



# MÓDULO 2

1. Conceptos generales de la domótica / inmótica

## CONCEPTOS DOMÓTICOS

El término **Domótica** proviene de la unión de las palabras **domus** (que significa casa en latín) y **tica** (de automática, palabra en griego, 'que funciona por sí sola').

La domótica es una técnica que permite la automatización integral de las instalaciones eléctricas de viviendas y edificios.

El termino domótica se aplica de forma general a este tipo de instalaciones, aunque para instalaciones de edificios mucho más complejas que las destinadas a viviendas, se suele utilizar el término Inmótica.



# **CONCEPTOS DOMÓTICOS**

## **Vocabulario**

**Domótica:** Home Automation

**Ahorro energético:** Energy saving

**Climatización:** Climate control

**Iluminación:** Lighting

**Nivel de luz:** Light level

**Fugas de gas:** Gas leaks

**Escapes de agua:** Water leaks

**Teleasistencia:** Telecare

**Control inalámbrico:** Wireless controllers

**Intercomunicador:** Intercom

**Seguridad:** Safety

**Telegestión:** Remote management

**Controlador (Nodo):** Driver

**Actuadores:** Actuators

**Sensores:** Sensors

**Centralizado:** Centralized

**Distribuido:** Distributed

**Cableado:** Wiring

**Automatización:** Automation

**Persianas:** Blinds

**Regulador de luminosidad:** Dimmer

# APLICACIÓN DE LA DOMÓTICA A LA VIVIENDA COMO PARTE DEL “HOGAR DIGITAL”

Una vivienda domótica es aquella que proporciona una mayor calidad de vida a través de las nuevas tecnologías, ofreciendo:

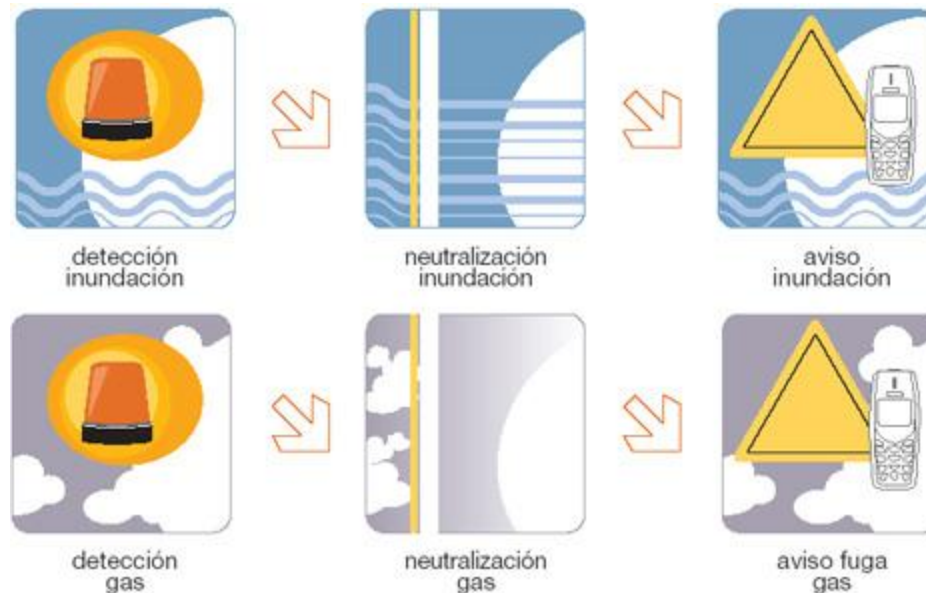
- ✓ **Conseguir aumento del bienestar:** control por mando a distancia, programación de escenas y automatización de tareas como las subida/bajada de persianas, control de la climatización, etc.



# APLICACIÓN DE LA DOMÓTICA A LA VIVIENDA COMO PARTE DEL “HOGAR DIGITAL”

Una vivienda domótica es aquella que proporciona una mayor calidad de vida a través de las nuevas tecnologías, ofreciendo:

- ✓ **Aumentar la seguridad de bienes y habitantes:** seguridad, tanto en lo referente a alarmas técnicas (alarmas de incendio, inundación, humos, escape de gas, etc.), como protección de las personas contra robos (simulación de presencia, detección de intrusos,...).

