

9

El autómata programable

vamos a conocer...

1. El autómata programable
2. Posibilidades de expansión del autómata programable

PRÁCTICA PROFESIONAL

Puesta en servicio de un autómata programable

MUNDO TÉCNICO

Comunicación *Wireless*

y al finalizar...

- Identificarás las diferentes partes de un autómata programable.
- Conocerás las diferentes formas de conectar los captadores y actuadores a las E/S del autómata.
- Estudiarás los dispositivos e interfaces de comunicación que dispone el autómata programable.
- Pondrás en marcha un autómata programable.



CASO PRÁCTICO INICIAL

situación de partida

La empresa Aperturas y Cierres S.A. instala desde hace años todo tipo de puertas automáticas. Hasta el momento, el circuito eléctrico para la automatización de dichas puertas lo realizaba un técnico electricista especialista en automatismos cableados. De un tiempo a esta parte, una buena parte de sus clientes están haciendo peticiones de mejora en el sistema automático que se les había instalado. Todos los cambios requieren un recableado casi completo del circuito de automatismos, haciendo que las reformas sean económicamente poco competitivas respecto a

otras empresas del sector. También, el tiempo empleado en estas operaciones es elevado y la lista de espera aumenta de forma alarmante, algo que no es de mucho agrado para los clientes.

Ante esta situación, se ha solicitado a un técnico en automatismos industriales buscar una solución flexible para que, a partir de ese momento, todas las puertas a automatizar dispongan de un sistema reprogramable a través de un ordenador y que cualquier cambio eléctrico sea sencillo y rápido de implementar.

estudio del caso

Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo, puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto del tema, con el objetivo de contestar al resto de las preguntas de este caso práctico.

1. Observa el funcionamiento de una puerta automática (en un centro comercial, en un garaje, etc.) y realiza una descripción de la secuencia de su funcionamiento.
2. ¿Qué captadores y actuadores son necesarios para su funcionamiento? ¿Cuáles serían sus circuitos de mando y de fuerza teniendo en cuenta que el motor es trifásico de 230 V? Dibújalos.
3. ¿A qué parte del autómata conectarías los captadores de la puerta automática?, ¿y los actuadores?
4. Si los motores que se encargan de abrir y cerrar las puertas son trifásicos, ¿cómo los conectarías para que su puesta en marcha y parada sea controlada por un autómata programable?
5. ¿Dónde conectarías dos lámparas, una verde y otra roja, que indique la posibilidad de paso o no por una puerta automática?
6. ¿Qué diferencias encuentras entre los denominados relés programables y los autómatas programables (PLCs)?



1. El autómata programable

caso práctico inicial

El autómata programable es el dispositivo idóneo para automatizar las puertas del caso práctico.

Un autómata programable, también denominado PLC (Controlador Lógico Programable), es un dispositivo electrónico capaz de gestionar los circuitos de automatismos industriales de forma programada.



↑ Figura 9.1. Diferentes modelos de autómatas programables (SIEMENS AG)

saber más

El autómata también recibe el nombre API (Autómata Programable Industrial).

En la actualidad el uso de los autómatas programables está generalizado en la industria, aunque en otros sectores, como la domótica, también tiene gran presencia.

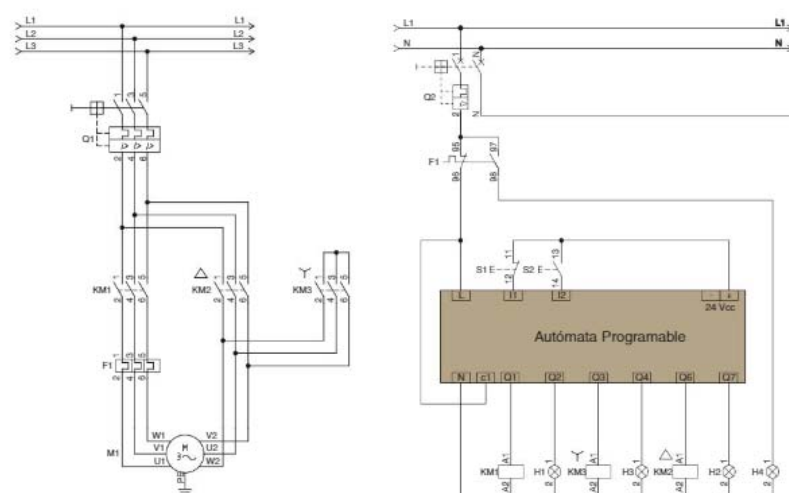
Los PLC permiten procesar de forma inteligente las señales precedentes de multitud de variables físicas que existen en los procesos industriales y actuar en consecuencia.

1.1. Evolución de sistemas cableados a sistemas programados

caso práctico inicial

El PLC permite sustituir los circuitos de mando cableado.

Hasta ahora los automatismos que has estudiado y realizado son de tipo cableado. Ya habrás observado que a medida que el automatismo gana en complejidad, también lo hace el cableado del circuito de mando y aumenta el número de elementos a utilizar (relés, temporizadores, contadores, etc).

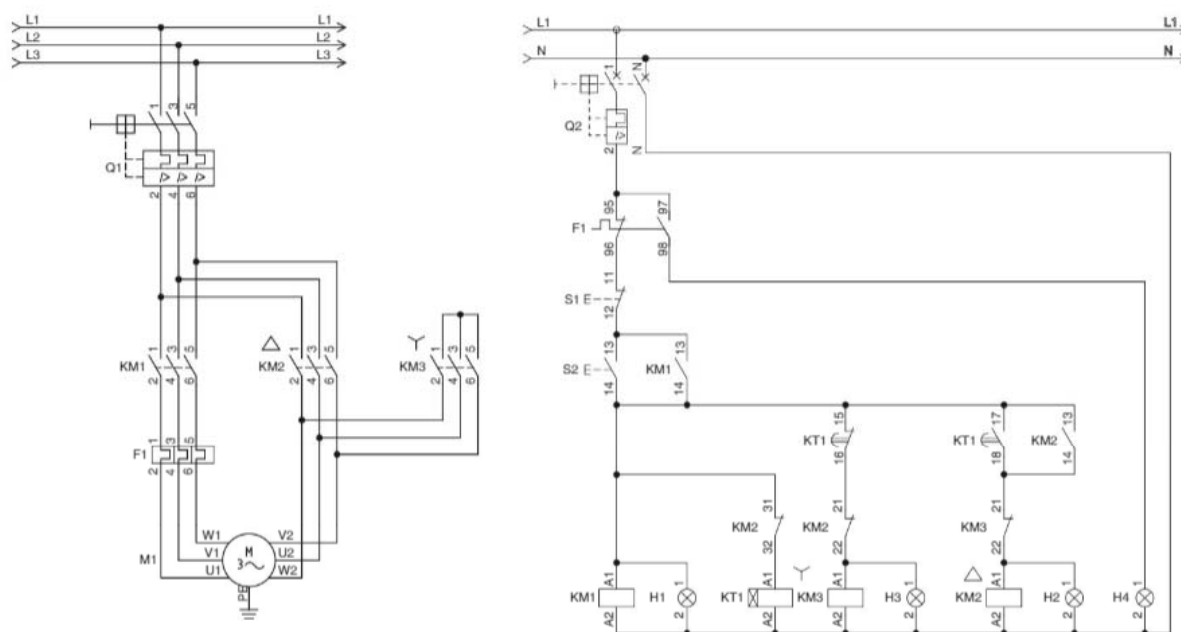


↑ Figura 9.2. Arrancador estrella-triángulo programado.



Si, por necesidades del proceso industrial, es necesario modificar el funcionamiento de una instalación de este tipo, no queda más remedio que recablear el circuito de mando, con lo que esto supone en pérdida de tiempo y dinero para el dueño de la instalación.

Una forma más flexible y económica de realizar la maniobra de un automatismo industrial, es sustituir el circuito cableado de mando por un autómata programable. De esta forma, cualquier cambio en el funcionamiento del proceso se hace reprogramando el PLC, sin necesidad de mover el cableado o realizando modificaciones mínimas en él.



↑ Figura 9.3. Arrancador estrella-triángulo. Cableado.

1.2. Estructura del autómata programable

El autómata programable está gestionado por un sistema electrónico basado en un microprocesador, encargado de procesar las señales del exterior, tanto de lectura como de escritura, a través de los interfaces de entradas y salidas.

Para el funcionamiento óptimo y continuado del sistema electrónico, es necesaria una fuente de tensión.

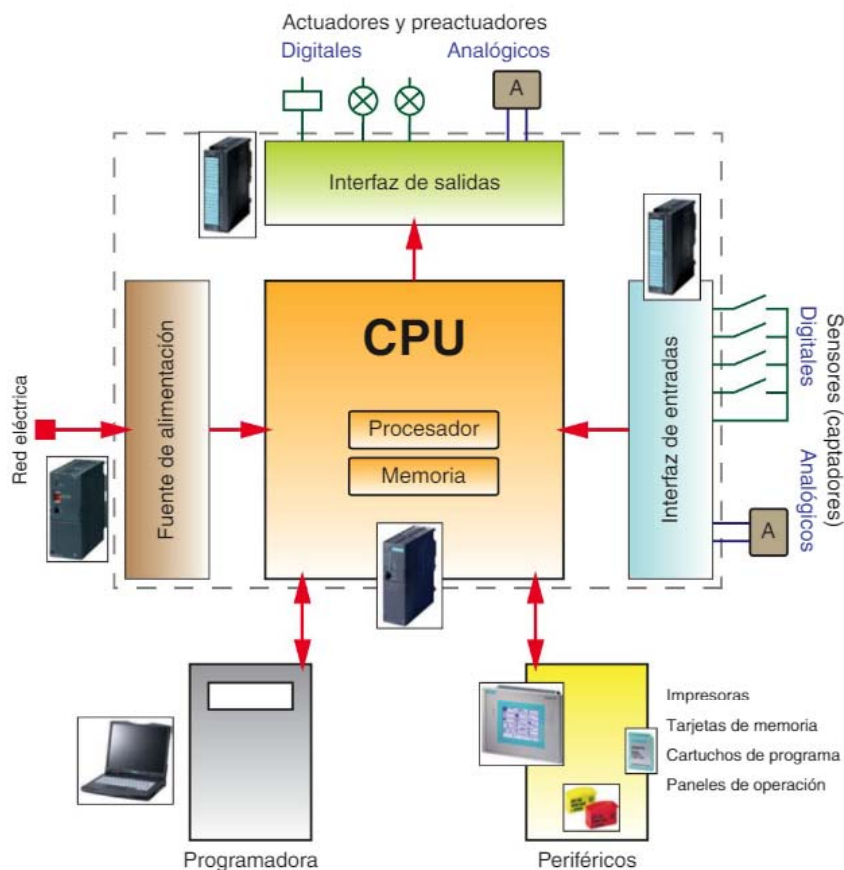
Los programas se almacenan en los diferentes tipos de memoria que el PLC dispone y gestiona desde un elemento de programación externo.

ACTIVIDADES

1. Recuerda el circuito visto en la unidad 7 para arrancar un motor trifásico mediante un estrella/triángulo con inversión del sentido de giro y dibuja cómo serían los circuitos de fuerza y mando si utilizaras un autómata programable.



