eléctrica por la bobina, un muelle hace retroceder rápidamente al bloque de contactos hasta su posición inicial.

En la figura 34.6, a y b, pueden verse las partes del relé y su posición cuando la bobina está desexcitada (sin tensión) o excitada (con tensión).

La definición dada para el relé puede servir igualmente para el **contactor**. Su funcionamiento está basado en el mismo principio. Las diferencias radican en los valores de las magnitudes eléctricas que se manejan con uno y otro dispositivo. El contactor está pensado para trabajar como interruptor automático, con corrientes y tensiones más elevadas.

En esencia, el funcionamiento de un contactor es similar al del relé. Al aplicar corriente a su bobina, el campo magnético formado por esta, atrae al núcleo móvil y este desplazamiento es el que cierra los contactos, ya que unos están fijos y otros se desplazan con la parte móvil del núcleo.

El símbolo del contactor se muestra en la figura 34.7.

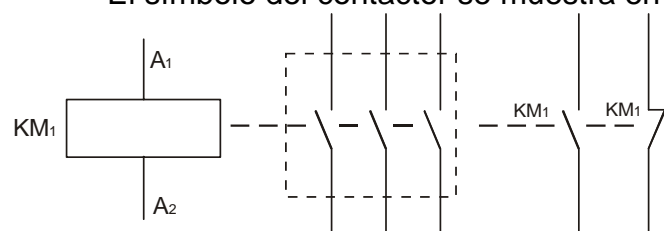


Figura 34.7.

Las partes principales de un contactor son:

- El **electroimán**. El electroimán, es el órgano motor del contactor. Está formado por una bobina y un núcleo magnético, con una parte fija y otra móvil.
- Los **contactos principales**. Los contactos principales, que son generalmente tres, son los elementos que establecen o interrumpen el paso de la corriente principal. Están contruidos generalmente de una aleación de plata, y pueden ser de conexión sencilla o doble.
- Los **contactos auxiliares**. Son una serie de pequeños contactos que en mayor o menor número llevan los contactores, unos abiertos y otros cerrados, accionados también por el electroimán, y destinados a funciones específicas de mando, como son, **enclavamientos**, **autoalimentación**, seguridad, etc.
- Las **cámaras de extinción del arco**. Como su propio nombre indica, tienen por misión apagar lo más rápidamente posible el arco que se forma entre los contactos móviles y fijos durante la desconexión del contactor para alargar la vida de estos.

34.5. Conclusión

Siendo los más ampliamente utilizados, el relé y el contactor no son los únicos componentes de los automatismos cableados; en automatización neumática e hidráulica se emplean válvulas y cilindros, en electroneumática, las electroválvulas, en electrónica los amplificadores operacionales y los circuitos lógicos combinatoriales y secuenciales; sería imposible tratar todos ellos en un tema de estas características, aunque la mayoría se analizarán en temas posteriores.