

# Equipamiento electrónico en instalaciones

## Caso práctico

**Tamara y Adrián** están preparando un proyecto de modificación del control de una planta de tratamiento de aguas. Para proyectar el sistema de control de la central necesitan conocer los dispositivos que tienen que utilizar y cómo colocarlos en la instalación para realizar el control de la instalación.



**Adrián** es consciente de que los sistemas automáticos de control están interconectados entre sí e incluso es posible acceder a la red de control desde ordenadores personales conectados a internet. Por este motivo, está revisando qué equipos de control necesita colocar en la planta para poder realizar la operación de la instalación sin estar físicamente en ella.

Se puede definir un **automatismo** como el conjunto de componentes eléctricos, electrónicos, neumáticos o hidráulicos que gobiernan un proceso.

Con la aparición de los microprocesadores, los procesos industriales son gobernados cada vez más por las máquinas, dejando al hombre en un segundo plano.

En un sistema automatizado, se pueden distinguir las siguientes partes:



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

En la parte de supervisión y explotación está el operador, quién da las ordenes de marcha y parada del proceso, ala vez que supervisa el proceso a través de un ordenador con un Scada o a través de una pantalla HMI (*Human Machine Interface*), o de un teléfono móvil.

En la parte de control se encuentran los aparatos con microprocesador, encargados de dar órdenes a las salidas en función del estado de las entradas y de un programa que previamente se haya cargado.

La parte operativa es que mueve los componentes del automatismo, a través de los motores, válvulas, resistencias, etc.



[Ministerio de Educación y Formación Profesional](#). (Dominio público)

**Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.**

[Aviso Legal](#)

# 1.- Autómatas programables (PLC).

## Caso práctico

**Tamara** quiere revisar con **Adrián** los equipos que necesitan colocar en la instalación de la planta para llevar a cabo el control de la operación. **Tamara** está interesada en saber qué componentes quiere colocar **Adrián** y en qué modo debe conectarlos al resto de equipos para poder controlar el estado global de la instalación. Se han propuesto dotar a la planta con autómatas programables para controlar las variables que afectan al funcionamiento y seguridad de la instalación.



¿Qué es un autómata programable? ¿Para qué se utilizan? ¿Cómo funcionan estos equipos? A lo largo de los siguientes apartados vamos a ir viendo las soluciones a estas y otras preguntas que surgirán con la lectura.

Un autómata programable es una máquina electrónica programable diseñada para ser utilizada en un entorno industrial, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencias, temporizaciones, recuentos y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas o procesos.

Los autómatas programables surgen en Estados Unidos hacia 1969 como respuesta al deseo de la industria del automóvil de contar con cadenas de producción automatizadas que pudieran seguir la evolución de las técnicas de producción y permitieran reducir el tiempo de entrada en producción de nuevos modelos de vehículos.

Los PLC permiten por tanto a las empresas mejorar su competitividad al permitirles incrementar su productividad a unos costes adecuados a la vez que aumentan la calidad al mejorar el control de los procesos.

Anteriormente a los autómatas, muchas de las tareas de control se solucionaban mediante relés o contactores. Esto con frecuencia se denominaba control mediante lógica cableada. Se tenían que diseñar los diagramas de circuito, especificar e instalar los componentes eléctricos, y crear listas de cableado. Entonces los electricistas debían cablear los componentes necesarios para realizar una tarea específica. Si se cometía un error, los cables tenían que volver a conectarse correctamente. Un cambio en su función o una ampliación del sistema requería grandes cambios en los componentes y su recableado. En un autómata, la tarea de mando se realiza a través de un programa. Cualquier cambio en el funcionamiento del automatismo se realiza cambiando el programa.

## Ventajas del uso de los autómatas:

- Menor tamaño físico que las soluciones de cableado
- La realización de cambios es más fácil y más rápida.
- Los autómatas llevan integradas funciones de diagnóstico.
- Las aplicaciones pueden ser inmediatamente documentadas.
- Se pueden duplicar las aplicaciones más rápidamente y con menor coste.



[Palatinian \(CC BY-SA\)](#)

# 1.1.- Tipos de autómatas

---

Existen muchas marcas de autómatas programables o PLCs en el mercado (Omron, Siemens, Schneider, Vipa), y cada fabricante ofrece productos diferenciados.

Se pueden agrupar los autómatas en tres series (microautómatas, autómatas de serie media y autómatas de serie alta) diferenciados por sus prestaciones, calidad y precio.

Los **microautómatas o relés programables** son pequeños aparatos en automatización que comúnmente se utilizan en viviendas o domótica, cumpliendo funciones como programación del riego del jardín, control de la calefacción, gestión de las alarmas, etc. También son muy utilizados en industria como controladores de máquinas pequeñas.

Sus características generales son:

- Son la gama más sencilla, por eso muchos fabricantes ni los consideran dentro de los PLCs.
- Presentan entradas y salidas integradas y pueden programarse directamente mediante un display o a través de un PC utilizando softwares e interfaces específicos.
- Algunos tienen memoria integrada y otros guardan la información en tarjetas de memoria extraíbles.

Los **autómatas de gama media** tienen las siguiente características:

- Constituyen una solución óptima para aplicaciones en estructuras centralizadas y descentralizadas.
- Suelen ser modulares (se les pueden añadir distintos elementos).
- Llevan memoria integrada y ranura para tarjetas de memoria.
- Hay muchos modelos de CPUs dependiendo de la velocidad, capacidad de la memoria, posibilidades de comunicación, etc.
- Dependiendo del modelo, poseen memoria de programa de hasta 85 K en instrucciones y hasta 1024 entradas/salidas.
- Tienen un buffer de mensajes de error con fecha y hora, además de ayuda de diagnóstico de módulos en la búsqueda de errores por parte del usuario.



[Stehfun \(CC BY-SA\)](#)



[Dailynetworks](#) (Dominio público)

Los **autómatas programables de gama alta** se caracterizan:

- Por su gran capacidad de comunicación, se utilizan preferentemente para coordinar instalaciones completas y para controlar las líneas de comunicación subordinadas con estaciones esclavas.
- Son ideales para tareas de muchos datos de la industria de procesos; la gran velocidad de procesamiento y los tiempos de reacción mínimos reducen los tiempos de ciclo de las máquinas.
- Dependiendo del modelo, disponen de memoria de programa de hasta 660 K en instrucciones y hasta 131056 entradas/salidas.



[Mixabest](#) (Dominio público)

## Autoevaluación

Los microautómatas suelen utilizar el mismo software de programación que los autómatas de serie media.

Verdadero  Falso

**Falso**

Correcto. La mayoría de los fabricantes proporcionan un software más sencillo e intuitivo para programar este tipo de autómatas, ya que uno de los objetivos que tienen es que no haga falta personal especialmente cualificado para manejar este tipo de PLCs.

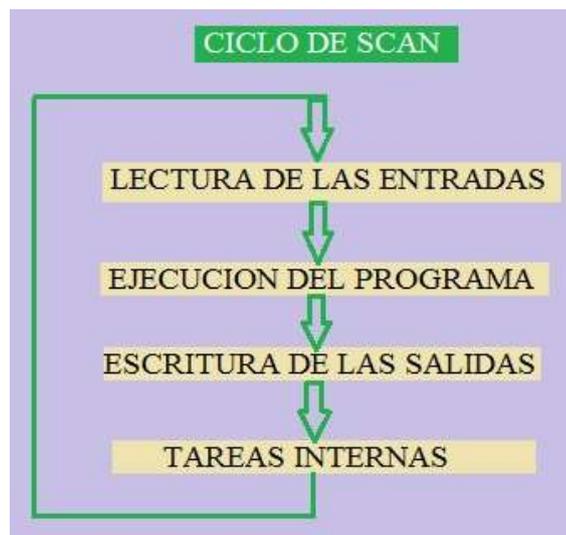
## 1.2.- Funcionamiento.

---

¿Cómo funciona un PLC? ¿Qué es lo que controla el funcionamiento de un PLC? Es evidente que el control del funcionamiento del PLC es una de las tareas claves que debe tener este dispositivo.

Un PLC, una vez alimentado, tiene básicamente dos modos de funcionamiento:

- **Stop:** en este modo de funcionamiento no se ejecuta el programa de control.
- **Run:** en este modo de funcionamiento el programa de control se está ejecutando de manera indefinida hasta que el PLC pasa al modo Stop o se desconecta.



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

El último modo de funcionamiento es en el que nos vamos a centrar. Cuando el autómatas se encuentra en esta situación, el programa de control que está grabado en su memoria se ejecuta cíclicamente describiendo lo que se llama **ciclo de scan**. Un ciclo de scan consiste básicamente en cuatro pasos:

- **Lectura** de las entradas del PLC.
- **Ejecución** del programa de control.
- **Escritura** de las salidas del PLC.
- **Tareas internas** del PLC.

La **lectura de las entradas** del PLC se realiza al comienzo de cada ciclo de scan. El sistema operativo del PLC comprueba el estado en el que se encuentran todos y cada uno de los elementos de entrada (sensores, pulsadores, etc.) que están conectados a los distintos módulos de entradas del PLC. Si un sensor está activado, el PLC pondrá un 1 lógico en una posición determinada de una zona de memoria llamada **memoria de entradas**. Si el sensor fuese analógico en vez de escribir un 1 o un 0, se convertiría el valor de la magnitud física a un valor numérico que también se depositaría en una zona de la memoria de entradas analógicas. Al hacer esta operación de lectura de todas las entradas al comienzo de cada ciclo se asegura que todas las instrucciones del programa de control son ejecutadas sobre el estado actual del proceso.

Leída la memoria de entradas se ejecutarán las **instrucciones del programa** albergado en su memoria de programa del PLC. Lo hará secuencialmente comenzando por la primera instrucción del módulo de programa que se considere el principal. Esta ejecución secuencial

no implica que sea lineal, ya que un programa puede contener instrucciones especiales que permitan hacer saltos hacia delante y hacia atrás, e incluso es posible que haya subrutinas e interrupciones. Existe una última instrucción que pone fin a este paso del ciclo de scan. La ejecución del programa de control hará que los valores de la memoria de datos del PLC vayan cambiando. Los cambios que se registren en la memoria de salidas son los que se traducirán en acciones finales sobre el proceso.

Después de ejecutar la última instrucción del programa de control, el PLC revisa todas las posiciones de la **memoria de salidas**. En función del valor, el PLC activará o no la salida correspondiente en el módulo de salidas. Normalmente se encuentra un accionador conectado al módulo de salidas en cada posición para llevar a cabo la acción correspondiente sobre el proceso.

Antes de comenzar un nuevo ciclo de scan, el PLC necesita realizar ciertas **tareas internas** como por ejemplo comprobar errores, almacenar la duración del ciclo de scan, actualizar valores internos de sus tablas de datos, etc. Una vez que esta fase ha terminado el sistema operativo del PLC comenzará a ejecutar un nuevo ciclo de scan.

El tiempo de ciclo puede variar entre 1 y 100 milisegundos, dependiendo del tipo de autómatas y de la carga de programa que tenga en la memoria. Es importante que una orden de activación o desactivación de un mismo objeto no se repita dentro del programa, pues el autómatas se quedará con la última orden y no hará caso a las demás.