En este diagrama de bloque se muestra la estructura básica de un autómata programable:



→ **Figura 9.4.** Diagrama de bloques de la estructura de un autómata programable.

1.3. Clasificación de los autómatas programables

Atendiendo a la su modularidad, los autómatas pueden ser clasificados en tres tipos: compactos, semicompactos y modulares.

- **Compactos.** Son aquellos que contienen todos sus elementos, E/S, CPU, fuente de alimentación, etc., en una misma envolvente.

La mayoría de estos modelos son ampliables con diferentes tipos de módulos (entradas, salidas, de comunicación, especiales, etc).



CP1E de OMRON



Twido de TELEMECANIQUE

↑ **Figura 9.5.** Diferentes modelos de autómatas compactos.

Dentro de este grupo cabe destacar los que se han denominado **relés programables** que algunos fabricantes están desarrollando con gran éxito para aplicaciones domésticas y gestión de pequeña maquinaria. Con un teclado básico, 6 u 8 teclas situado directamente en su frontal, es posible realizar todas las tareas de programación y parametrización disponibles de una forma rápida y sencilla. Además presentan la posibilidad de ser conectadas, con el interface adecuado, a un ordenador personal para la edición, grabación e impresión de programas de usuario.

En la actualidad muchos de estos relés programables PLC se pueden ampliar con módulos de expansión de todo tipo.



↑ Figura 9.6. Relé programable LOGO! (SIEMENS AG).

- **Semicompactos.** Son aquellos en los que alguno de sus elementos está fuera de la envoltente principal. Por ejemplo la fuente de alimentación.
- **Modulares.** Cada uno de los elementos que lo forman está en una envoltente diferente que se instalan sobre un rack común. Las posibilidades de expansión son enormes comparándolas con las de tipo compacto y semicompacto, pero su coste es mucho más elevado.



↑ Figura 9.7. Relé programable ZE-LIO de la firma TELEMECANIQUE.



↑ Figura 9.8. Autómata modular S7-1500 (SIEMENS AG).



↑ **Figura 9.9.** CPU de un autómata modular de SIEMENS.



↑ **Figura 9.10.** Fuente de alimentación para los autómatas S7-300 de Siemens.

caso práctico inicial

Los captadores de las puertas se conectan al módulo de entradas del PLC.

saber más

Las entradas se identifican con el símbolo nemotécnico «I».

1.4. Unidad central de procesos (CPU)

La Unidad Central de Procesos es el cerebro del autómata. Está constituida básicamente por el microprocesador y la memoria.

Tiene como misión **procesar las señales del módulo de entradas y actuar sobre el módulo de salidas** en función de las instrucciones del programa. Además, debe detectar errores de funcionamiento de propio equipo y señalizarlos a través de una pantalla de información o indicadores LED.

Suele disponer de un interruptor (Run/Stop) para poner en marcha y detener la ejecución del programa.

En la carcasa que aloja la CPU suele estar ubicado el interfaz de conexión por el que se realiza la comunicación con la programadora.

La CPU de los autómatas suelen tener dos tipos de memoria:

- **RAM:** volátil, se borra cuando el equipo queda sin alimentación eléctrica.
- **EPROM:** no volátil, se mantiene aunque cese la alimentación eléctrica.

Para salvaguardar el contenido de la memoria RAM ante cortes de la alimentación, los fabricantes recurren al uso de baterías o condensadores de alta capacidad.

1.5. Fuente de alimentación

Tiene como misión convertir la corriente alterna de red eléctrica en corriente continua, para alimentar los circuitos integrados y los componentes electrónicos del interior del autómata. Por lo general, la tensión de trabajo interna suele ser de 24 V en corriente continua, pero existen modelos que trabajan a 48 V.

Cuando los captadores pasivos están próximos al autómata, pueden ser conectados directamente a la fuente de alimentación. Los captadores de tipo activo también pueden ser alimentados por el propio autómata, pero siempre teniendo en cuenta la corriente que consume cada uno de ellos, para evitar una sobrecarga en la fuente de alimentación. En el caso de utilizar gran cantidad captadores de este tipo, es necesaria una fuente de alimentación externa.

1.6. Entradas y salidas digitales

Está formado por un conjunto de módulos, estructuras de conexionado y soporte cuyas principales funciones son:

- Adaptar la tensión de trabajo de los actuadores y captadores a los dispositivos electrónicos del autómata, que trabajan a diferentes tensiones.
- Aislar eléctricamente los circuitos de mando y potencia.

Módulo de entradas digitales

Este módulo tiene como misión recibir la información procedente del control de un proceso o una máquina. Esta información es procesada por la CPU, según el programa residente en la memoria, a este módulo se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores, sensores, detectores de posición, etc.).

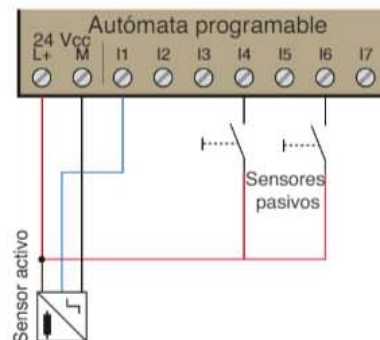
Las **entradas digitales** captan señales de tipo discreto que varían su estado ante cambios de tensión todo o nada. Es decir, el valor máximo o mínimo de la tensión de la alimentación. La CPU detecta un 1 lógico, cuando el valor es máximo, o un 0 lógico, cuando el valor es mínimo.



↑ **Figura 9.11.** Módulo de entradas de un S7-300 de Siemens y diferentes sensores que se pueden conectar a él.

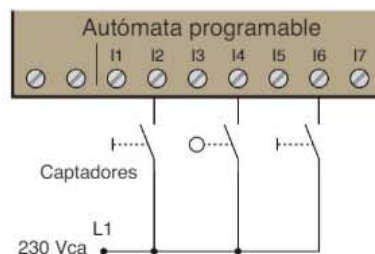
La alimentación de las entradas digitales se realiza atendiendo al tipo de autómata y a la aplicación que va destinado:

Entradas a 24 Vcc. Se conectan directamente de la fuente de alimentación del autómata o a una fuente de alimentación auxiliar. En este segundo caso, es necesario unir la masa de la fuente auxiliar con la del propio autómata.



↑ **Figura 9.12.** Conexión de captadores, activos y pasivos, a 24 Vcc.

Entradas 155-240 Vcc. Se conecta a la red de corriente alterna que alimenta la instalación. No son tan habituales como las de 24 Vcc, pero algunos fabricantes desarrollan este tipo de entradas, sobre todo, para ser utilizadas en instalaciones de viviendas.



↑ **Figura 9.13.** Conexión de captadores pasivos a 230 VCA.

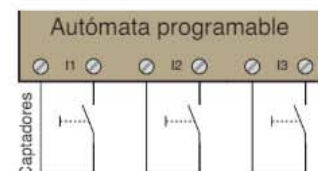
saber más

A los módulos de entradas/ salidas se les denomina de forma abreviada E/S o en inglés *IO* (*Input/Output*).

saber más

Algunos autómatas disponen de dos bornes para cada captador.

Este método es rápido de implementar ya que no es necesario tener en cuenta la fase de la alimentación que se debe aplicar a los captadores.



↑ **Figura 9.14.**



caso práctico inicial

Los actuadores de las puertas del caso práctico se conectan a los módulos de las salidas digitales.

saber más

Las salidas se identifican con el símbolo nemotécnico «Q».

Módulo de salidas digitales

Este módulo tiene como misión enviar las señales de activación y desactivación a los actuadores, (bobinas de contactores, relés, módulos triacs, lámparas, etc.).

Módulo de salidas digitales



↑ Figura 9.15.

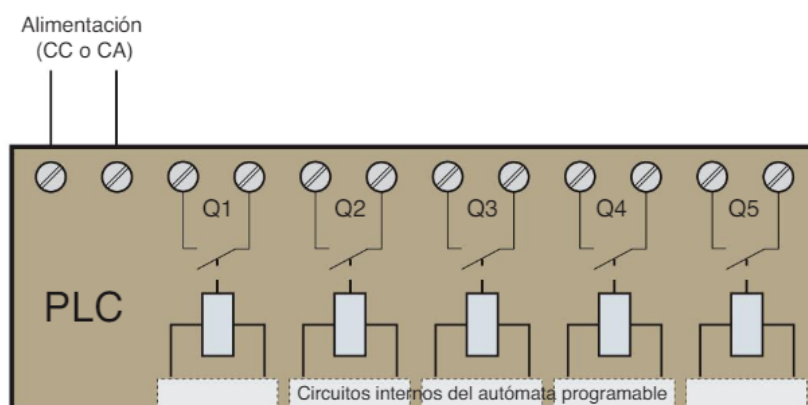
La información es enviada por las entradas a la CPU una vez procesada según programa, el procesador genera las órdenes al módulo de salidas para que sean activadas o desactivadas, a su vez, estos cambios se transmiten a los actuadores y preactuadores.

Los digitales envían señales *todo o nada* a los actuadores, pudiéndose distinguir los siguientes tipos: a relés y a transistor.

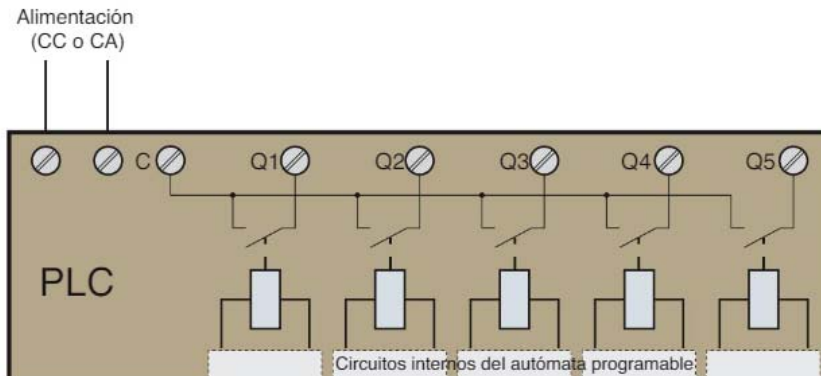
Las salidas a relés son libres de tensión y por tanto se pueden utilizar para cualquier tipo de corriente (CC o CA) y para diferentes tensiones, incluso en la misma aplicación (figura 9.16).

Es habitual encontrar que los contactos de los relés de salida están unidos a un borne común. Esto implica que todos los actuadores que se conecten a ese bloque común de relés deben ser del mismo tipo de corriente y trabajar a la misma tensión (figura 9.17).

En este caso, el tipo de alimentación del autómata no está condicionado al que necesitan los actuadores y preactuadores.



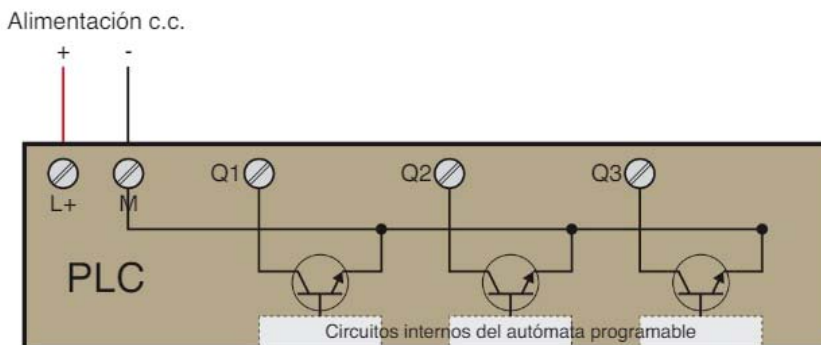
↑ Figura 9.16. Módulo de salidas con relés independientes.