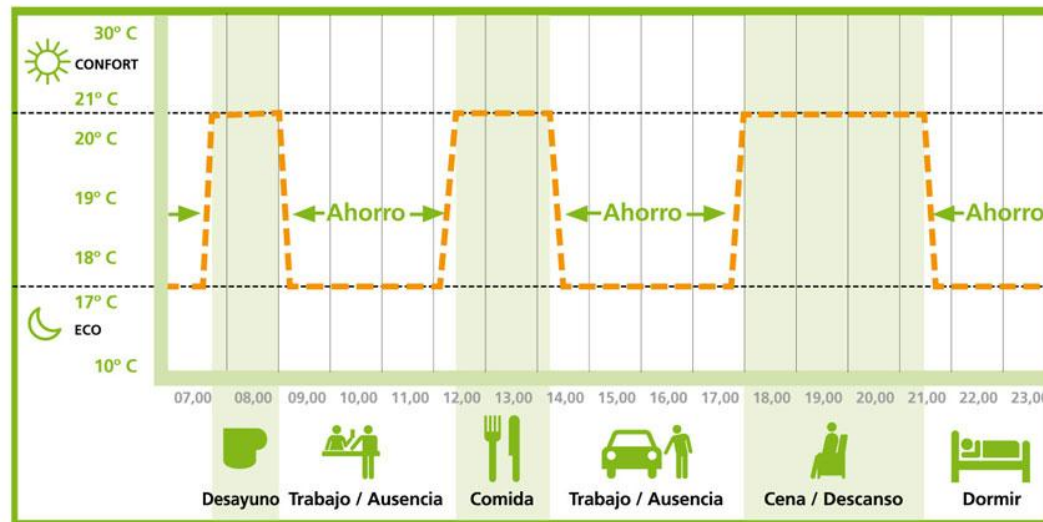


# APLICACIÓN DE LA DOMÓTICA A LA VIVIENDA COMO PARTE DEL “HOGAR DIGITAL”

Una vivienda domótica es aquella que proporciona una mayor calidad de vida a través de las nuevas tecnologías, ofreciendo:

- ✓ **Gestión de la energía:** la domótica trabaja en este aspecto en la optimización del consumo eléctrico y de la climatización (modos de tarificación nocturna, prevención de situaciones de consumo innecesario, como corte de la calefacción con las ventanas abiertas,...). Todo ello se lleva a cabo mediante programaciones horarias, termostatos, detectores de presencia, etc. Con todo esto se consigue un uso más racional de la energía, y por lo tanto, un ahorro económico.