## Autoevaluación

La escritura de las salidas del PLC tiene como fin la posible modificación del proceso, ¿es correcto?

- Verdadero.
- Falso.

Correcto. Esta era sencilla.

Incorrecto. Es la misión de las salidas. Modificar el proceso si el PLC lo considera oportuno.

### Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

## 1.3.- Programación.

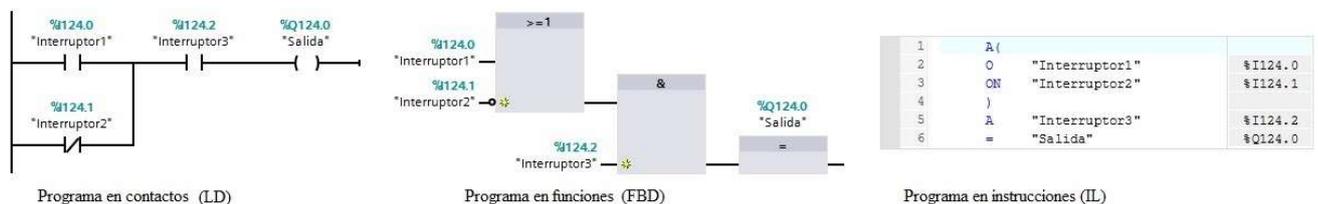
¿Cómo podemos programar los autómatas? Existen diversas formas de programar los autómatas. Todas ellas son válidas aunque alguna es más rápida e intuitiva que el resto. La norma que trata de estandarizar los lenguajes para los diferentes fabricantes es la **IEC 61131**.

Estas técnicas de programación más comunes pueden resumirse en tres tipos:

- Lenguaje de contactos (**LD**): Es un lenguaje familiar para aquellos que hayan vistos circuitos eléctricos, pues los contactos lógicos se asocian a los contactos físicos de un esquema eléctrico. Para que se active la salida se debe cumplir que haya un "1" lógico yendo por una rama o por la otra.
- Lenguaje en funciones (**FBD**): La asociación de contactos en serie o paralelo, corresponde a funciones lógicas del Algebra de Boole, funciones "Y", o "AND", también representadas por "&" y a funciones lógicas "O", también representadas por ">=1".
- Lenguaje en instrucciones (**IL**): Utilizan nemónimos para representar las diferentes órdenes de programación. "A" para función "Y", "O" para función "O", "N" para negación, etc.

La elección de un tipo de lenguaje de programación dependerá de la afinidad de quienes vayan a realizar la programación. Un técnico con mayor preparación eléctrica normalmente elegirá el lenguaje a contactos, mientras que otro con preparación electrónica o informática, se decantara por alguno de los otros.

A la hora de programar, cada elemento debe tener una referencia,

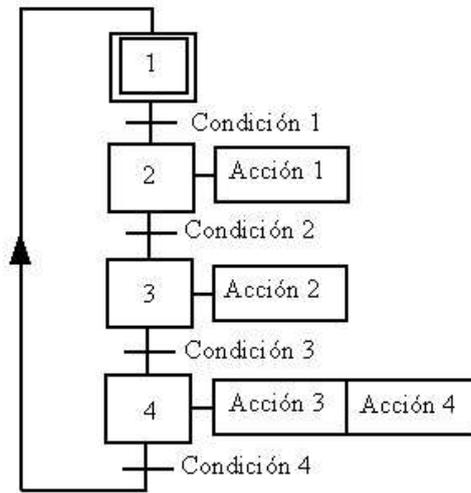


Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

A la hora de programar, cada elemento debe tener una referencia, Si es una entrada **I**, si es una salida **Q**, si es una memoria interna **M**, etc. Además hay que especificar el número de Byte y el número de bit, dentro del BYTE. Por ejemplo I124.1 hace referencia al segundo bit del la entrada que está en el BYTE 124.

Otras formas de programación son el GRAFCET o Gráfico Funcional Secuencial (**SFC**) y los lenguajes de alto nivel, tipo C (**ST**).

El **GRAFCET** es una secuencia de etapas que tienen asociadas unas determinadas acciones a realizar sobre el proceso, junto con las condiciones o transiciones que provocan que se produzca el paso de una etapa a otra. Está normalizado por la norma **IEC 848**.



Licencia: [CC BY-NC-SA](#)

Para programar el PLC tenemos que realizar una serie de tareas previas:

- Definir qué debe hacer el PLC y en qué orden.
- Identificar las variables de entrada y de salida.
- Representar el sistema de control indicando todas las funciones que intervienen, las relaciones entre ellas y la secuencia que debe seguir.
- Asignar las direcciones de entrada y salida lógicas internas del PLC.
- Representar gráficamente el modelo.
- Cargar el programa en la memoria del autómata.
- Depurar el programa y realizar una copia de seguridad.

## Debes conocer

Artículo en Wikipedia que describe el GRAFCET. Están indicados los símbolos utilizados y algunos ejemplos muy básicos para mejorar la comprensión de esta herramienta.

[Artículo sobre el GRAFCET.](#)

## Autoevaluación

**Cuando nos encontramos con las siglas SFC, nos estamos refiriendo a:**

- Lenguaje en instrucciones
- Lenguaje Grafcet
- Lenguaje en funciones.

- Lenguaje en contactos.

No es correcto.

Correcto

No es correcto.

No es correcto.

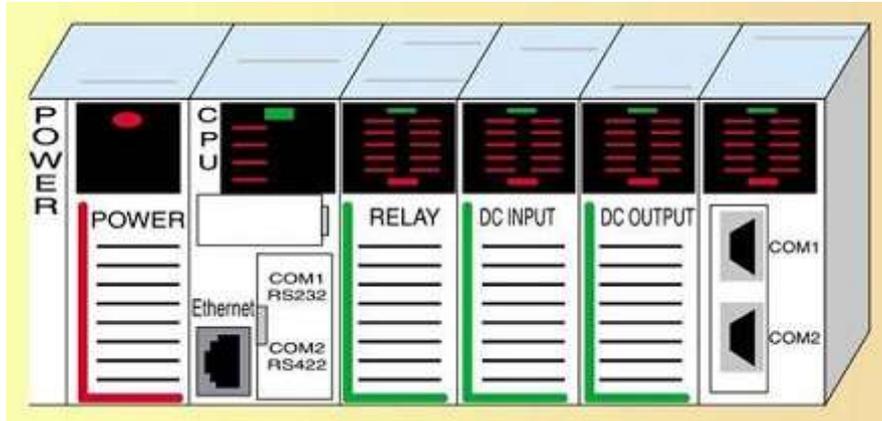
## Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

# 1.4.- Estructura de un PLC

¿Cuál es la arquitectura típica de un PLC? ¿Qué módulos posee? ¿Cuáles son las posibilidades de entradas y salidas que tenemos?

La arquitectura típica de un PLC se puede dividir en varios bloques:



[Wasami007. \(CC BY-SA\)](#)

- **Fuente de alimentación:** es el corazón del PLC y nutre de energía eléctrica al resto de módulos del mismo y en ocasiones incluso a los sensores del proceso. Casi todos los PLC funcionan internamente a 5V CC. Se necesita una fuente capaz de transformar la corriente de red de 230V CA en los 24V CC requeridos. Es muy importante dimensionar correctamente la potencia de la fuente de alimentación.
- **CPU:** la unidad central de proceso es el cerebro del PLC. Este módulo presenta una arquitectura interna similar a la CPU de un ordenador personal. Está formada por un microprocesador, una unidad de memoria, una unidad aritmético lógica, y toda la circuitería necesaria para conectar todos estos componentes y permitir a su vez la conexión de la CPU con el resto de módulos del PLC.
- **Rack o bastidor:** el rack o bastidor es un soporte por lo general metálico sobre el cual se montan todos los módulos que componen el PLC (los enumerados hasta el momento y los siguientes). Puede entenderse como la columna vertebral del PLC. Sobre este soporte va adosado el bus de datos que permite llevar a cabo el intercambio efectivo de información entre todas las partes que forman el PLC así como alimentarlos con la energía eléctrica necesaria para su correcto funcionamiento. Los distintos módulos se conectarán a las bahías que están fijadas sobre el bastidor quedando fuertemente unidas al mismo por medio de algún mecanismo, lo cual dota al PLC de gran robustez.

Estos tres módulos son los componentes básicos necesarios para que el PLC pueda funcionar, pero para que su función sea efectiva, es decir, para que el PLC pueda hacer algo útil es necesario dotarlo de algún medio para su interconexión con el proceso que se desea controlar. Para ello el PLC presenta una serie de entradas y salidas agrupadas en módulos de distintos tipos dependiendo de su naturaleza:

- **E/S digitales:** este tipo de módulos permite al PLC leer valores de sensores digitales del proceso y enviar órdenes hacia los componentes del proceso empleando como adaptadores de señal a los preaccionadores y accionadores. Todas estas señales serán de formato todo/nada, es decir, que permitirán intercambiar información que representa dos únicos posibles estados: uno y cero. Es decir, para el caso de los sensores esta información indicará la existencia de un evento físico o no del proceso

respectivamente. Y para el caso de los actuadores codificará la orden de actuar o no actuar respectivamente.

- **E/S analógicas:** las señales todo/nada limitan en cierta medida la cantidad de información que el PLC recibe y envía al proceso. Si para una magnitud física del proceso se desea poder conocer desde el PLC todos sus posibles estados o valores entonces es necesario emplear un módulo de entradas analógicas. Este módulo estará formado internamente entre otras cosas por un convertidor analógico digital que transformará el valor de la magnitud física en cada momento en un número el cual será almacenado en la memoria de entradas analógicas del PLC para su posterior uso desde el programa de control. Si por el contrario el PLC desea enviar una orden mucho más rica en matices que un simple todo/nada será necesario emplear un módulo de salidas analógicas. Este tipo de módulos contiene internamente un convertidor digital analógico el cual transformará un valor numérico depositado por el programa de control en una posición de la memoria de salidas analógicas del PLC, en una corriente eléctrica proporcional (comprendida dentro de unos límites determinados) la cual será empleada para llevar a cabo la acción sobre el proceso.

## Autoevaluación

**Como el PLC es un dispositivo digital, las entradas y salidas solo tienen señales digitales, ¿verdadero o falso?**

- Verdadero.
- Falso.

No es correcto. Revisa este apartado con más atención.

Correcta. Evidentemente el PLC solo trabaja con señales digitales pero las E/S pueden ser analógicas también.

## Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

# 1.5.- Conexión de PLC.

¿Cómo se conecta el PLC internamente?  
¿Cómo se conecta el PLC con el resto de los componentes del proceso industrial?  
Si queremos que el PLC controle el proceso industrial en el que lo vamos a colocar, será necesario conectarlo eléctricamente con el resto de componentes. En primer lugar, vamos a ver cómo se conecta internamente el PLC para después revisar el conexionado con el resto de componentes.