↑ Figura 9.17. Módulo de salidas a relés con un borne común.

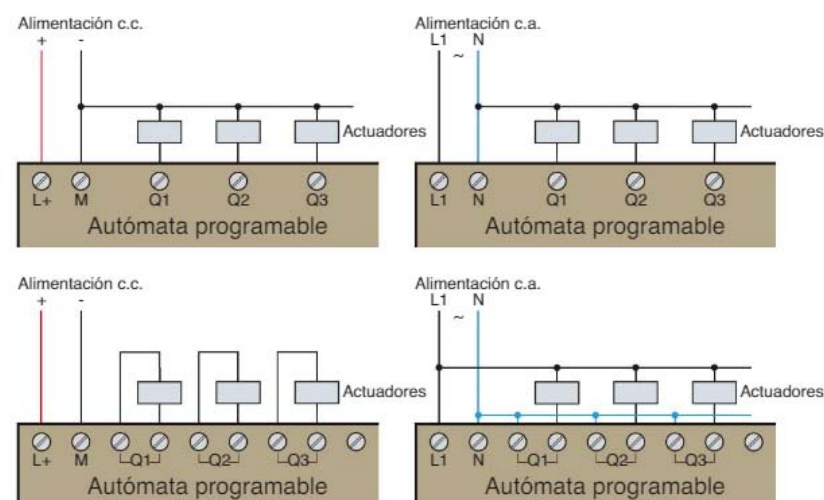
Las salidas a transistor, también denominadas a colector abierto, se utilizan para activar actuadores de corriente continua (figura 9.18).

En este caso, la alimentación del autómata sí que debe ser la misma que la de los actuadores y preactuadores conectados a los bornes de salidas.



↑ Figura 9.18.

Dependiendo del modelo y la alimentación del módulo de salida, la conexión de los actuadores se realiza de la siguiente forma:



↑ Figura 9.19. Conexión de actuadores a las salidas.

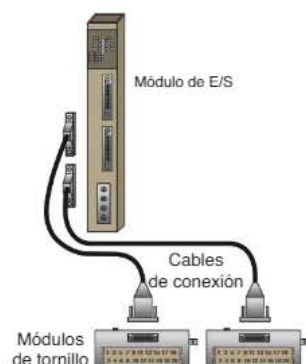
saber más

Un preactuador es un actuador que a su vez se encarga de gestionar un dispositivo de mayor potencia o diferente tecnología (neumática o hidráulica).

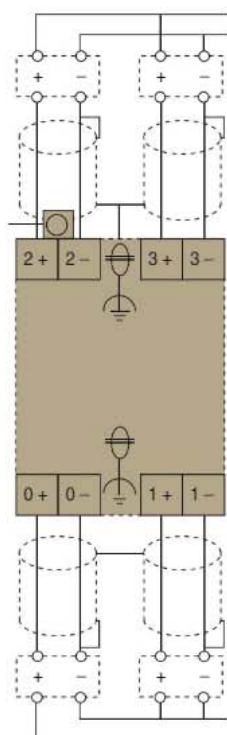
Por ejemplo, un contactor que arranca un motor a través de una salida de un autómata. En este caso, el contactor es el preactuador.

caso práctico inicial

Las lámparas del semáforo para las puertas se conectan a las salidas del PLC.



↑ Figura 9.20. Módulos de expansión para unidades de E/S.



↑ Figura 9.21. Conexión de un módulo de entradas analógicas.

En los grandes autómatas de tarjetas, es habitual utilizar los llamados **módulos de tornillo** o **bornes de expansión**, que se conectan con cables específicos del fabricante al módulo de entradas/salidas. Esto permite disminuir el cableado en los paneles de control, haciendo que el trabajo del instalador sea mucho más cómodo.

1.7. Entradas y salidas analógicas

Los módulos de entradas y salidas analógicas tratan valores dentro de un rango. A ellos es necesario conectar captadores y actuadores que sean compatibles con los valores analógicos.

Entradas analógicas

Las **entradas analógicas** detectan valores de tensión o corriente, para producir eventos por comparación cuando se alcanzan los prefijados en el programa de usuario.

El ataque de las entradas analógicas requiere captadores especiales, también analógicos, que se adapten a los valores de las señales requeridas por el autómata. Éstos se encuentran estandarizados y son los siguientes:

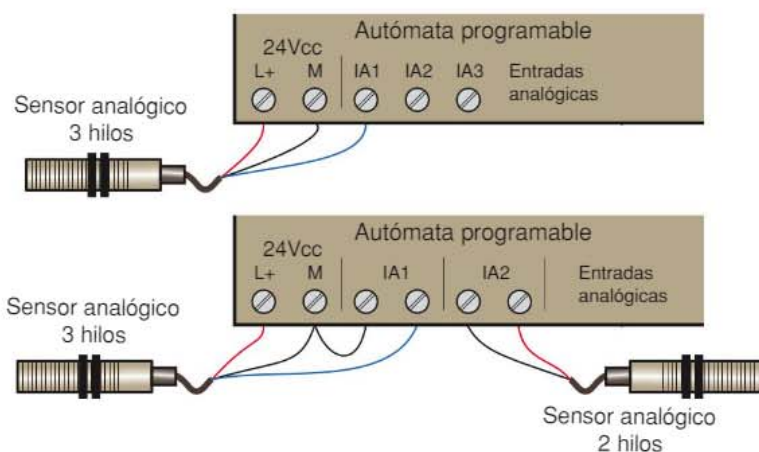
Estándar de tensión:

- De 0 a 10 Vcc
- De -10 a +10 Vcc
- De 2 a 10 Vcc

Estándar de corriente:

- De 4 a 20mA
- De 0 a 20 mA
- De 1- 5 mA
- De 0 a 5 mA

En ambos casos, el indicado en primer lugar es el más utilizado.

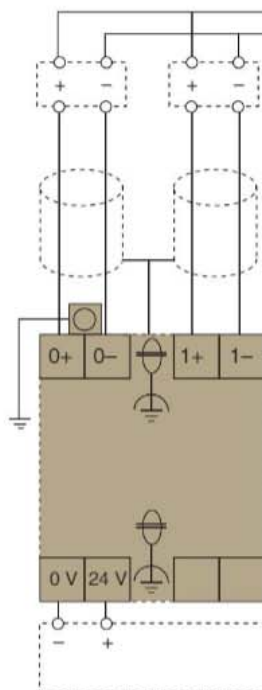


↑ Figura 9.22. Diferentes formas de conexionar sensores analógicos a los módulos de entradas analógicas.

Salidas analógicas

Las salidas analógicas adaptan la señal de salida, de acuerdo a los estándares antes indicados, sobre los actuadores, también analógicos, conectados a sus bornes.

Para la unión entre los módulos analógicos y sus actuadores, es necesario utilizar un **cable apantallado** para evitar interferencias y perturbaciones en las señales enviadas. Esta precaución evitará el funcionamiento anómalo del automatismo.



↑ Figura 9.23. Conexión de un módulo de salidas analógicas.

saber más

Las señales de las salidas analógicas trabajan en tensión y en corriente con rangos similares a los de las entradas.

saber más

Un *slot*, es una ranura de conexión, utilizada en equipos informatizados, para conectar tarjetas de expansión.

1.8. Aspectos externos del autómata programable

Todos los autómatas programables presentan en su frontal una serie de indicadores y elementos de conexión, que deben ser conocidos por el instalador para su puesta en marcha y mantenimiento.

Los elementos más característicos son los siguientes:

- **Bornes de alimentación:** permiten la conexión de la tensión de alimentación necesaria para la puesta en marcha del autómata, 24 Vcc, 48 Vcc o 230 Vca. En los equipos alimentados a 230 V es necesario conectar el conductor de protección PE (toma de tierra).
- **Bornes de E/S:** los elementos de conexión para los captadores/actuadores se presentan generalmente en forma de borne. Para evitar errores de conexión se encuentran separados físicamente unos de otros.
- **Interface de conexión y programación:** es un *slot*, generalmente de tipo informático, que permite conectar el autómata a la consola de programación o a un PC para su programación.



saber más

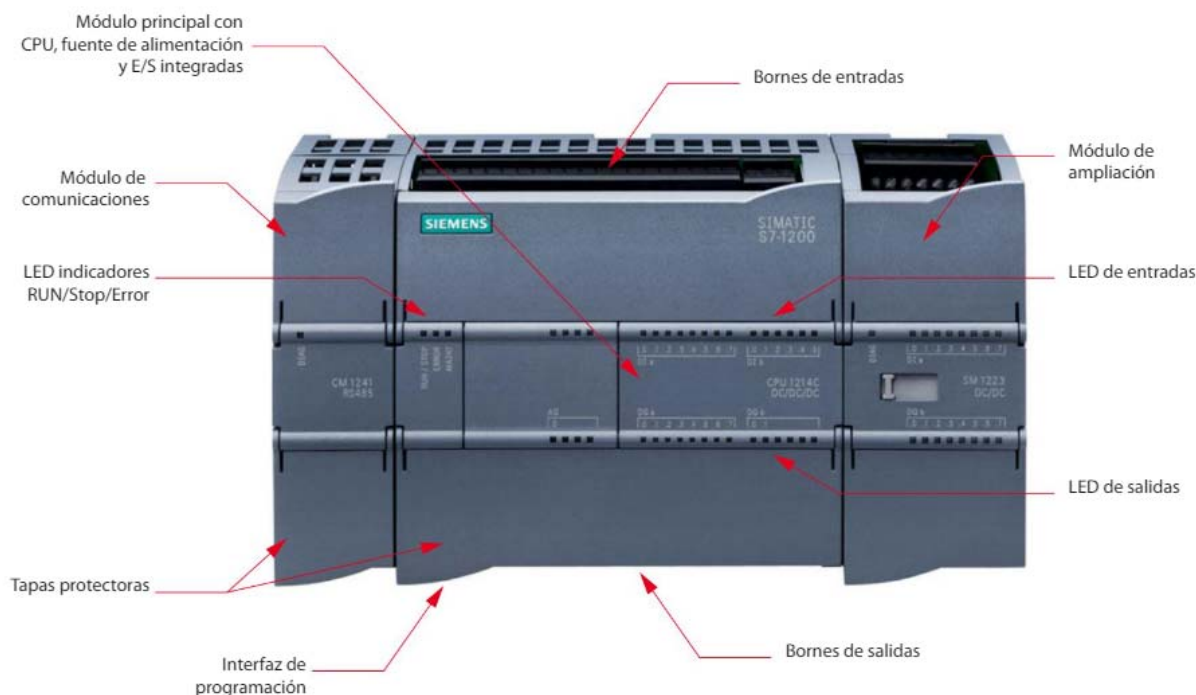
Los ordenadores personales añaden prestaciones que la mayoría de las programadoras no poseen:

- Salvaguarda de ficheros en disquete.
- Posibilidad de imprimir esquemas y programas.
- Simulación previa.
- Generación de documentación y memorias de proyecto.
- Etc.