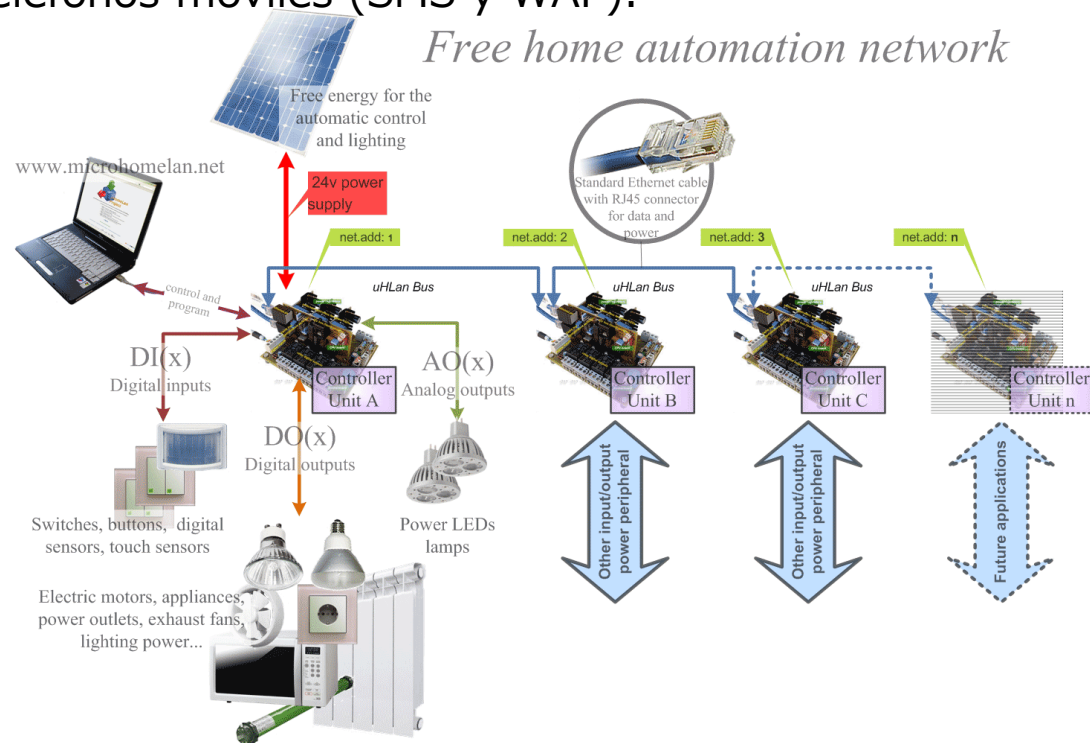
**1°C DE MÁS O DE MENOS VARÍA EL CONSUMO EN UN 7%**



# APLICACIÓN DE LA DOMÓTICA A LA VIVIENDA COMO PARTE DEL “HOGAR DIGITAL”

Una vivienda domótica es aquella que proporciona una mayor calidad de vida a través de las nuevas tecnologías, ofreciendo:

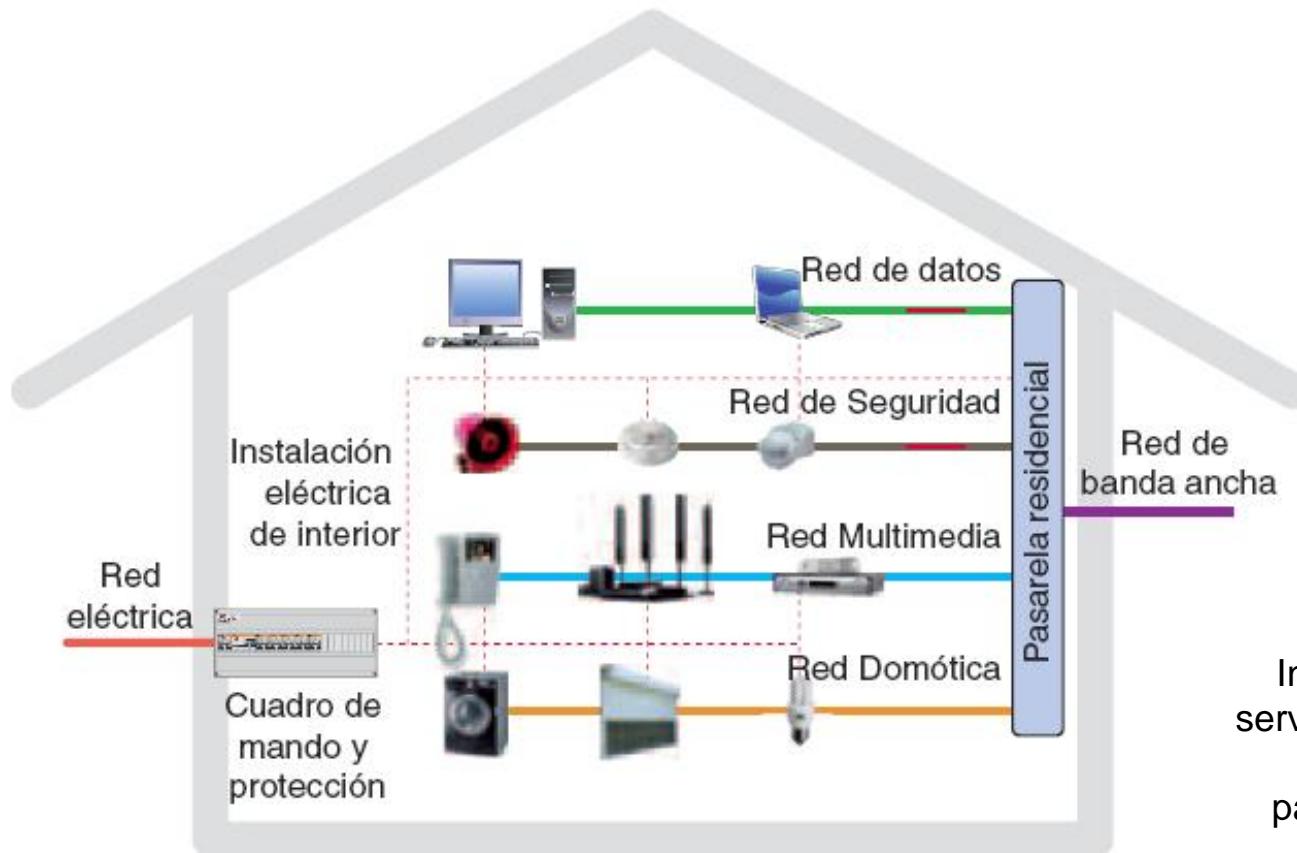
- ✓ **Comunicación:** es posible la conexión con el sistema a distancia, de forma que se pueda modificar y conocer el estado de funcionamiento de la instalación. Muchos fabricantes ya ofrecen componentes que permite el control mediante las ultimas tecnologías, entre ellas el control por Internet y mediante teléfonos móviles (SMS y WAP).



# DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES REDES QUE FORMAN UN EDIFICIO Y SU INTEGRACIÓN CON LA DOMÓTICA

La red domótica debe integrarse plenamente en la instalación eléctrica de la vivienda.

Además debe facilitarse la integración con otros servicios de la vivienda, como las redes de datos, de seguridad y multimedia.



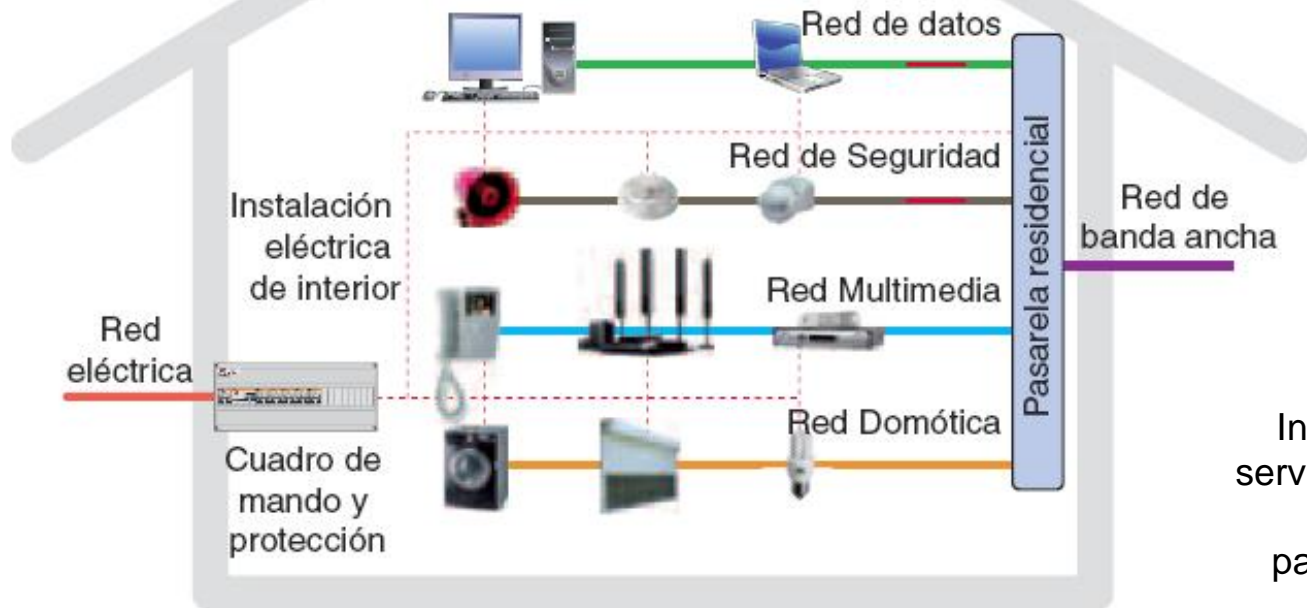
Interconexión de los servicios de una vivienda mediante pasarela residencial.



# DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES REDES QUE FORMAN UN EDIFICIO Y SU INTEGRACIÓN CON LA DOMÓTICA

Estos servicios pueden funcionar de forma autónoma, pero su combinación con las instalaciones domóticas permiten optimizar su gestión y funcionamiento. El uso de la denominada pasarela residencial, facilita dicha integración, permitiendo el acceso al exterior a través de la red de banda ancha (Internet).

La pasarela residencial dispone de funciones de enrutamiento (Router) para la conexión a Internet y conmutación (Switch), permitiendo servicios de telecontrol, videoconferencia, multimedia en línea, etc.

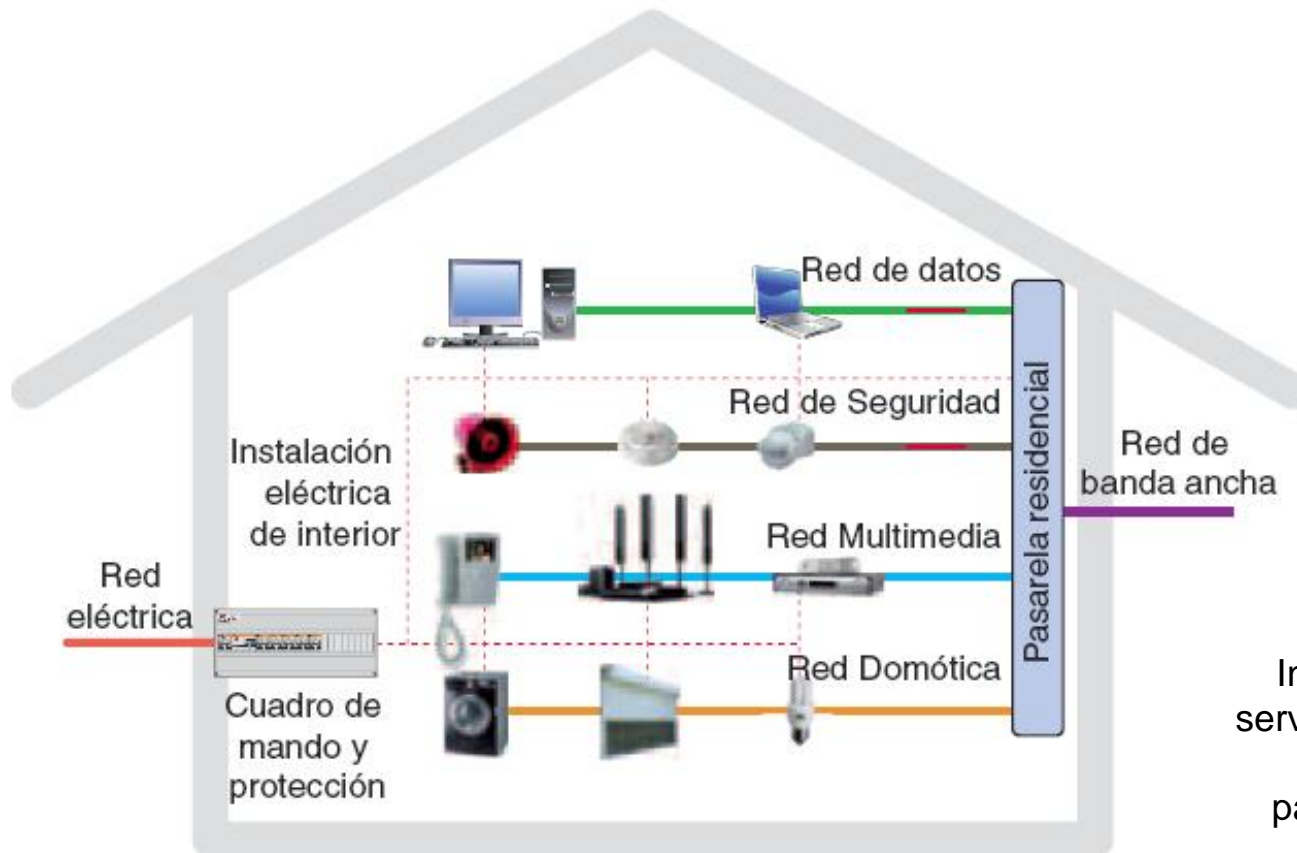


Interconexión de los servicios de una vivienda mediante pasarela residencial.

# DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES REDES QUE FORMAN UN EDIFICIO Y SU INTEGRACIÓN CON LA DOMÓTICA

La pasarela residencial puede estar formada por uno o más dispositivos y tiene como misión conectar las infraestructuras de telecomunicación de las vivienda (datos, control, seguridad, multimedia, etc.), con el exterior a través de una red de banda ancha.

El concepto Hogar Digital se utiliza para las viviendas que integran todos estos servicios.



Interconexión de los servicios de una vivienda mediante pasarela residencial.

# ANÁLISIS DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

La domótica se utiliza en las siguientes aplicaciones:

☑ **Seguridad y alarmas**

- Alarmas antiintrusión y robo.
- Simulación de presencia.
- Alarmas técnicas. Detección de gases, humos e inundación.

☑ **Control y gestión de energía**

- Ahorro energético mediante la gestión optimizada de cargas eléctricas.

☑ **Áreas de comunicación**

- Intercomunicadores.
- Integración de Internet en el control eléctrico de la vivienda.
- Distribución multimedia.

☑ **Sistemas de confortabilidad**

- Regulación de luminosidad.
- Control remoto de luminarias y dispositivos.