[Stewe007](#) (Dominio público)

Dentro de la conexión del PLC, ésta puede realizarse de dos maneras:

- **Compacta:** en este tipo de PLC todos los módulos descritos en el apartado anterior están encapsulados bajo una misma carcasa plástica que hace del PLC un producto robusto y compacto.
- **Modular:** en este tipo de configuración cada módulo del PLC debe ser adquirido por separado por lo que hay que tener en cuenta las posibles incompatibilidades entre los distintos modelos, para posteriormente ser ensamblados para formar el PLC deseado. Esta configuración permite tener un PLC mucho más adaptado a las necesidades reales, pero por lo general suele ser una solución más cara. Este tipo de configuración se suele emplear en modelos de PLC de gama alta donde el precio no es el inconveniente mayor.

Independientemente de que el formato del PLC sea compacto o modular por lo general todos suelen ser ampliables mediante módulos adicionales que deben ser adquiridos aparte. La diferencia entre unos y otros está en el precio y en que, por lo general los compactos suelen estar más limitados a la hora de su posible ampliación.

Ahora toca conectar el PLC con el resto de equipos industriales. Lo que se encuentra el operario que realizará la conexión es un mazo de cables procedentes de los sensores distribuidos por el proceso y otro conjunto de cables que van a los actuadores. Con el fin de obtener una instalación libre de averías, fiable y segura es imprescindible que el conexionado esté totalmente correcto, claro y ordenado. Se debe tener en cuenta que, en la mayoría de los casos, en el mismo armario donde está instalado el PLC se encuentran otros elementos de potencia, como relés y contactores, lo que puede provocar interferencias electromagnéticas. Para evitar estos fenómenos es imprescindible conectar bien las masas y los apantallamientos para evitar interferencias en las señales.

Las conexiones de las **entradas del PLC corresponden a dos tipos:**

- **Digitales:** el valor de la señal solo puede presentar dos estados, nivel bajo y nivel alto. Podemos clasificarlos en dos tipos:
  - Contactos pasivos o libres de tensión: se comportan como interruptores mecánicos. Son pulsadores, interruptores, finales de carrera, etc.
  - Captadores activos o con tensión: son más complejos que los anteriores. Constan de un sensor más un circuito de acondicionamiento de la señal. Están alimentados a veces por el propio autómatas. Dentro de este tipo están las fotocélulas, detectores de proximidad, etc.
- **Analógicas:** la señal es variable y continua a lo largo del tiempo.

En las **salidas** del PLC se conectan cargas o actuadores del sistema. El conexionado se puede realizar de dos maneras distintas:

- **Directamente al autómatas:** el actuador no requiere excesiva potencia y la salida del autómatas puede suministrarla.
- **Mediante otros elementos** como relés o contactores: se realiza de este modo para aquellos elementos que requieren potencias mayores que las que soportan los módulos de salida del PLC.

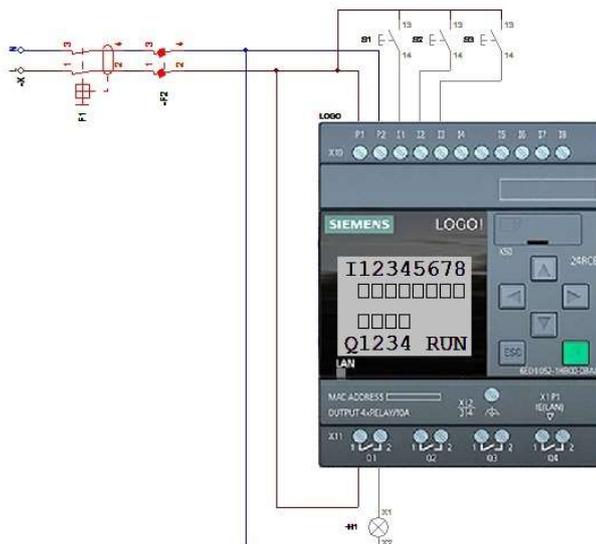
De todos modos, siempre es necesario leerse las especificaciones del fabricante y los manuales de instalación para conocer con detalle las características de las entradas y salidas y no cometer ningún error en el conexionado que ponga en peligro el correcto funcionamiento del PLC.

## Ejercicio Resuelto

Supongamos que se quieren conectar tres pulsadores a un microautómata LOGO, para hacer funcionar una lámpara a modo de telerruptor, es decir, que cada vez que se pulse uno de ellos, la lámpara cambie de estado. Si estaba apagada se encenderá y viceversa.

Mostrar retroalimentación

El esquema de cableado quedaría así:



El controlador está alimentado de la red de 230V, a través de un diferencial y un magnetotérmico.

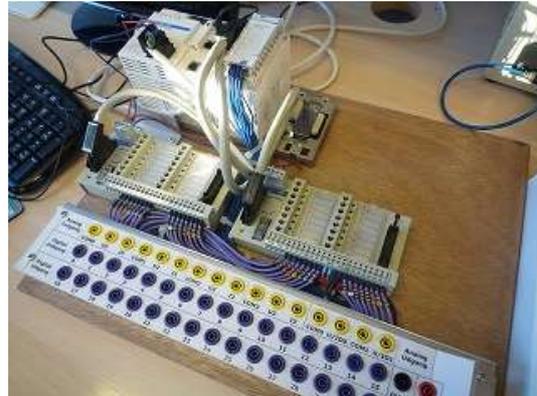
Los contactos de los pulsadores se conectan entre la fase y la entrada correspondiente. Cuando se pulsa uno de ellos, el autómatas recibe un "1" lógico.

La salida es un contacto de relé, por ello, un polo se conecta a fase y el otro a la lámpara y de la lámpara al neutro.

Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## 1.6.- Comunicaciones.

¿Cómo se comunica el PLC con el resto de equipos de control? ¿Cómo podemos ver su estado y modificar lo que necesitamos para mejorar el funcionamiento del sistema? Hasta ahora has visto cómo están conectadas las entradas y salidas del PLC para recibir los datos del proceso e influir en él mediante la modificación de las salidas. En este apartado vas a ver qué posibilidades de comunicación tiene el PLC con el resto de equipos de control.



[Green Mamba](#), (CC BY-ND)

La mejora en los procesos de automatización ha venido de la mano del avance de los dispositivos inteligentes, como los microprocesadores. Estos equipos han ido aumentando la potencia de cálculo con lo que mejoran sus prestaciones y posibilidades. La posibilidad de interconectarlos entre sí ha permitido pasar de los sistemas con inteligencia centralizada a sistemas con inteligencia distribuida.

Para que esta comunicación se lleve a cabo es necesario definir unos protocolos de comunicación adecuados entre los diferentes equipos. De lo contrario, y dado que tenemos equipos con tecnología muy diversa, la comunicación no sería posible. Estos protocolos de comunicación entre diferentes equipos serán tratados con más detalle en una unidad de trabajo posterior. En este apartado vamos a centrarnos en los módulos de comunicación que posee el autómatas para conectarse y comunicarse con el resto del entorno industrial.

Una de las alternativas para realizar la comunicación es la incorporación de módulos de comunicaciones individuales para comunicación punto a punto, multipunto o la integración a una red de ordenadores. Los más comunes son:

- Módulos de **comunicación asíncrona**: estos módulos están destinados a la comunicación del PLC con dispositivos periféricos que puedan soportar un enlace de comunicaciones de tipo serie. Podemos distinguir en esta categoría dos tipos de interfaces:
  - **Módulos punto a punto RS-232**: con la cual podemos comunicarnos con cualquier dispositivo que soporte la norma RS-232, como ordenadores personales, pantallas de diálogo, otros PLC, impresoras serie, etc. Este tipo de comunicación se caracteriza por estar diseñado para enlaces de tipo punto a punto y a distancias relativamente pequeñas, generalmente para un máximo de 18 m.
  - Módulos de comunicación **multipunto**: estos se caracterizan por soportar la conexión de varias estaciones trabajando en un esquema maestro-esclavo. Las velocidades de transferencia son muy elevadas, 1 Mbps, y las distancias abarcadas son cercanas a 1 km. Se distinguen dos tipos: RS-422 y RS-485. La **RS-422** es una interfaz multipunto que puede soportar hasta 32 estaciones con una velocidad de transferencia de 1 Mbps, hasta una distancia de aproximada de 1 km en 2 ó 4 hilos. La **RS-485** es una mejora de la RS-422 en una versión de 2 hilos que tiene un mejor comportamiento en sus características eléctricas.
- Módulos de **red propietarios**: son módulos de comunicaciones destinados a la comunicación de PLC de una marca en particular. No están regidos por ninguna norma internacional y son diseñados por el fabricante para sus propios dispositivos.

- Módulos de **red comerciales**: son módulos de comunicaciones con normas internacionales que incorporan los fabricantes de PLC para la integración de sus propios sistemas como también para la integración con sistemas de redes comerciales y de otros fabricantes.

## 1.7.- Alarmas.

¿Cómo detectamos un fallo de funcionamiento en el PLC? ¿Tenemos que esperar a que un fallo del PLC provoque desperfectos en la instalación? La mayoría de los PLC actuales tienen programas de diagnóstico que son capaces de identificar averías en el funcionamiento del PLC y las representan por medio de alarmas.

Los PLC tienen una serie de funciones internas orientadas al diagnóstico de su funcionamiento. Vamos a citar las más comunes:

- Supervisión de la alimentación interna: es conveniente que exista un control de las tensiones de alimentación del PLC por parte del procesador para garantizar que las órdenes pueden ejecutarse.
- Control de la duración del programa por Watchdog: una parte del propio procesador comprueba la duración del programa para que no exceda el tiempo establecido. Si el programa dura más del tiempo establecido es síntoma de que existe algún error. Puede tener varias causas:
  - Existe alguna avería en la gestión de memorias o del sistema del procesador.
  - El programa ha caído en un bucle infinito.
- Checksum del programa: el procesador suma periódicamente los contenidos de la memoria del programa. Si en algún momento se modifica el valor de la suma, sin modificar la programación, es señal de que ha habido un fallo.
- Doble lectura de las informaciones: de esta forma el PLC se asegura de que los datos intercambiados entre los módulos se han interpretado de manera correcta.
- Comprobación de las tarjetas E/S: las tarjetas controlan el estado de sus E/S. La CPU controla si hay fallo en las tarjetas, que estas estén correctamente instaladas, etc.
- Comprobación de la red: en el caso de interconexión entre diversos equipos, el PLC que controla la red comprueba el estado del resto de los equipos.
- Estado de la batería: sirve para mantener la memoria y el reloj de la CPU cuando se produce un corte de la alimentación eléctrica externa.
- Diagnóstico de errores de programa: cuando el programa se para a causa de un error, podemos saber el tipo de error y la línea de código en la que se ha producido para corregir el programa.
- Gestión de errores: cuando la CPU detecta un error ejecuta una parte especial del programa que permite detectar el error, corregirlo y enviar un mensaje al PLC.

Algunos PLC también incorporan otra serie de ventajas para la corrección de alarmas como la posibilidad de colocar y extraer tarjetas en tensión y poder modificar el programa en funcionamiento.



[MONMETRO](#). (CC BY-NC)

### Autoevaluación

**Las alarmas del autómatas sirven para detectar algún fallo en su funcionamiento, ¿verdadero o falso?**

- Verdadero.
- Falso.