- **Interfaz de expansión:** permite aumentar las posibilidades de expansión del equipo con diferentes módulos de E/S, de comunicación o espaciales.
- **Indicadores LED:** los LED están presentes en todos los frontales de los autómatas programables, y generalmente se utilizan para señalar algunas acciones y situaciones de funcionamiento como: captación de señales de entrada, actuación de las salidas, ejecución o parada del programa de usuario RUN/STOP, errores de memoria, errores de ejecución del programa, etc.

En algunos casos el sistema de LED es sustituido por una pantalla LCD.

- **Alojamiento cartucho MEMORY CARD o tarjetas SD:** permite conectar los cartuchos o tarjetas de memoria no volátil para salvaguardar los programas.
- **Conector batería:** aloja la pila de salvaguarda. Los autómatas más modernos ya no disponen de batería, ya que es sustituida por condensadores de alta capacidad.
- **Fuente de alimentación 24 V cc:** salida de tensión fija a 24 Vcc para alimentar las entradas y captadores de tipo activo.
- **Interruptor RUN/STOP:** ejecuta o detiene el programa de usuario. En muchos modelos de autómatas programables, la ejecución RUN/STOP solamente puede hacerse por software.
- **Potenciómetros analógicos:** presentes en algunos modelos de autómatas, hacen posible la variación de valores de temporización y cómputo desde el exterior del equipo sin necesidad de modificar la programación.



↑ **Figura 9.24.** Exterior de una autómata programable S7-1200 (SIEMENS AG).

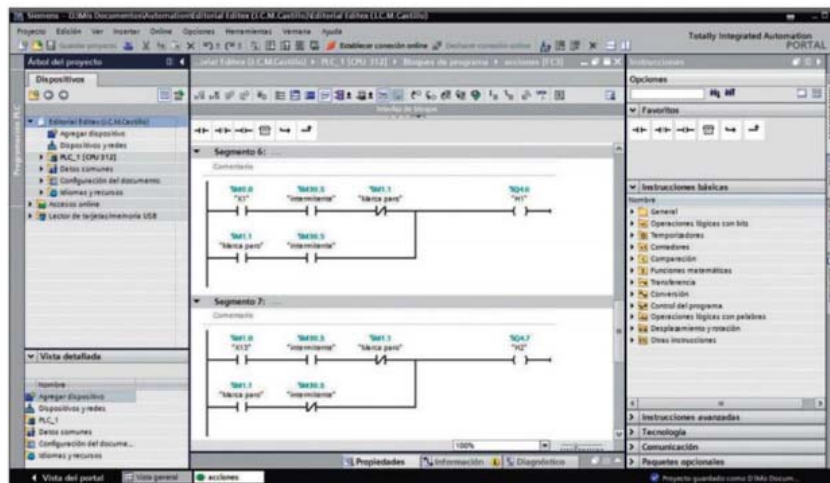
1.9. Equipos de programación

Los equipos de programación son los elementos que permiten la comunicación entre el usuario y el autómata.

Las funciones principales de un equipo de programación son:

- Introducir los programas en la memoria.
- Editar y modificar programas existentes en la memoria del autómata.
- Detectar anomalías en el formato de programación.
- Visualizar en tiempo real el estado de entradas y salidas.

En la actualidad los equipos de programación que se utilizan de forma mayoritaria, son los ordenadores personales, ya que las consolas de programación portátiles han desaparecido del mercado.

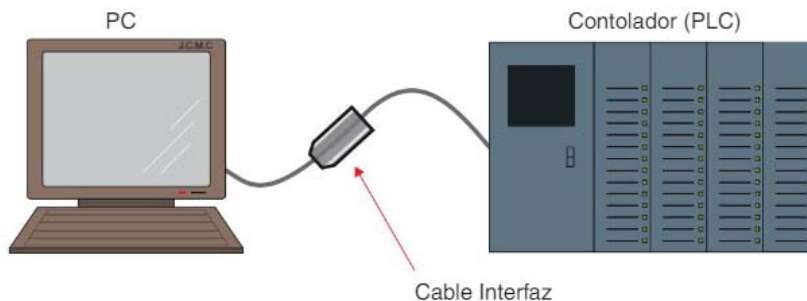


↑ Figura 9.25. Software de programación de autómatas en modo gráfico para entorno Windows.

Para conectar el autómata con el ordenador, los fabricantes de autómatas han desarrollado interfaces de interconexión que permiten utilizar el PC como dispositivo de programación, no obstante, la tendencia actual es utilizar conexiones de red Ethernet, que no requieren cables especiales.



↑ Figura 9.26. Diferentes modelos de cables y adaptadores RS232 y USB/RS485 para la programación de Autómatas a través de PC (SIEMENS AG).



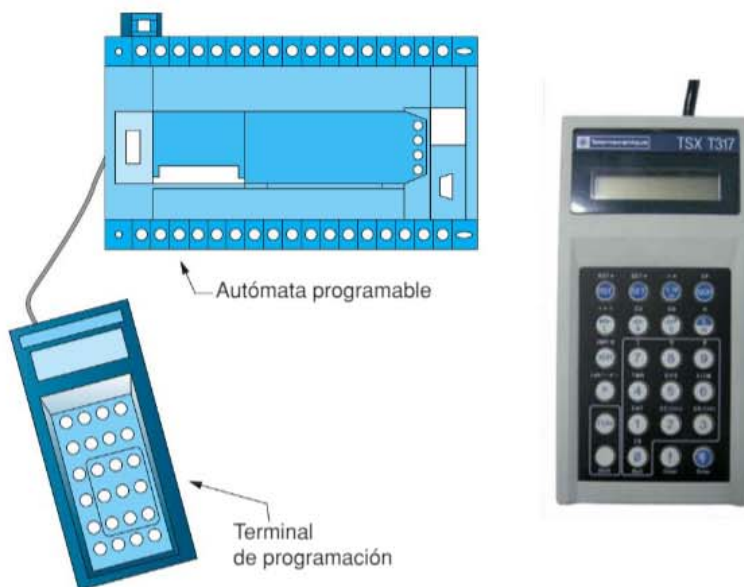
↑ Figura 9.27. Comunicación PC con autómata programable.



saber más

La conexión de los autómatas programables al PC se ha hecho tradicionalmente por el puerto serie o por el puerto USB, sin embargo, en la actualidad está siendo sustituido por la conexión de red Ethernet que cualquier ordenador tiene instalado de fábrica. Esto evita tener que usar cables especiales y la instalación de sus correspondientes drivers.

Las consolas de programación están constituidas por un teclado, con el que se introducen las instrucciones del programa, y una pantalla de cristal líquido, que permite visualizar y presentar datos. El uso de los ordenadores personales ha relegado su uso a instalaciones muy antiguas que ya las tenían instaladas.



↑ Figura 9.28. Autómata con terminal de programación portátil y consola de programación.

1.10. Otros dispositivos

Existen otros dispositivos o equipos de conexión al autómata o a la red de comunicación industrial. Su misión es facilitar la labor del usuario en tareas de, monitorización, control, grabación, presentación y almacenamiento de datos. Estos son algunos de los más representativos:

Visualizadores y paneles de operación

También conocidos como sistemas HMI, permiten la comunicación hombre-máquina y tienen como misión, entre otras funciones la interacción del operario con la máquina, a través de un entorno gráfico o textual que permite la activación y monitorización de señales y datos de proceso.

Generalmente se utilizan en instalaciones que requieren continuos cambios estado de las variables y un seguimiento constante del proceso mediante mensajes de texto o elementos gráficos

Pueden ser de dos tipos:

- **Textuales**, que presentan la información en una pantalla de cristal líquido con mensajes en modo texto. Generalmente se les denomina visualizadores. Su uso puede hacerse tanto en la industria, como en instalaciones domóticas.
- **Gráficos**, que representan el proceso a controlar en una pantalla de forma gráfica. En algunos casos este tipo de pantalla es de tipo táctil, pudiéndose actuar directamente sobre los elementos que aparecen en ella. Este tipo de periférico recibe el nombre de Panel de Operación (OP).

saber más

A los elementos de comunicación hombre-máquina se les denomina comúnmente MMI (*Human Machine Interface*).



↑ Figura 9.29. Panel de operación táctil.



↑ Figura 9.30. Panel de operación textual (SIEMENS).



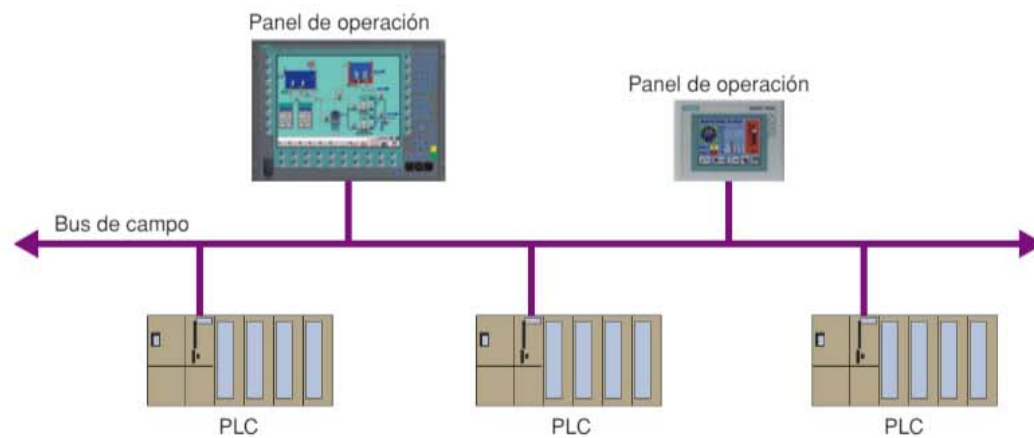
↑ Figura 9.31. Panel de operación gráfico (SIEMENS).

El control de acciones, menús, mensajes y entrada de parámetros se realiza mediante pantallas táctiles, en los más avanzados, o por un teclado tipo membrana, en los más básicos.

Están diseñados para trabajar en ambientes industriales, soportando, en algunos casos, incluso chorro de agua directa.

Se programa mediante un software específico para ello y se conectan de forma directa a autómatas programables o redes de comunicación industrial.

En la figura siguiente se puede ver como un OP actúa como supervisor de una red de autómatas.



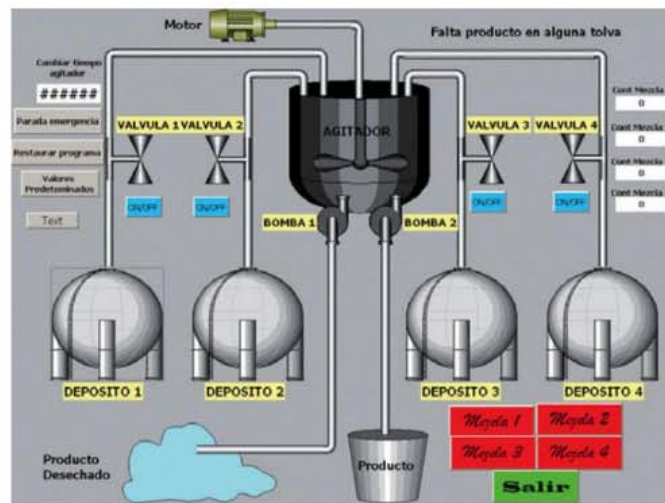
↑ Figura 9.32. Paneles de operación en una red de autómatas programables.

También se pueden utilizar ordenadores para tareas de visualización, supervisión y operación. En estos ha de estar previamente instalado un software especial denominado **SCADA** (*Supervisory Control And Data Acquisition*) que permite desde la pantalla del ordenador realizar las funciones de los paneles de operación.

Los programas **SCADA** no sustituyen a los interfaces de programación para PC, que poseen a algunos autómatas, sino que se encargan de monitorizar y controlar en todo momento del estado del proceso productivo desde la pantalla de un ordenador.



→ Figura 9.33. Control de una aplicación desde un programa SCADA.



Los programas **SCADA**, permiten el diseño de los paneles de operación del proceso o instalación a controlar, pudiéndose incluir alarmas, captura de datos, generación de históricos, visualización de señales, etc.

1.11. Memory Card

De igual forma que muchos otros dispositivos informáticos (PC, teléfonos móviles, cámaras de fotos, etc.), los autómatas se benefician de las altas posibilidades de almacenamiento de las actuales tarjetas de memoria (Memory Card).

Estas son algunas de las ventajas de las tarjetas de memoria:

- Reducido tamaño.
- Rapidez de conexión.
- Transferencia prácticamente instantánea del programa al autómata en operaciones de mantenimiento.
- Borrado y grabación desde el propio autómata.

Para realizar copias de seguridad de los programas, algunos fabricantes han optado por el formato de cartucho, en lugar del de tarjeta de memoria.

Los cartuchos **EEPROM** son pequeños módulos enchufables al autómata en un slot específico creado para tal fin.



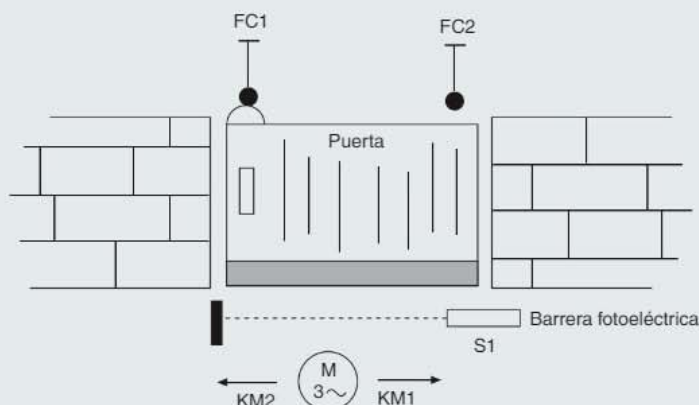
↑ Figura 9.34. Tarjeta de memoria. Varios tipos de cartuchos de memoria.

**EJEMPLO**

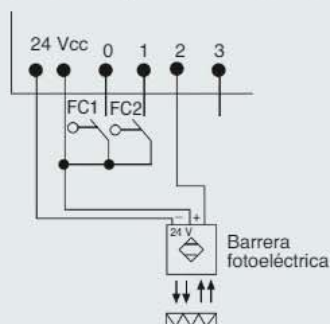
Utilizando un autómata programable, con las características indicadas en este enunciado, representar gráficamente la conexión de captadores y actuadores necesarios para controlar el automatismo de la figura, correspondiente a una puerta automática.

La red de alimentación del circuito es trifásica con neutro.

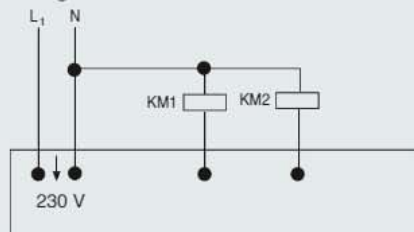
Características del autómata: alimentación 230 V, entradas a 24 Vcc y salidas a relés

**Solución:**

1. Los elementos de captación son dos finales de carrera mecánicos (FC1 y FC2) y un detector fotoeléctrico tipo Réflex alimentado a 24 Vcc, cuya conexión al módulo de entradas digitales del autómata es:



2. El motor utilizado para la apertura y cierre de la puerta es trifásico a 400 V, por lo tanto para su control se utilizarán dos contactores KM1 y KM2, con bobinas a 230 V. Como las salidas del autómata son a relés, la conexión de los actuadores es la siguiente:

**caso práctico inicial**

La solución completa al automatismo del caso práctico es la del siguiente ejemplo.

← **Figura 9.35.** Ubicación de los elementos del automatismo.

← **Figura 9.36.** Conexión de los captadores.

← **Figura 9.37.** Conexión de los actuadores.



↑ **Figura 9.38.** Autómata programable con zócalo para módulos de ampliación (SIEMENS AG).

saber más

La unión entre los diferentes dispositivos de un sistema automático se denomina red de comunicación industrial. A medida que el nivel del automatismo es superior en el tratamiento, la informática se hace más presente que la automática.

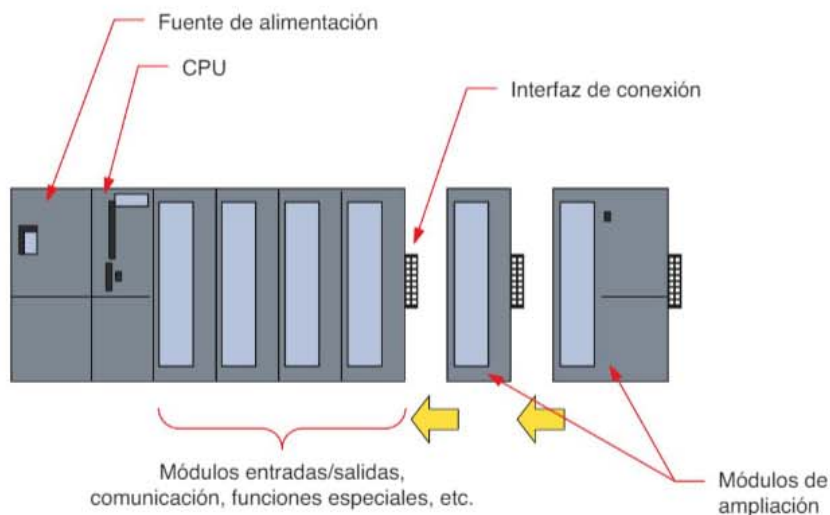
2. Posibilidades de expansión del autómata programable

A medida que el proceso a automatizar gana en complejidad, el número de entradas y salidas necesarias, tanto analógicas como digitales, también aumenta proporcionalmente. Esto implica un aumento de módulos conectados al autómata. La mayoría de los autómatas programables permiten su interconexión con los denominados módulos de expansión. Estos son elementos, generalmente de entradas/salidas y otras aplicaciones especiales, que aumentan las posibilidades de comunicación con los actuadores y captadores del sistema.

En los autómatas compactos y semicompactos, esta expansión es bastante limitada (de 3 a 10 módulos), sin embargo en los autómatas modulares aumenta considerablemente.

La interconexión entre todos los elementos se realiza por cables o elementos de buses específicos, diseñados por el fabricante.

En la siguiente figura se muestra cómo un autómata de tipo modular puede ampliar sus prestaciones.

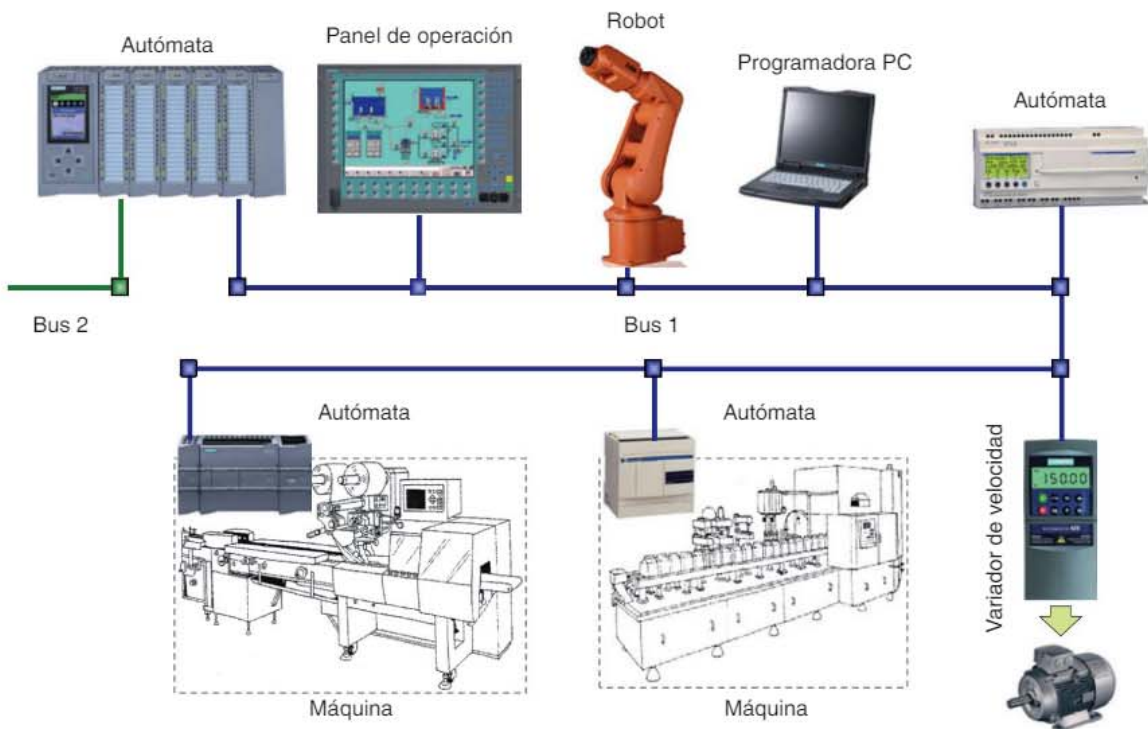


↑ **Figura 9.39.** Autómata con módulos de ampliación.

Cuando la distancia entre los elementos de un sistema automático es muy grande, la expansión por módulos no es operativa ya que aumenta el cableado y, con él, la complejidad de la instalación. En este caso, es necesario utilizar un sistema de comunicación industrial tipo bus, formando así una red de autómatas y, en general, de dispositivos para la automatización industrial.

2.1. Buses de comunicación industrial

Un bus es un sistema de interconexión que permite comunicar varios dispositivos entre sí, con un número de hilos muy reducido.



↑ Figura 9.40. Ejemplo de red de comunicación industrial

Desde hace mucho tiempo los fabricantes de autómatas han venido desarrollando redes de tipo local para la conexión de sus autómatas y elementos para la regulación y control. El principal problema que se ha dado hasta el momento ha sido que cada uno de ellos ha creado un estándar propio no compatible con los demás. Esta problemática se ha solucionado en gran medida con los grupos de desarrollo, formados por los propios fabricantes, para confeccionar sistemas de comunicación universales, de forma que cualquier dispositivo de red pueda comunicarse con otro, aunque no sean de la misma firma comercial.

Entre los sistemas de bus utilizados en la industria, tres destacan por su amplia implantación: **Profibus**, **Profinet**, bus **AS-i** y **Ethernet**. Aquí se da una visión general de los dos primeros.

PROFIBUS

El **Profibus** (**Process Field Bus**) es una red universal de altas prestaciones desarrollada para la automatización industrial. Permite comunicar dispositivos electrónicos (autómatas, variadores de velocidad, etc.) independientemente de quién los haya fabricado.