Correcta. Esta era muy sencilla.

No es correcto. La misión de las alarmas es alertarnos de que algo no está correcto.

## Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

## 2.- Periféricos y tarjetas E/S.

### Caso práctico

**Adrián** quiere conocer si los autómatas de los que dispone pueden ser actualizados y mejorados en un futuro para añadir nuevas funciones o mejorar sus prestaciones. Está consultando los manuales técnicos de los fabricantes de los equipos para conocer las posibilidades de expansión que tienen y la cantidad máxima de entradas y salidas que pueden conectarse a los autómatas.

Por su parte, **Tamara** está elaborando la lista de variables que van a ser enviadas a los PLC. Las está identificando con códigos para colocar en los cables que irán a los autómatas y las está separando en señales analógicas y digitales, ya que su punto de conexión será diferente.



[MONMETRO. \(CC BY-NC\)](#)

¿Recuerdas las tarjetas de E/S? En los apartados anteriores has visto distintos tipos de tarjetas y cómo se conectan con el PLC. A lo largo de este apartado vamos a entrar en más detalle sobre su funcionamiento para conocer mejor los tipos que hay y las posibilidades que presentan tanto las tarjetas digitales como las analógicas.

Vamos a clasificar las diferentes entradas y salidas que tenemos disponibles en los PLC. Pero antes de hacer esto, es necesario tener en cuenta algunas cuestiones:

- Adaptar las tensiones y corrientes de trabajo
- La mayor parte de las averías que ocurren en los PLC están relacionadas con los módulos E/S.
- En los PLC compactos, los módulos E/S están situados en un solo bloque junto con el resto del autómata.
- En los PLC modulares, los módulos E/S son tarjetas independientes que se conectan o desconectan del bastidor principal.
- Las funciones de los módulos E/S son:
  - de los sensores a los valores del PLC.
  - Separar eléctricamente los circuitos lógicos de los de potencia.



[MONMETRO \(CC BY-NC\)](#)

Los tipos y funciones de módulos E/S que disponemos se recogen en la siguiente tabla.

### Clasificación de los módulos de E/S

	<b>Conexión</b>	<b>Función</b>
<b>Señales digitales</b>	<b>Entrada</b>	Adaptación de niveles de tensión. Filtrado de perturbaciones. Aislamiento galvánico.
	<b>Salida</b>	Adaptación de niveles de tensión. Amplificación de corriente. Aislamiento galvánico.
<b>Señales analógicas</b>	<b>Entrada</b>	Adaptación de niveles de tensión. Filtrado de la señal. Conversión <u>A/D</u> .
	<b>Salida</b>	Adaptación de niveles de tensión. Conversión <u>D/A</u> .

## 2.1.- Módulos específicos de variables digitales.

---

¿Se utilizan más las entradas digitales o las analógicas?  
¿Cómo maneja el PLC las señales digitales? En la mayor parte de las aplicaciones industriales priman las señales digitales sobre las analógicas, lo que también simplifica la labor del PLC en el control de la automatización industrial.

Vamos a seguir un enfoque similar al apartado anterior para describir las principales características de los módulos de entrada digitales y posteriormente ver los módulos de salida digitales.



[Omron](#). (Todos los derechos reservados)

Las **entradas digitales** son las más utilizadas y corresponden a una señal con dos únicos valores posibles. O está presente, lo que implica un 1 lógico, o no lo está, lo que se traducirá en un 0. Eléctricamente hay tensión o no la hay. Uno de los elementos más comunes en las entradas digitales es el optoacoplador. Este dispositivo proporciona aislamiento galvánico entre los circuitos, ya que la comunicación entre la entrada y el resto del PLC se realiza por medio de una señal luminosa. De esta manera no hay contacto eléctrico entre la señal de entrada y la señal que manipula el PLC. Como elementos más típicos que se conectan a las entradas digitales podemos nombrar los finales de carrera, los sensores de proximidad y presencia o las células fotoeléctricas.

Las salidas digitales también tienen señales del tipo todo-nada. Las salidas digitales pueden ser a rele, a transistor o a triac.

La salida a rele puede alimentar cargas en corriente continua o alterna, con una corriente de hasta 10A. Tienen el inconveniente, de ser electromecánicos, con lo que su vida dependerá de la corriente y del número de maniobras (del orden de millones). Otro inconveniente es el de la velocidad de conmutación. El número de maniobras por unidad de tiempo es bajo.

Cuando utilizamos el transistor, al activar la señal de salida éste pasa al estado de conducción. La salida por transistor es apropiada para activar dispositivos de corriente alterna de pequeña potencia, como electroválvulas, contactores, pilotos luminosos, etc. Puede suministrar poca corriente, de hasta 300mA, tienen la ventaja de su larga vida y su alta frecuencia de conmutación. Para controlar una carga con salida PWM se debe usar una salida a transistor en vez de rele.

Las salidas por TRIAC también activan el dispositivo al activar la salida. Sirven para cargas de corriente alterna. Tienen la ventaja de una vida larga, al ser semiconductores y una frecuencia de conmutación que puede ser alta.

Las salidas más versátiles son las que utilizan el relé. El relé proporciona un contacto libre de tensión de manera que cada salida puede activar elementos diferentes a tensiones diferentes. Presentan el inconveniente de que la respuesta temporal es algo lenta por lo que no se deben utilizar en aquellas aplicaciones que requieren cambios rápidos en las salidas.

# Autoevaluación

Las entradas y salidas digitales necesitan conversores para poder ser entendidas por el autómata, ¿verdadero o falso?

- Verdadero.
- Falso.

Incorrecto. Esto sucede con las E/S analógicas, pero no con las digitales.

Es correcto. El PLC es una máquina digital.

## Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

## 2.2.- Módulos específicos de variables analógicas.

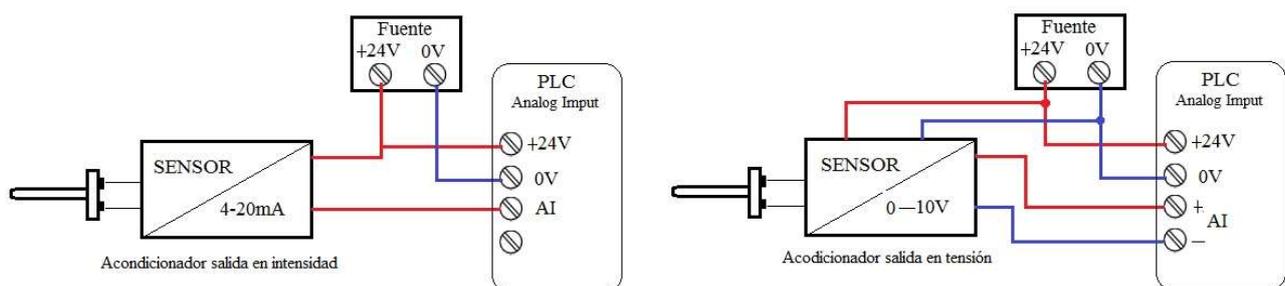
¿Cómo manejamos con un PLC las señales analógicas que son continuas en el tiempo? ¿Cómo transformamos la señal analógica en algo entendible por el PLC? La conversión de señales analógicas en digitales juega un papel fundamental en el funcionamiento de los módulos E/S de variables analógicas.

### Citas para pensar

*"Cuando leemos demasiado deprisa o demasiado despacio, no entendemos nada."*

**Blaise Pascal**

Las **entradas** de señales **analógicas** necesitan convertir la señal continua que reciben del exterior en un formato digital que sea entendible por el PLC. Por este motivo, la primera etapa de los módulos de entrada analógicos es la **conversión analógica-digital**. Estos módulos se deben usar cuando la entrada corresponde a una medida continua como por ejemplo la temperatura, presión, caudal, tensión, corriente, ruido, etc. En su interior tienen un dispositivo que convierte la señal analógica a digital. Vienen en distintos rangos de tensión e intensidad. Los más habituales son 0 a 10 V para la tensión y 4 a 20 mA para la corriente. La resolución puede ser de 8 ó 12 bits. Conviene usar hilo trenzado y apantallado para estas entradas analógicas y cortocircuitar las entradas que no se vayan a utilizar.



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Las **salidas** analógicas tienen el funcionamiento contrario al de las entradas. Es decir, necesitan traducir la información digital que proporciona el PLC en una señal analógica. Para realizar esta transformación se utilizan **convertidores digital a analógico**. Las salidas analógicas presentan los mismos rangos para tensiones e intensidades que las entradas, 0 a 10 V para la tensión y 4 a 20 mA para la corriente. Estas salidas analógicas permiten accionar válvulas proporcionales, enviar señales de mando a los variadores de frecuencia de los motores del proceso industrial, etc. También es conveniente utilizar cables trenzados

y apantallados para evitar las interferencias. La pantalla se conecta a tierra en el lado del PLC y al negativo en el extremo del actuador.

## Autoevaluación

Las entradas analógicas son comprendidas por el autómata gracias a:

- Conversor analógico a digital.
- Rectificador.
- Inversor.
- Conversor digital a analógico.

Es correcto.

Incorrecto, porque el rectificador solo sirve para entregar una señal de corriente continua.

No es correcta porque el inversor es el dispositivo que convierte CC en CA.

No es correcto, el conversor digital a analógico se utiliza en las salidas analógicas.

## Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

## 3.- Programación con CadeSimu

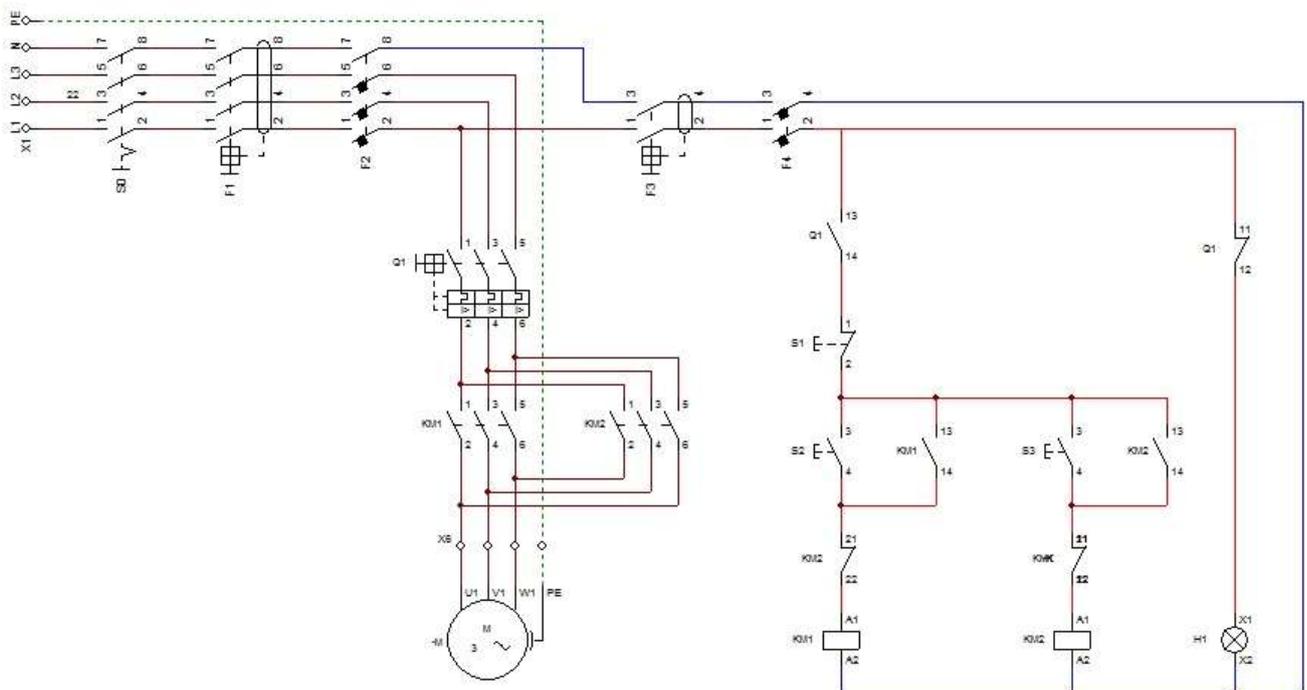
### Caso práctico

**Tamara:** Llega la hora de realizar la programación. Programar un autómata requiere de técnicas y conocimientos en diferentes niveles, básico y avanzado. Se dan cursillos de estos niveles para alcanzar los conocimientos deseados. Es posible que necesitemos alguno de estos cursos si queremos tener un nivel aceptable de programación.