Se caracteriza por trabajar en modo **maestro-esclavo**, donde el maestro es un autómata programable encargado de inicializar la red y recibir los datos de los módulos de E/S de los diferentes esclavos para procesarlos.

El número máximo de elementos participantes es de 126. Su interconexión se puede realizar por un par trenzado tipo apantallado o por un cable de fibra óptica, cuya longitud máxima es de 10 km para el primero y 100 km para el segundo.

La topología de la red puede ser en estrella, línea, árbol o anillo.

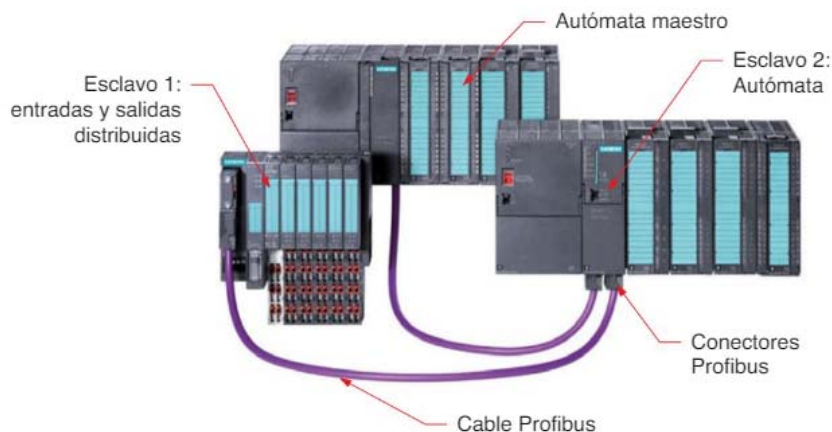


↑ Figura 9.41. Conector y cable PROFIBUS.

saber más

En una red PROFIBUS se pueden utilizar dispositivos de diferentes fabricantes.

Existen tres versiones diferentes de la familia Profibus (DP, FMS y PA), pero el más utilizado es el denominado DP, para aplicaciones de Periferia Descentralizada (por ejemplo: entradas y salidas distribuidas).



↑ Figura 9.42. Ejemplo de una red Profibus-DP.

vocabulario

Español-Inglés

Cable: *wire*

Maestro: *master*

Esclavo: *slave*

Fuente de alimentación: *power supply*

Entrada: *input*

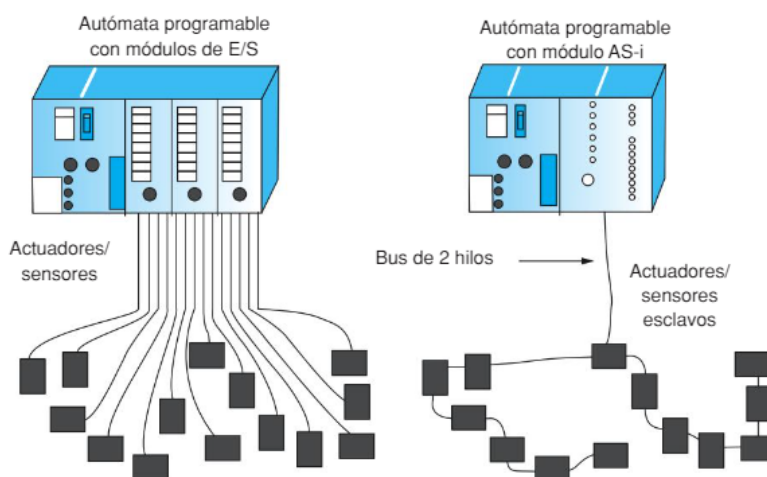
Salida: *output*

Bus de campo: *field bus*

Bus AS-i

El bus AS-i (Actuador-Sensor, interface) se instala en el nivel más bajo del automatismo, el que une los captadores y actuadores con los elementos de control.

El método tradicional para la conexión de elementos de captación/actuación en sistema automático consiste en unir cada interruptor, final de carrera, detector, bobina, etc. en paralelo con su correspondiente entrada/salida del autómata. El bus **AS-i** pretende eliminar este tipo de comunicación, que genera un gran cableado hacia el autómata. Un solo cable de dos hilos sin apantallar une todos y cada uno de los actuadores-sensores del sistema.



↑ Figura 9.43. Cableado convencional y AS-i.

saber más

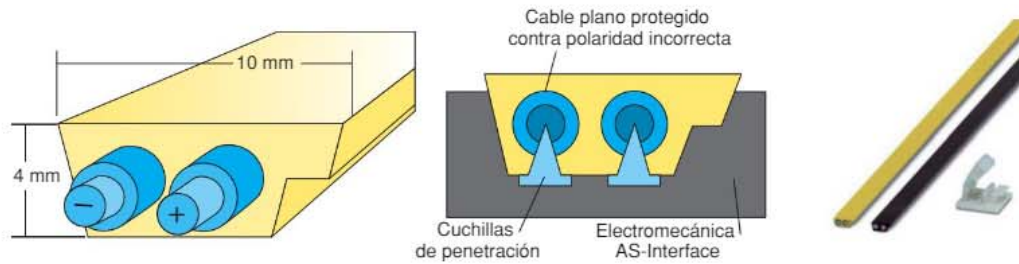
En una red AS-i se pueden utilizar dispositivos de diferentes fabricantes.

El acceso a la red utiliza el método maestro-esclavo. El maestro es un autómata y los esclavos los diferentes dispositivos con acoplamiento AS-i.

Elementos del Bus AS-i

- a) **El cable:** está formado por dos hilos sin apantallar. Es de tipo plano y su funda dispone de un sistema de seguridad para evitar errores de polaridad.

El cable amarillo es el del bus. El cable negro es necesario cuando se conectan actuadores de 24 Vcc a los esclavos que se activan a través del propio sistema. También existe un cable de color rojo para actuadores de 230 VCA.



↑ Figura 9.44. Cable AS-i.

- b) **Módulo AS-i esclavo:** son los encargados de conectar los sensores y actuadores al sistema.

Hay dos tipos de esclavos:

- **Módulos de usuario**, son dispositivos de entradas/salidas para la conexión de actuadores y sensores estándar. Existen módulos para cuadro que permiten la fijación del cable mediante borne por tornillo y módulos para exterior (montaje en superficie) en los que la conexión al cable se realiza pinchando directamente por bornes tipo cuchilla.



↑ Figura 9.45. Módulos AS-i de superficie y de cuadro (Siemens AG).

↑ Figura 9.46. Detalle de conexión de cables AS-i en pieza de acoplamiento de un módulo de usuario.

- **Actuadores/Sensores AS-i:** permiten la conexión directa al bus.



↑ Figura 9.47. Sensores/Actuadores específicos para AS-i.



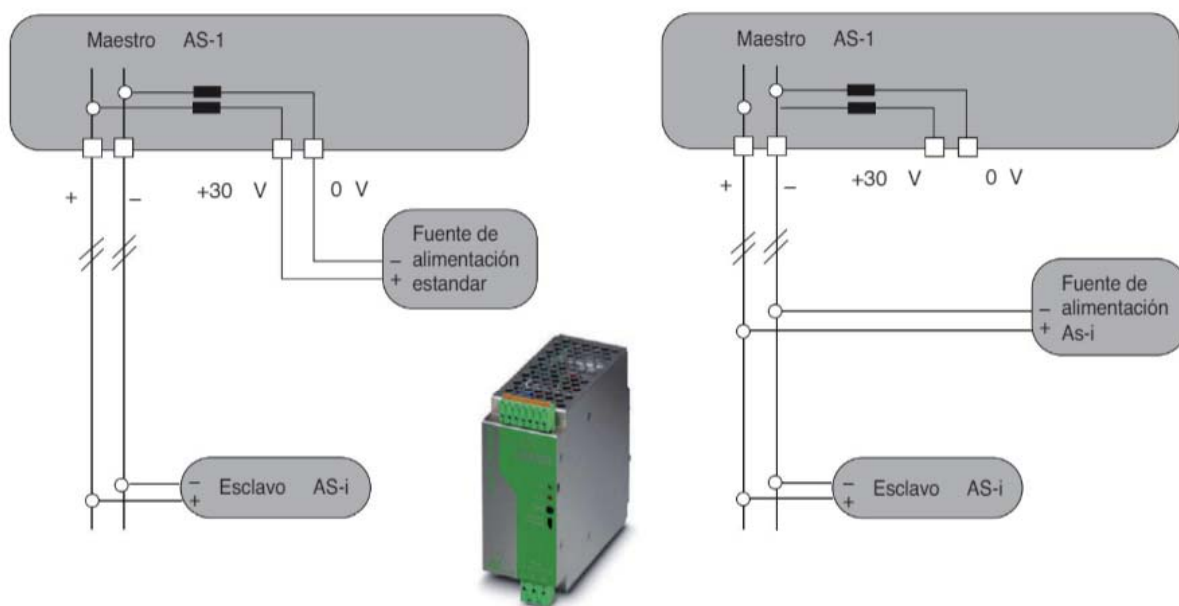
↑ **Figura 9.48.** Autómata S7-200 de Siemens con Módulo AS-i (maestro).

c) **Módulos maestros:** son los encargados de procesar toda la información del bus. En una red AS-i solamente puede haber un maestro. Los maestros pueden ser módulos autónomos específicamente diseñados para tal fin, que se conectan como otro módulo al autómata.

d) **Fuente de alimentación:** es la encargada de alimentar los diferentes esclavos conectados al bus a una tensión de 30 Vcc.

El propio cable (amarillo) que es utilizado para la comunicación entre los capacitores de la red es utilizado como soporte para su alimentación.

Si se utilizan actuadores que se activan a través del propio sistema, es necesario utilizar una fuente de alimentación auxiliar. En este caso, se debe añadir un cable auxiliar de color negro para 20 Vcc o rojo para 230 Vac.



↑ **Figura 9.49.** Fuente de alimentación AS-i (cortesía Phoenix Contact). Conexión de la fuente de alimentación a la red AS-i



↑ **Figura 9.50.** Programadora de direcciones AS-i (SIEMENS AG).

e) **Programadora de direcciones:** permite programar el direccionamiento de los diferentes esclavos que intervienen en una red AS-i. Suelen ser de tipo portátil y se conecta directamente al cable del bus.

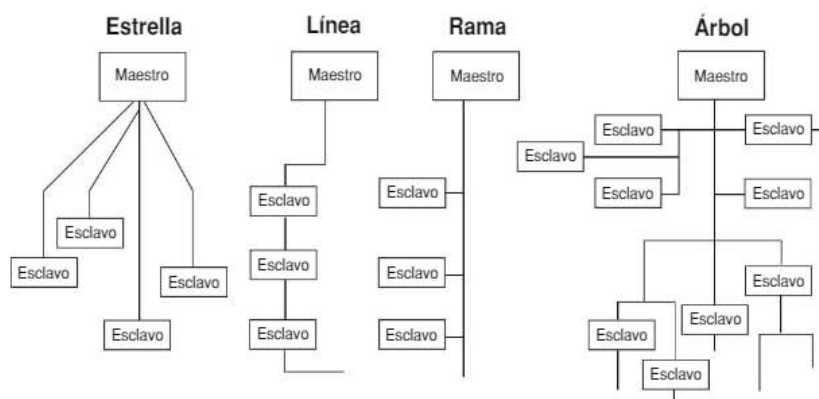
Estructura de la red AS-i

El bus AS-i se estructura en forma de estrella, línea, rama o árbol.