**Adrian:** Si, pero podemos comenzar a ver algunas técnicas de programación, para conocerlas.

Para conocer las técnicas de programación, se debe disponer de un software que permita programar y simular el funcionamiento de los programas realizados. Existe un Software libre, llamado CadeSimu, que ofrece esta posibilidad, permitiendo programar un controlador tipo Logo o 1200 de Siemens. Además presenta la ventaja de que permite realizar el cableado de los componentes que se van a usar en el control.

Veamos como se convierte un automatismo cableado en un automatismo programable. Si se tiene el automatismo de la figura, correspondiente a una inversión de giro de un motor con pulsadores y se quiere sustituir el esquema de mando por un controlador Logo que haga la misma función, se hará lo siguiente:



Se entra en CadeSimu, con la contraseña 4962. El relé se encuentra en el menú Entrada/Salida.

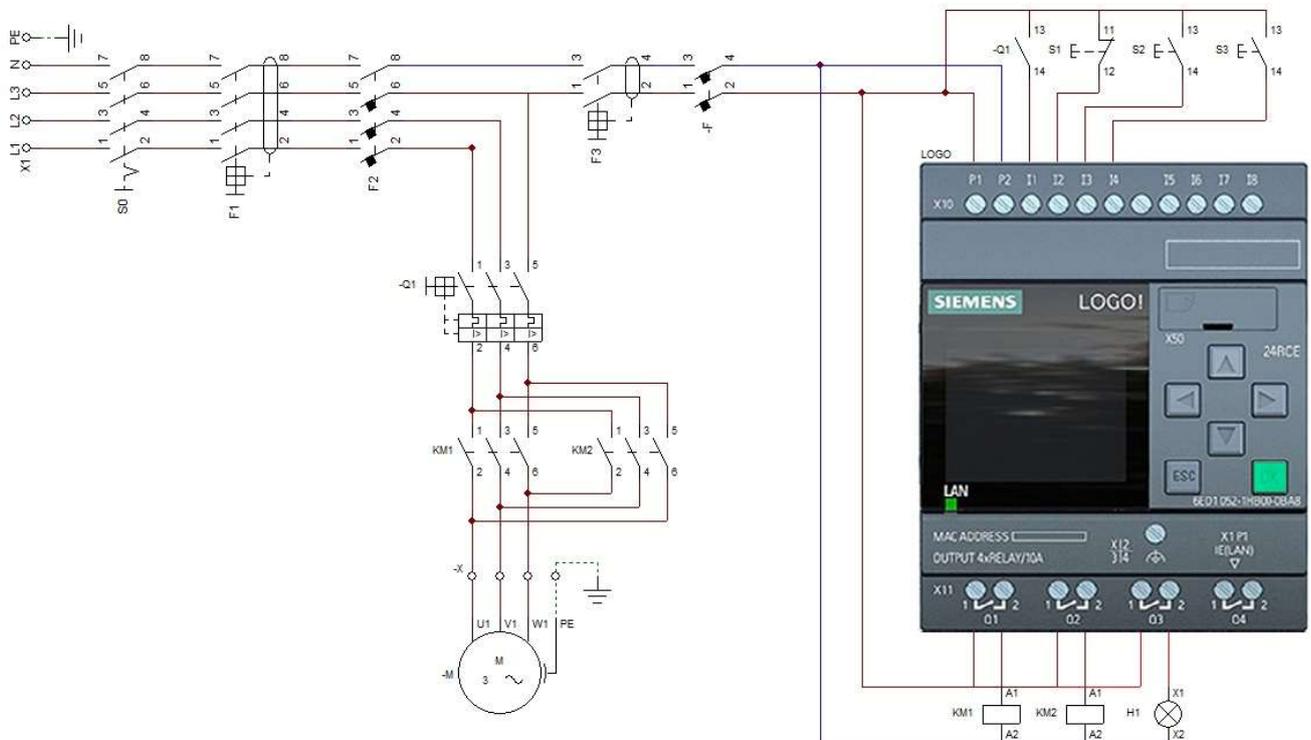


Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Hay que tener en cuenta que las entradas se conectan en la parte de arriba y las salidas en la parte de abajo. Estos relés funcionan con 230V de corriente alterna. Las entradas reciben un 1 lógico cuando reciben la tensión de la fase y consideran un 0 lógico cuando no la reciben.

Las salidas suelen ser a relé, por lo que llevamos la fase a las entradas de los contactos y los actuadores se conectan entre las salidas de los mismos y el neutro.

Se deberán hacer las siguientes conexiones al relé:



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## 3.1.- Programa de una inversión de giro

Para que funcione el automatismo, debemos hacer el programa que sustituya al esquema de mando, para ello se dispone del menú Ladder:



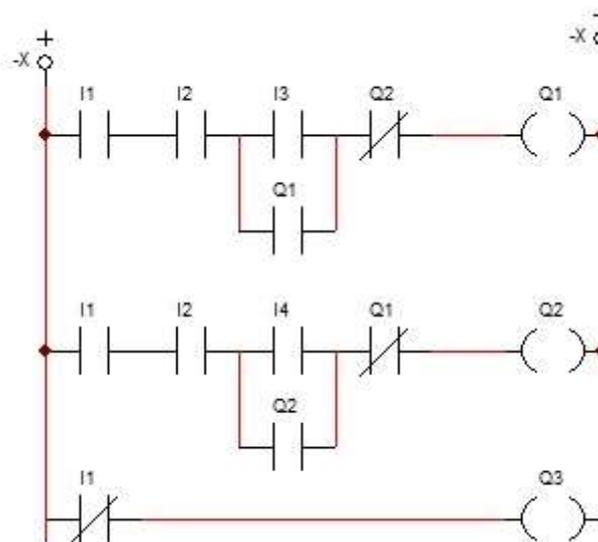
Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Para realizar el Ladder o programa, se debe poner una línea vertical con el positivo, de color rojo y otra línea vertical con el negativo, de color negro. Entre estas líneas se colocarán los contactos correspondientes a las entradas y a las salidas.

Hay que hacer una asignación de las entradas y de las salidas, pues en el programa se usarán las entradas y salidas de relé. La asignación será de la siguiente forma:

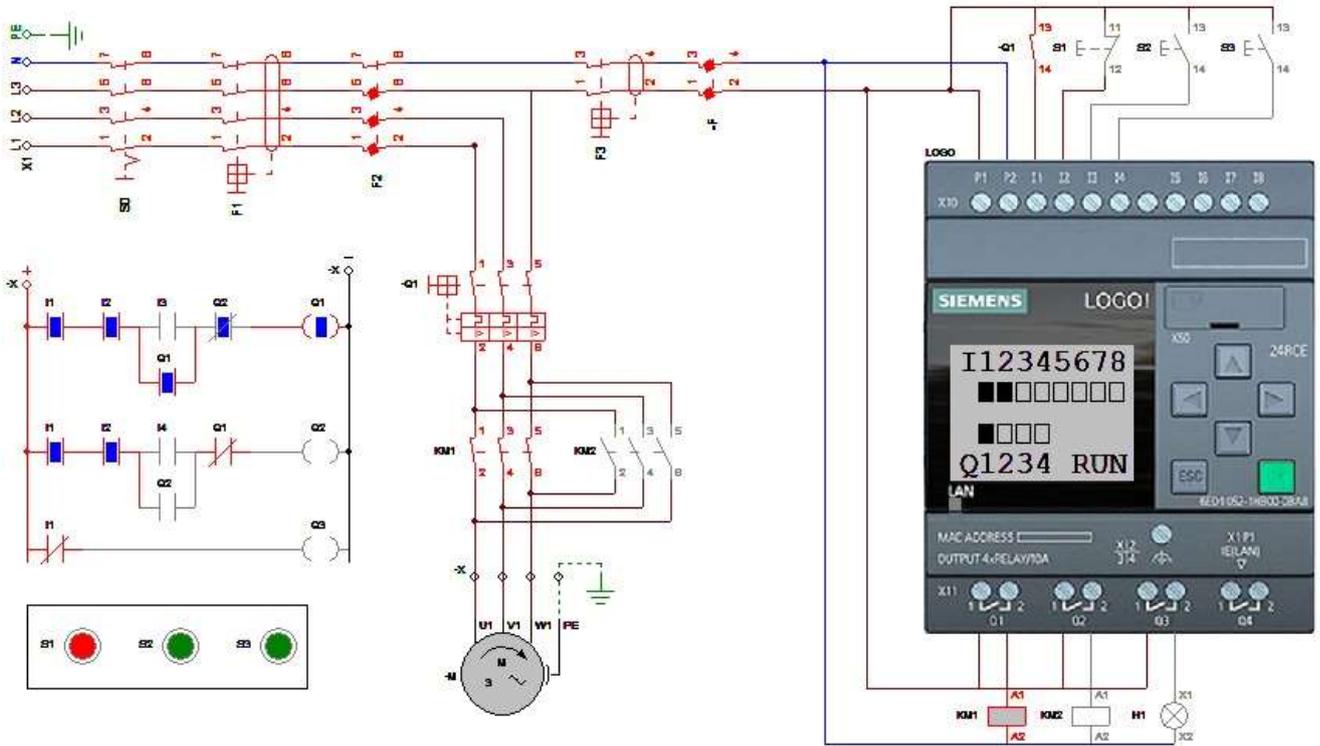
ENTRADAS		SALIDAS	
Q1	I1	KM1	Q1
S1	I2	KM2	Q2
S2	I3	H1	Q3
S3	I4		

¿Qué se necesita para que se active el primer contactor?. Que pase la corriente por Q1, que pase por S1, que se le de a S2, o que esté activado el contactor 1 y que no esté el contactor 2. Cuando es una condición "Y", se convierten en contactos en serie. Cuando es una condición "O", se convierten en contactos en paralelo. Teniendo en cuenta esto y lo anterior, el programa quedaría de la siguiente manera:



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Lo interesante de este programa es que tiene una simulación, con la que se puede comprobar el funcionamiento. El esquema de conjunto quedaría de la siguiente forma:

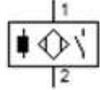
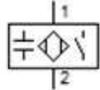
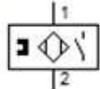
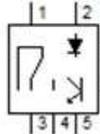
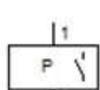
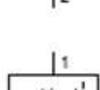


Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## 3.2.- Detectores en CadeSimu

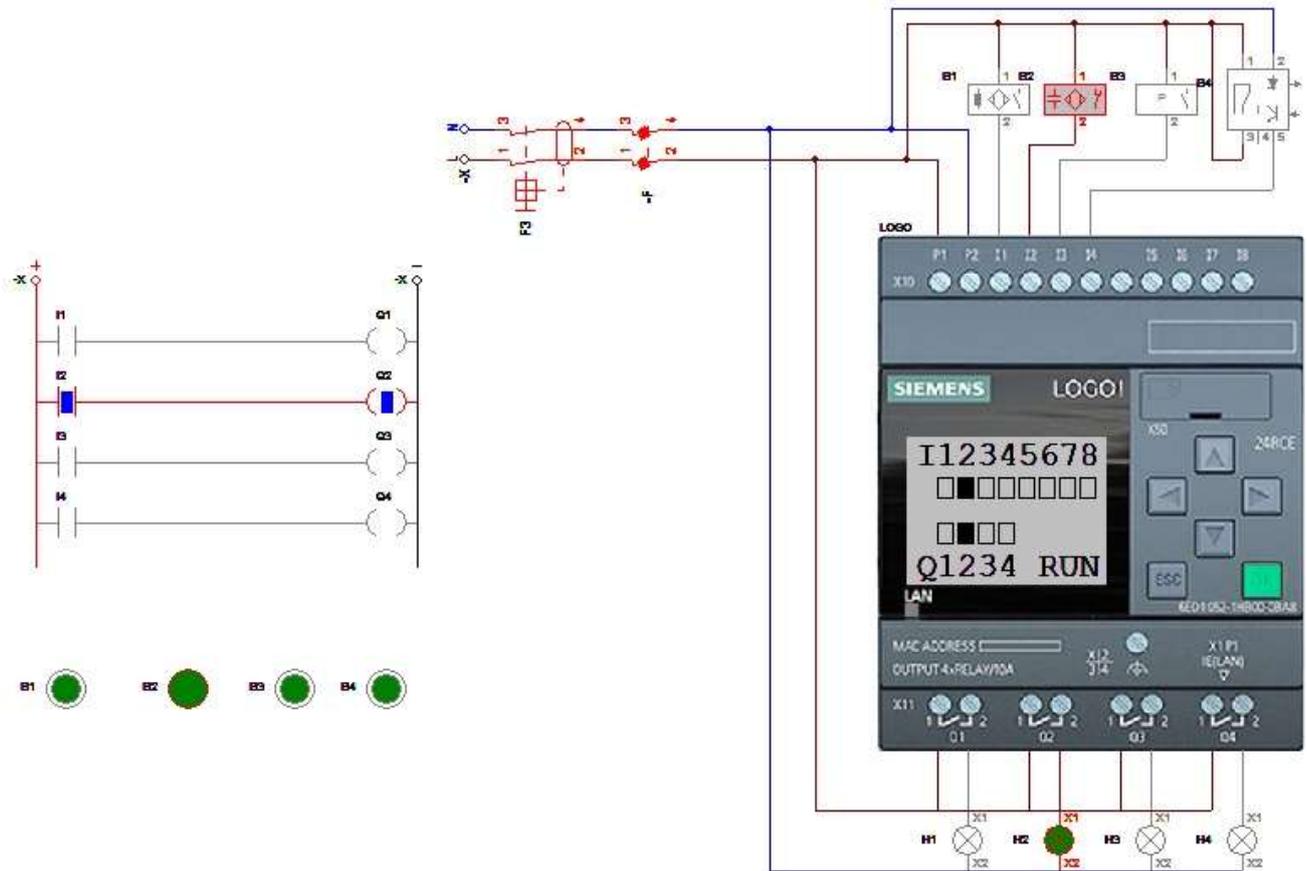
A las entradas del autómata le podemos conectar los siguientes detectores:



-  -B | 1  
| 2  
Detector inductivo, detecta materiales ferrosos
-  -B | 1  
| 2  
Detector capacitivo, detecta cualquier material
-  -B | 1  
| 2  
Detector magnético, detecta imanes, se usa para detectar posición en cilindros neumáticos
-  -B | 1 | 2  
| 3 | 4 | 5  
Barrera fotoeléctrica, detecta objetos por corte del haz de luz, por ejemplo en puertas
-  -B | 1  
P |  
| 2  
Presostato, cierra el contacto al llegar a una determinada presión
-  -B | 1  
V |  
| 2  
Vacuostato, cierra el contacto al llegar a una determinada depresión

Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

En la imagen se muestran las conexiones en el logo. Se pueden probar los detectores pulsando los diferentes pulsadores. Para que un detector quede activado, hay que pinchar durante un pequeño tiempo.



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## Pregunta de Elección Múltiple

En un compresor, para que el motor pare cuando llega a la presión de trabajo, llevará un sensor del siguiente tipo:

- Presostato.
- Vacuostato.

La respuesta es correcta

No es correcto.

## Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

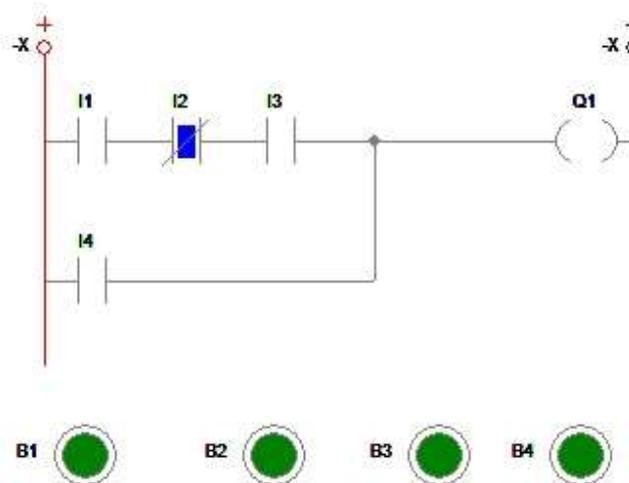
## 3.3.- Ejemplos lógicos

Aprovechando el cableado de la imagen anterior, vamos a probar cómo andamos de lógica:

### Ejemplo 1:

Se desea que la lámpara H1 luzca si detectan simultáneamente B1 y B3 y no está detectando B2 ó detecta B4.

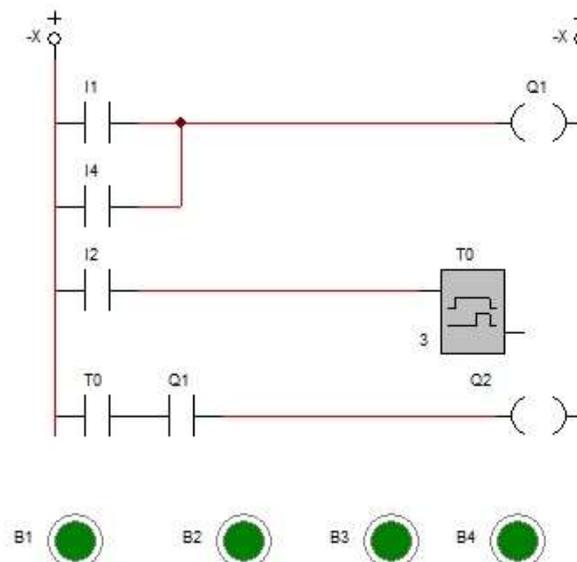
Si es función “Y”, son contactos en serie y si es función “O”, son contactos en paralelo, con lo que el diagrama de contactos quedaría así:



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

### Ejemplo 2:

Se desea que la lámpara 1 funcione si se pulsa B1 ó B4 y que la lámpara 2 funcione a los 3 segundos de haberse activado B2 y si está activa la lámpara 1. El diagrama de contactos sería así.

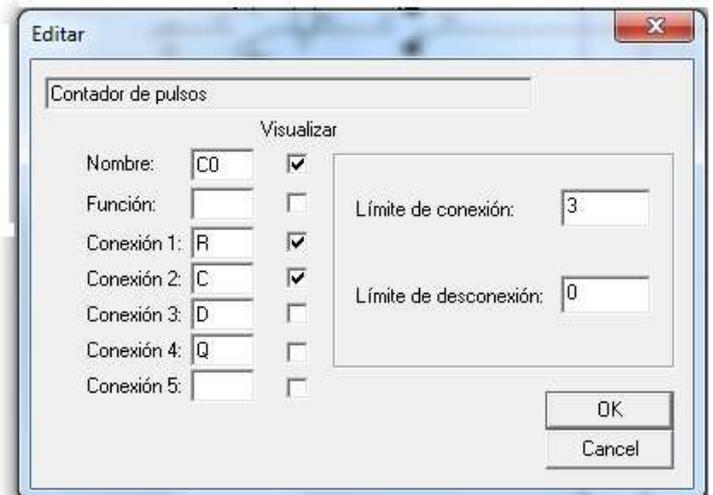
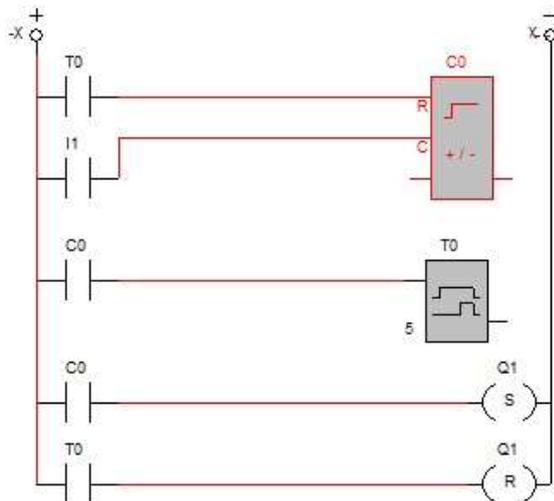


Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Téngase en cuenta que de un temporizador o un contador, se pueden utilizar todos los contactos que se quieran. A los temporizadores les llamamos con la letra T y a los contadores con la letra C, seguida del número que ocupe en el programa.

### Ejemplo 3:

Se desea que la lámpara 1 funcione durante 5 segundos si se pulsa B1 3 veces. Si ha transcurrido el tiempo, se apagará y el contador se pondrá a cero. El diagrama de contactos sería así.