La longitud máxima del cable no debe pasar de los 100 m. Cuando existan diferentes ramificaciones, se sumarán las longitudes de cada una de ellas para obtener el límite permitido.

ACTIVIDADES

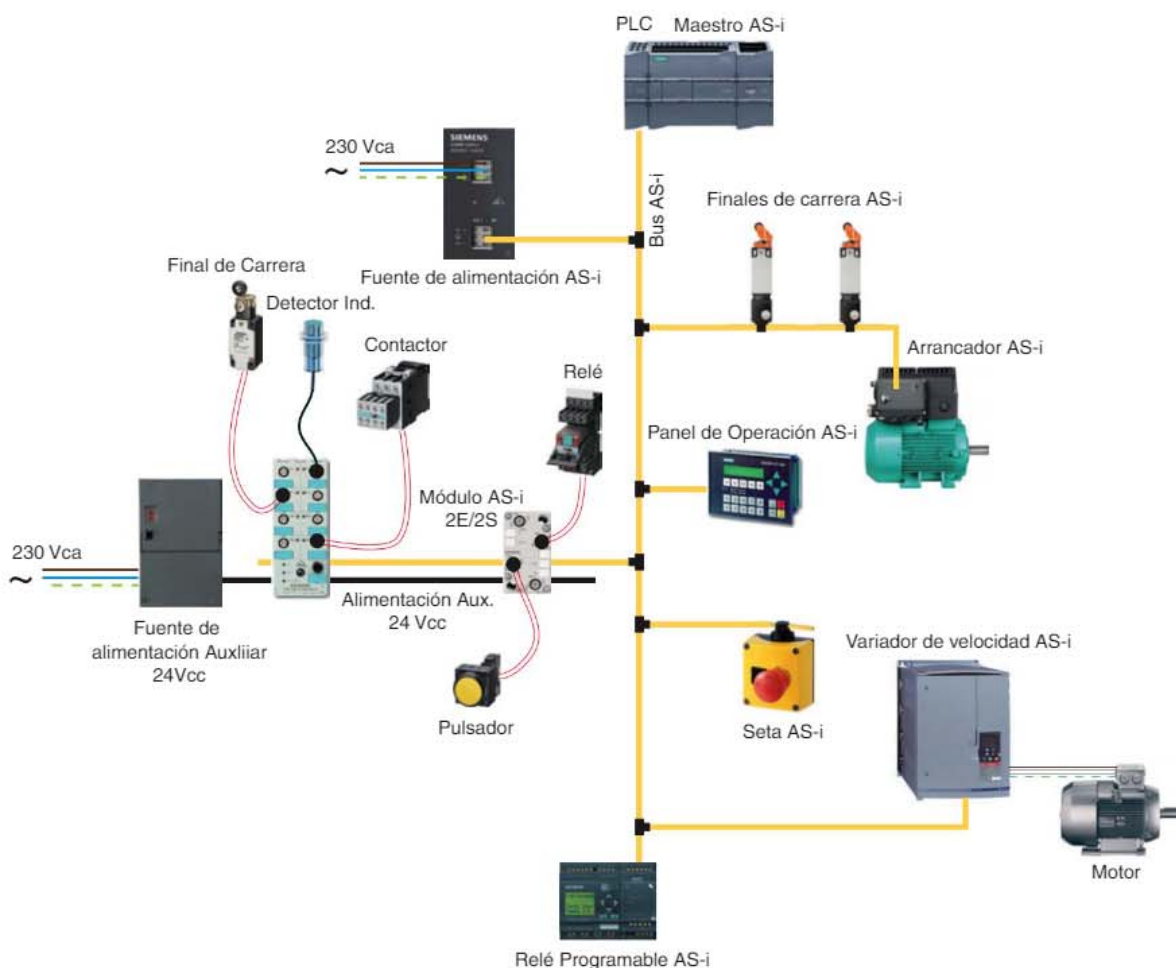
2. Conecta la programadora de direcciones en un esclavo AS-i y observa que dirección tiene en el bus. Siguiendo el manual de instrucciones del fabricante, de una nueva dirección al módulo.



↑ **Figura 9.51.** Topología de una red AS-i.

El número máximo de participantes (esclavos) de una red AS-i es de 31, siendo posible conectar hasta 62 en modo extendido (esclavos B).

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de una red AS-i:



↑ **Figura 9.52.** Ejemplo de una red AS-i.

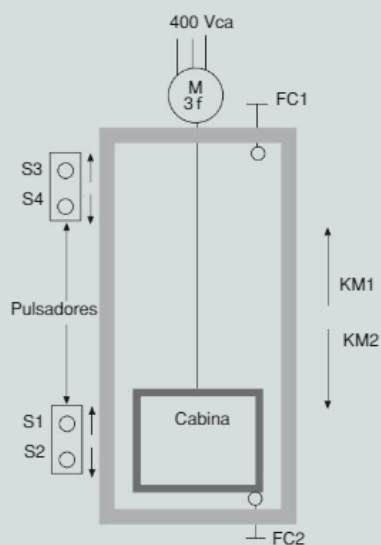


ACTIVIDADES FINALES

- 1. Realiza un dibujo esquemático de un autómata identificando las partes que a continuación se detallan:
 - Tensión de alimentación.
 - Puesta a tierra del autómata.
 - Alojamiento de la pila.
 - Alojamiento de tarjeta o cartucho de memoria.
 - Conector de conexión del interface de la consola o del ordenador.
 - Número de entradas y salidas.
 - Panel de visualización.
- 2. Dibuja los esquemas de mando y fuerza para el arranque estrella/triángulo de un motor trifásico mediante un autómata programable.
- 3. Haz lo mismo para invertir el sentido de giro del motor de la actividad anterior.
- 4. Dibuja los esquemas de mando y fuerza, para gobernar el automatismo de un montacargas como el de la figura 9.53 con un autómata programable.

Los materiales utilizados son los siguientes:

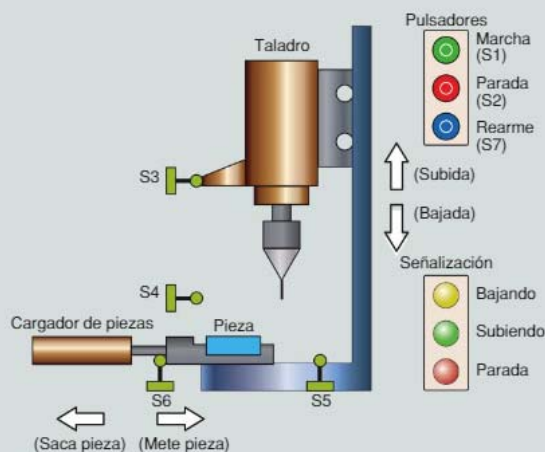
- Elementos de captación:
 - Cuatro pulsadores para bajar y subir la cabina, S1, S2, S3 y S4.
 - Dos finales de carrera para detectar las posiciones de la máquina FC1 y FC2.
- Elementos de actuación:
 - Dos contactores KM1 y KM2 para gestionar la inversión de giro del motor trifásico.
- Elementos de protección:
 - Un relé térmico.
 - Magnetotérmico bipolar para el circuito de mando.



↑ Figura 9.53.

- 5. Dibuja los esquemas de mando y fuerza necesarios para automatizar el taladro semiautomático de la figura mediante un autómatas programable. Elabora previamente la lista de materiales necesarios para realizar este montaje. Ten en cuenta que todos los movimientos (cargar pieza, girar broca y bajar y subir taladro) se realizan con motores eléctricos trifásicos.

De momento no es necesario que conozcas todos los detalles de funcionamiento de esta máquina.



↑ Figura 9.54.

- 6. Representa gráficamente el circuito de la actividad anterior, utilizando una red AS-i, de dos formas diferentes:
- Los elementos de captación y actuación son convencionales de tipo electromecánico.
 - Los elementos de captación y actuación son conectables directamente al bus.
- Utiliza un catálogo de fabricante para ver cuál de las dos opciones es la más económica.

entra en internet

- 7. Busca en internet al menos cinco fabricantes de autómatas programables y descarga sus catálogos.
- 8. Localiza las hojas de características de cinco autómatas programables cuyas conexiones de entradas/salidas y alimentación sean diferentes. Copia las imágenes con los esquemas, elabora un documento en tu procesador de textos y entrégaselo al profesor.
- 9. Localiza el manual, y toda la documentación adicional que puedas, sobre el autómatas programable que has utilizado en las actividades anteriores.
- 10. Utilizando internet, realiza un trabajo sobre aplicaciones de los autómatas programables en la industria, analizando los sectores en los que más se utilizan.
- 11. Elabora una lista con seis tipos de buses industriales a los que se puedan conectar autómatas programables.
- 12. Echa un vistazo a las siguientes páginas web relacionadas con el mundo de los autómatas:
- REEA (<http://olmo.pntic.mec.es/jmarti50/portada/index.htm>)
 - InfoPLC (www.infoplc.net)
 - Autómatas Industriales (www.automatas.org)



PRÁCTICA PROFESIONAL

HERRAMIENTAS

- Herramientas básicas del electricista

MATERIAL

- Panel de pruebas utilizado en las prácticas de automatismos cableados
- Bornes para rail
- Un magnetotérmico bipolar
- Un autómata programable o relé programable
- Cable de línea de 1,5 mm²
- Manguera de 5x 2,5mm²
- 6 pulsadores, normalmente abiertos, para rail normalizado
- 4 lámparas de 230 Vca para rail normalizado

Puesta en servicio de un autómata programable

OBJETIVO

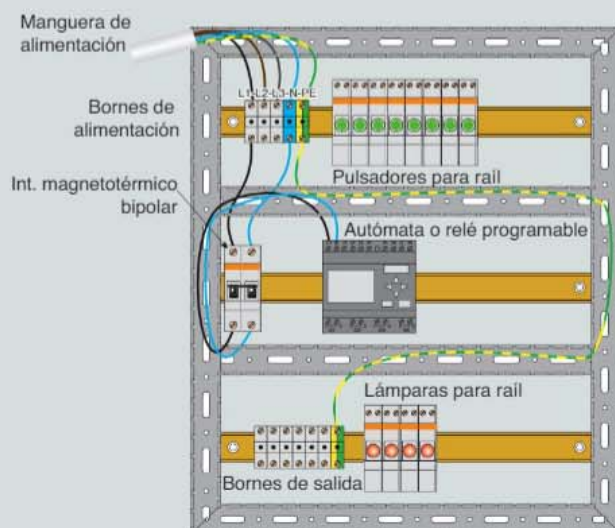
Identificación de las partes de un autómata programable y puesta en servicio del mismo.

PRECAUCIONES

- **Importante:** en esta ficha de trabajo se ha utilizado un relé programable de alimentación a 230 Vca, con entradas a 230 Vca y salidas a relés libres de tensión. El autómata que tú utilices puede ser diferente al que aquí se propone. Por tanto, se hace absolutamente necesario consultar la hoja de características del fabricante, para realizar correctamente las conexiones y no deteriorar de forma irremediable la electrónica del autómata.
- No manipular las conexiones con el panel conectado a la red de alimentación.
- Ten en cuenta las pautas que se marcan en las fichas de seguridad que tienes al final del libro.