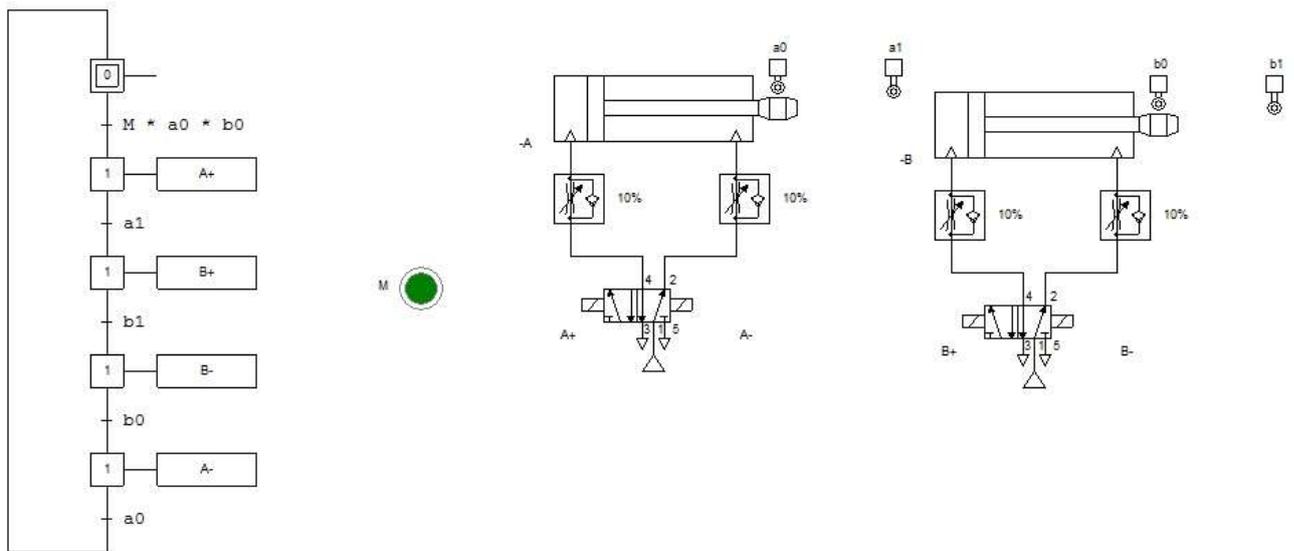
Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

El contador tiene tres entradas, una de puesta a cero, otra de contaje y otra de descontaje.

## 3.4.- Grafcet

El grafcet es una representación gráfica de un automatismo secuencial. Consiste en dividir el automatismo en etapas y transiciones, las etapas corresponden a las diferentes situaciones que van sucediendo en la secuencia y las transiciones son las condiciones que se tienen que cumplir para que pase de una etapa a otra.

Para comprender este sistema, veamos un ejemplo. Se desea que dos cilindros gobernados por válvulas biestables, hagan la siguiente secuencia al pulsar la marcha: A+/B+/B-/A-. El grafcet quedaría así:



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Para que pueda funcionar, los cilindros deben estar en su posición, con los detectores a0 y b0 activados y comenzará cuando se pulse la marcha. En la primera etapa saldrá el cilindro A, cuando pulse el final de carrera a1, saldrá el cilindro B, cuando detecte el final de carrera b1 se meterá el cilindro B....y así sucesivamente. Al final, cuando se mete el cilindro A y detecta a0, vuelve a la etapa 0 o etapa inicial, esperando que se le vuelva a dar a la marcha. En el CadeSimu se puede comprobar su funcionamiento.

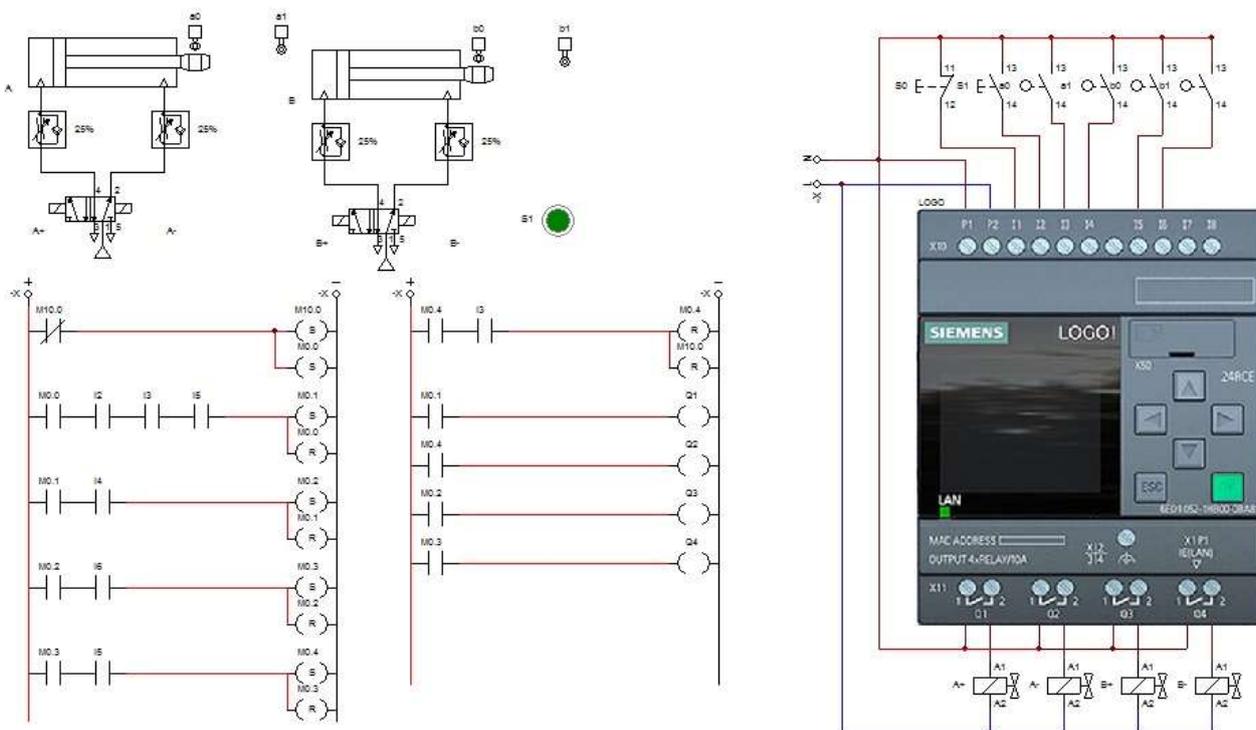
## 3.5.- Programación del Grafcet

Para programar el grafcet se usan memorias o marcas para cada etapa. Las memorias se designan por la letra M, seguida del Byte y del número de bit dentro del Byte. La primera será la M0.0, la siguiente la M0.1 y así hasta la M0.7. Como el Byte tiene 8 bits, la siguiente será la M1.0, no puede existir la la M0.8. Si se disponen de 10 bytes se podrán utilizar 80 marcas, desde la M0.0 hasta la M10.7. Los autómatas pueden disponer de muchas más.

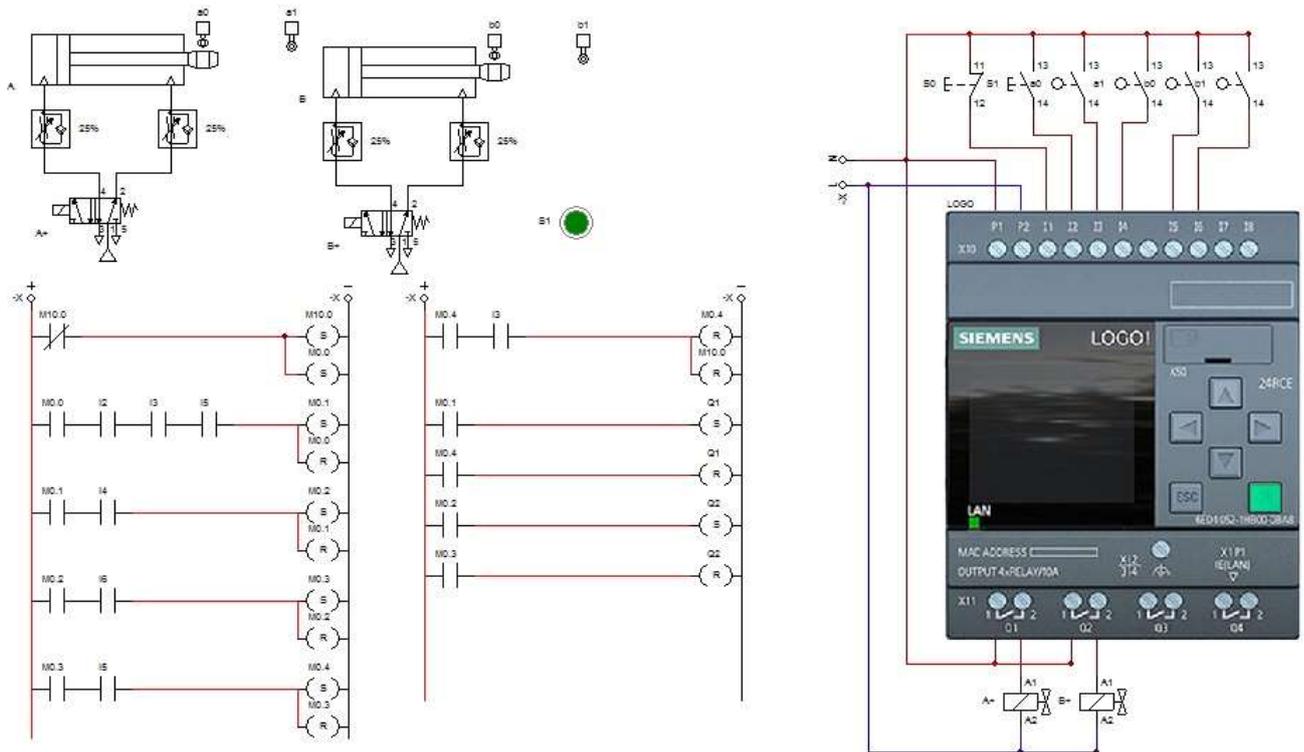
Para realizar el programa en grafcet, se utiliza un método, que consiste en lo siguiente:

- En el primer segmento, se dice que si no está activa una marca (puede ser cualquiera, pero por nuestro convenio se utiliza la M10.0) se da orden de activación (Set) de la marca M10.0 y de la marca M0.0. La marca 10.0 permanecerá activada durante todo el ciclo.
- En el siguiente segmento, si está la marca M0.0 y se cumplen las condiciones de marcha, se activa (Set) la marca M0.1 y se desactiva (Reset), la marca M0.0.
- En los siguientes segmentos, menos en el último, si está activa la marca que corresponda y se cumple la condición de pasar a la siguiente, se activará la siguiente y se desactivará la anterior.
- En el último segmento, si está activa la última marca y se cumple la transición final, se desactivará (Reset) la última marca y la M10.0, para que el grafcet se inicialice y pase a la etapa 0 a través de la activación de la M0.0.
- En las salidas, hay que tener en cuenta que una misma salida sólo se puede programar una vez. Si son válvulas biestables, las marcas que afecten a esa salida, se colocarán en paralelo y se usará una salida normal. Cuando son salidas de válvulas monoestables, las marcas que correspondan a la orden de salir, se ponen en paralelo con la orden Set de esa salida y las marcas que correspondan a la orden de entrar, se ponen en paralelo con la orden Reset de la salida correspondiente.