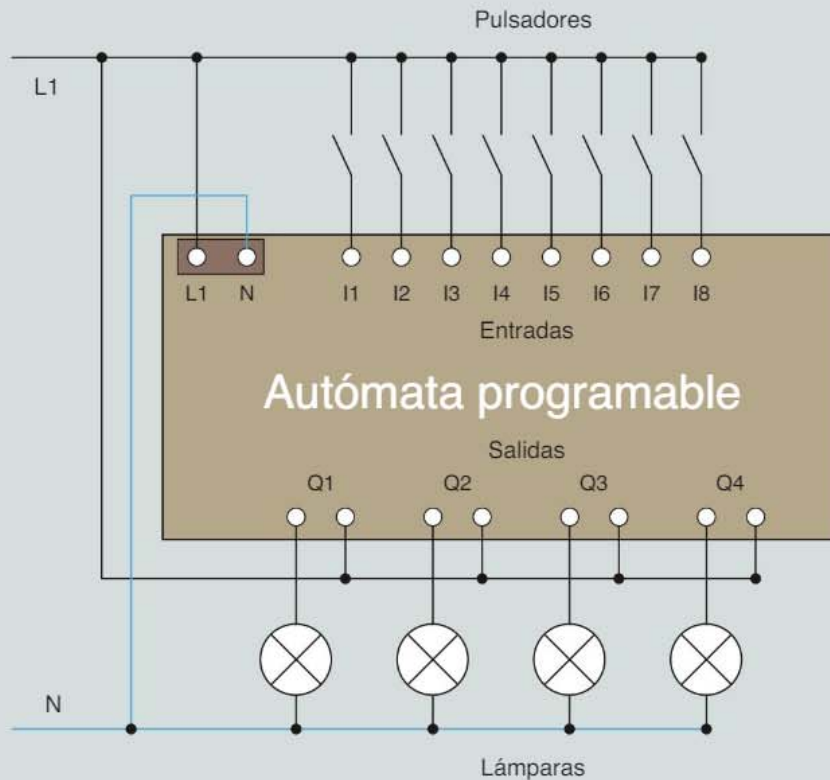
DESARROLLO

1. Utilizando el panel de pruebas de otras actividades, retira todos los aparatos excepto los bornes de entrada y de salida.
2. Sustituye el magnetotérmico tripolar por uno bipolar.
3. Fija el autómata sobre el rail central, los pulsadores sobre el superior y las lámparas en el inferior.
4. Conecta una de las fases y el neutro a la alimentación del autómata, pasando ambos conductores a través del interruptor magnetotérmico.



← **Figura 9.55.** Ubicación de la aparatamenta en el panel de prueba.

5. Conecta la manguera a la red de alimentación y acciona el magnetotérmico para probar que el autómata se enciende correctamente.
6. Dibuja un esquema con las conexiones de los pulsadores a las entradas del autómata y las lámparas a las salidas.



↑ **Figura 9.56.** Conexión de pulsadores y lámparas al autómata programable.

7. Realiza, sobre el panel, las conexiones de los pulsadores a las entradas y las lámparas a las salidas.
8. Tapa la canaleta y conecta el panel de pruebas a la red de alimentación.
9. Conecta el cable de comunicación entre el ordenador y el autómata.
Nota: Previamente debes haber instalado el *software* de programación del autómata.
10. Realiza una prueba de comunicación.
11. Transfiere el programa de prueba que te ha pasado el profesor. No intentes deducir qué significa dicho programa, ya tendrás tiempo en la siguiente unidad de aprender cómo se realiza la programación de autómatas.
12. Acciona los pulsadores individualmente y observa qué ocurre con las salidas.
13. Realiza esta supervisión en presencia de tu profesor y confirma que todo ha funcionado correctamente.



MUNDO TÉCNICO

Comunicación *Wireless*

Wireless significa *sin cables* en inglés. Una red *wireless*, es aquella que permite la comunicación de las salidas y entradas de un sistema de control (autómata programable) con los actuadores (motores, por ejemplo) y sensores (todo tipo de detectores) sin la necesidad de que exista una conexión física, es decir, sin cables. Se trata entonces de una conexión inalámbrica industrial.

Puede ser ventajosa este tipo de conexión, cuando se pretende comunicar con zonas de difícil acceso, o en diversas aplicaciones en las que la existencia de cables dificulten el proceso, como por ejemplo en todo tipo de robots, así como en instalaciones domóticas.

La transmisión de la señal se realiza vía radio, y en función de la tecnología utilizada, existen varias opciones:

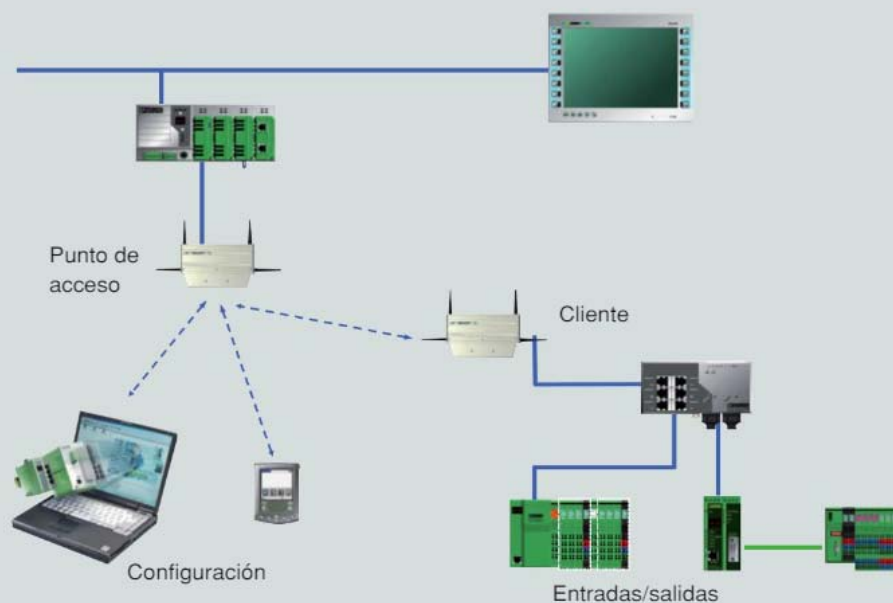
- **WLAN (Wireless Lan):** pertenece a la familia de redes de área local. Permite el intercambio de gran cantidad de información en distancias no muy largas.
- **BLUETOOTH:** permite la comunicación de aparatos móviles en distancias cortas. Tiene gran inmunidad

frente a interferencias electromagnéticas (por ejemplo, otras redes WLAN ya instaladas).

- **TRUST WIRELESS:** se utiliza cuando la cantidad de información que hay que enviar es poca pero la distancia es más larga (puede llegar a alcanzar hasta 10 km instalando la antena adecuada), además el tiempo de actualización de dichas señales no es crítico.
- **GSM/GPRS:** permiten la transmisión de información a grandes distancias (hasta cientos de kms) y hacen posible el control mediante el uso mensajes SMS.

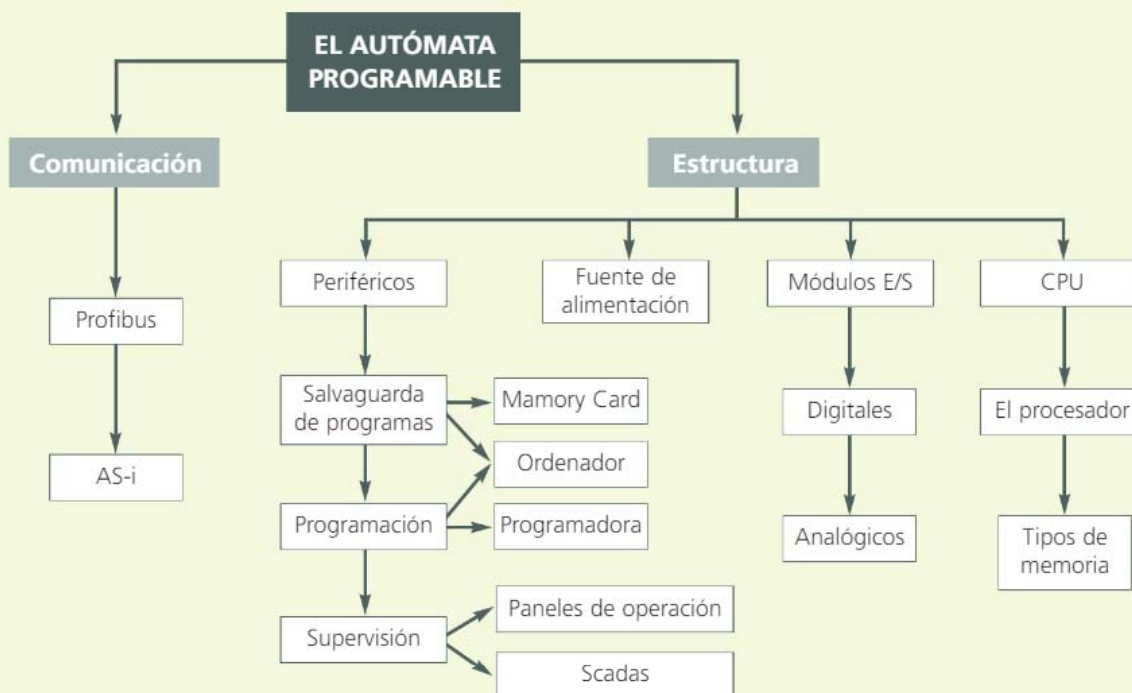
En cualquiera de las cuatro tecnologías es necesario instalar una antena emisora (punto de acceso) y otra receptora de la información (cliente). En cuanto a la distribución de la información, esta puede ser unidireccional, bidireccional, multipunto, etc.

Es importante destacar la seguridad que en la actualidad presentan este tipo de comunicaciones frente a los accesos de intrusos que podrían pretender dañar el sistema.



↑ **Figura 9.57.** Ejemplo de configuración de una red Wireless WLAN.

EN RESUMEN



EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

- Una entrada «todo o nada» es aquella que:
 - Detecta diferentes valores dentro de un rango.
 - Detecta solamente dos valores, uno máximo y otro mínimo.
 - Permite conectar sensores de tipo analógico.
- Un panel de operación es:
 - Un elemento que permite la programación de autómatas.
 - Un cuadro eléctrico en el que se fija un autómata programable.
 - Una pantalla que permite el control y la supervisión de un proceso industrial.
- Con una entrada analógica se puede:
 - Medir una temperatura.
 - Activar un contactor.
- AS-i es:
 - Un modelo de autómata programable.
 - Un bus de comunicación.
 - Un tipo de tarjeta de memoria.
- En los módulos de salida a colector abierto se pueden conectar actuadores a 230 V.
 - Verdadero.
 - Falso.
- Si se extrae una Memory Card del autómata se borra el programa que contiene.
 - Verdadero.
 - Falso.
- La memoria RAM mantiene el programa en el autómata ante un fallo de tensión en la instalación:
 - Verdadero.
 - Falso.
- PLC es sinónimo de autómata programable:
 - Verdadero.
 - Falso.