El cableado y el programa para válvulas monoestables del ejemplo anterior quedaría así:



El programa y el cableado para válvulas monoestables sería así:



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## Pregunta de Elección Múltiple

¿Como se denominan las válvulas del esquema neumático de la figura de abajo?.

- 4/2 Monoestables.
- 4/2 Biestables.
- 5/2 Monoestables.
- 5/2 Biestables.

Incorrecto.

Incorrecto.

Correcto.

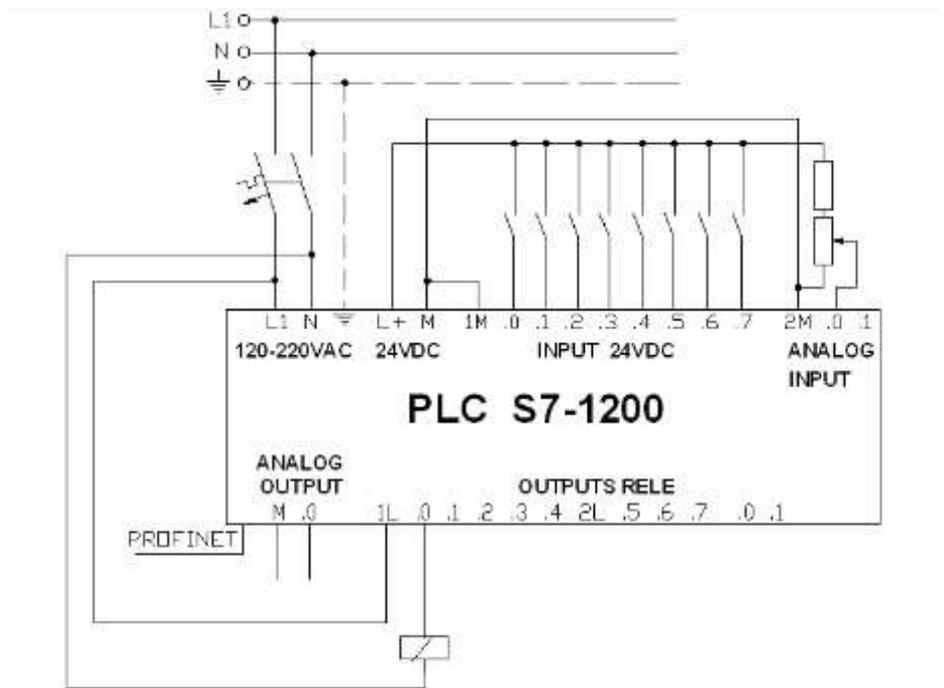
Incorrecto.

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

## 3.6.- Autómata S7-1200 con Cade-Simu

En la imagen de la figura, se aprecia el esquema de cableado de un autómata S7-1200. Existen varios modelos, con alimentación en corriente alterna o continua. El de la figura se alimenta con corriente alterna de 230V. Internamente tiene una fuente de alimentación que suministra 24V, para conectar los pulsadores y detectores en sus entradas. La corriente que puede suministrar es pequeña 0,3A.



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Estos autómatas pueden funcionar con lógica positiva o lógica negativa. Lógica positiva es cuando la entrada detecta un "1" lógico con +24V. Lógica negativa es cuando lo detecta con 0V.

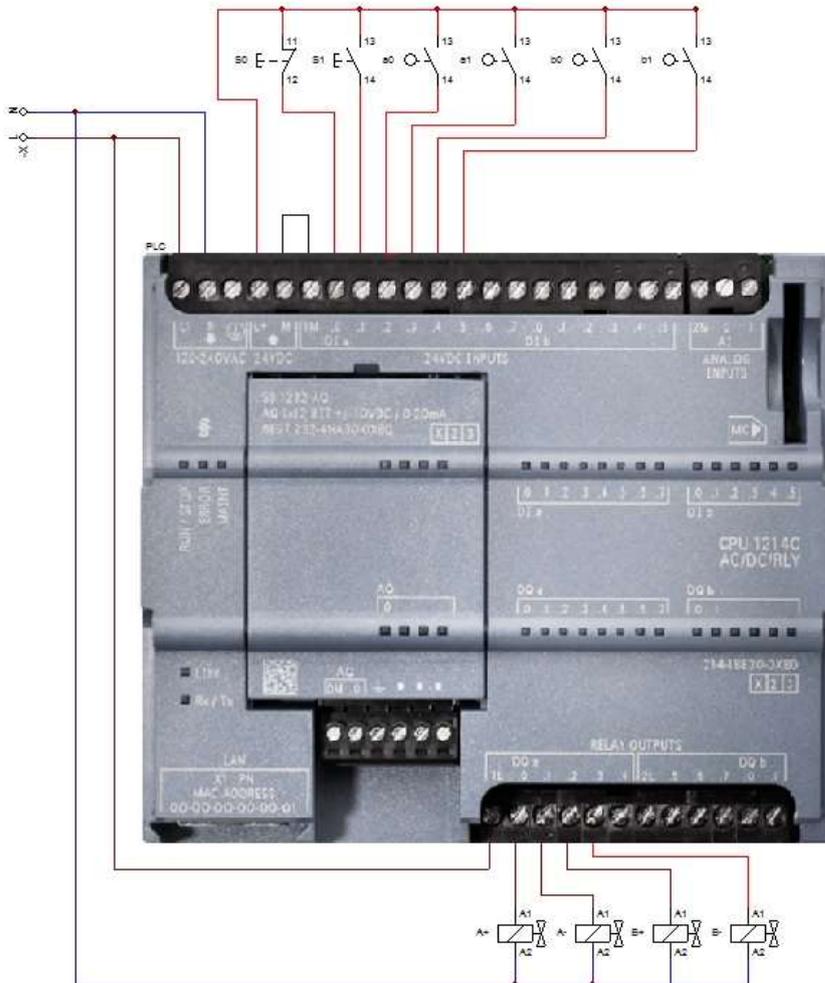
Para que funcione con lógica positiva, hay que hacer un puente entre el 0V (M) de la fuente y el común (1M) de las entradas. Los contactos de pulsadores y detectores, se conectan a +24V, para que al cerrar su contacto suministren +24V a la entrada correspondiente.

Si las salidas son a relé, como en el de la figura, y se quiere alimentar una carga en corriente alterna, el conductor de fase irá al común de las entradas y la carga se conectará entre la salida correspondiente y el conductor neutro, de esta forma, cuando se active la salida, se cierra el contacto del relé y la carga queda alimentada.

El controlador de la figura tiene dos comunes en sus salidas, por si se quieren alimentar cargas a diferente tensión. Si se quisieran alimentar a 24V de corriente continua, por ejemplo, el positivo de la fuente auxiliar, se conectaría al otro común (2L) y la carga entre la la salida y el 0V de la fuente.

Los programas para este autómata son similares a los del Logo. Lo que cambia es la dirección de las entradas y salidas. Las entradas se designan I0.0, I0.1.....hasta la I0.7. Las salidas se designan Q0.0, Q0.1.....hasta la Q0.7.

En la imagen se puede ver cómo se conecta este autómata en el programa.



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## 4.- Pantallas.

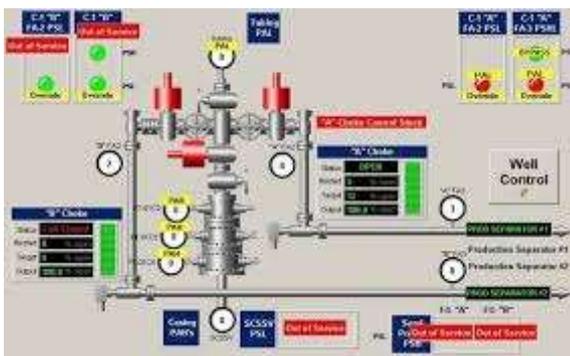
### Caso práctico

Para **Tamara** y **Adrián** la parte más decisiva será la configuración correcta de todos los equipos de control que han instalado en la planta. Después de revisar los manuales técnicos de los equipos, ha llegado el momento de empezar a configurarlos. Algunos de ellos, debido a su simplicidad de funcionamiento, se podrán configurar desde la propia pantalla de los equipos. Sin embargo, para los principales autómatas de la instalación, lo más conveniente es acudir a un ordenador personal conectado al PLC para modificar sus características. Además, la mayoría de los fabricantes de los equipos poseen programas informáticos propios que facilitan la programación de los equipos. **Tamara** ya ha estado en contacto con los fabricantes y tiene estos programas que ahora va a utilizar junto con **Adrián**.

¿Cómo podemos comunicarnos con el PLC y con el resto de dispositivos inteligentes? Para llevar a cabo la comunicación entre el hombre y las máquinas recurrimos a pantallas. En estas pantallas se mostrará la información necesaria para conocer el estado del equipo, poder modificarlo y guardar las configuraciones que consideremos oportunas.

El desarrollo de las pantallas ha evolucionado de manera fulgurante en los últimos años. Las primeras pantallas estaban formadas por tubos de rayos catódicos en las que un haz de electrones se proyectaba sobre un cristal cubierto de sustancias luminiscentes. Para controlar el haz de electrones se disponía de unas placas de control en las que se aplicaba la señal que se quería reproducir.

Con el paso del tiempo y el avance de la electrónica, han ido apareciendo otra serie de dispositivos, cada vez más pequeños y sofisticados que mejoran las prestaciones de los equipos anteriores. Uno de los primeros equipos en aparecer fue el display de siete segmentos. El display de 7 segmentos o visualizador de 7 segmentos es un componente que se utiliza para la representación de números en muchos dispositivos electrónicos debido en gran medida a su simplicidad. Aunque externamente su forma difiere considerablemente de un diodo LED típico, internamente están constituidos por una serie de diodos LED con unas determinadas conexiones internas, estratégicamente ubicados de tal forma que forme un número 8. También es posible representar letras, aunque en ocasiones éstas se confunden con los números debido a la simplicidad del dispositivo.



Otro de los dispositivos de diálogo hombre-máquina más utilizado en la actualidad es la pantalla LCD. Una pantalla de cristal líquido o LCD es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. Han surgido diferentes evoluciones de esta tecnología como las pantallas TFT o las más modernas LED, aunque

el principio de funcionamiento es similar en todas ellas.

Pero sin duda alguna, uno de los avances más significativos en la facilidad de comunicación entre el hombre y la máquina son las pantallas táctiles. Una pantalla táctil es una pantalla que mediante un toque directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo, y a su vez muestra los resultados introducidos previamente, actuando como dispositivo de entrada y dispositivo de salida de datos. Este contacto también se puede realizar por medio de un lápiz óptico u otras herramientas similares. Actualmente hay pantallas táctiles que pueden instalarse sobre una pantalla normal. Las pantallas táctiles son populares en la industria pesada y en otras situaciones donde los teclados y los ratones no permiten una interacción satisfactoria, intuitiva, rápida, o exacta del usuario con el contenido.