- Gestión de persianas y toldos.
- Sistema de riego automatizado.

## ESTADO ACTUAL DE LA DOMÓTICA

En febrero de 2007 el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio publicó la GUÍA-BT-51 de apoyo al REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

Se establecen dos grados de automatización en las instalaciones domóticas: **básico** y **normal**, indicando en cada uno de ellos el número de dispositivos mínimos a utilizar en cada área de aplicación de la vivienda.

GRADO DE AUTOMATIZACIÓN BÁSICO		
FUNCIONALIDAD	APLICACIÓN	DISPOSITIVOS
Seguridad	Intrusión	Dos detectores de presencia.
	Alarmas técnicas	Detección de inundación en zonas húmedas (baños, cocina, lavadero, garaje...) asociada a electroválvula de agua.
		Detección de concentraciones de gas butano o natural (si hay suministro de gas), asociada a electroválvula de gas.
		Detección de incendios en cocina.
Confort y ahorro energético	Control de climatización	Un cronotermostato o equivalente en salón-comedor.
	Control de iluminación	Detector de presencia para control de la iluminación en zonas de paso.
	Control de persianas	Motorización y control de persianas en el salón y dormitorio principal.

# ESTADO ACTUAL DE LA DOMÓTICA

En febrero de 2007 el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio publicó la GUÍA-BT-51 de apoyo al REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

GRADO DE AUTOMATIZACIÓN NORMAL		
FUNCIONALIDAD	APLICACIÓN	DISPOSITIVOS
Seguridad	Intrusión	Un detector de presencia por estancia. Contactos magnéticos en las ventanas. Detectores de impactos en las ventanas.
	Alarmas técnicas	Detección de inundación en zonas húmedas (baños, cocina, lavadero, garaje...) asociada a electroválvula de agua.
		Detección de concentraciones de gas butano o natural (si hay suministro de gas), asociada a electroválvula de gas.
		Detectores de humo en todas las estancias.
	Simulación de presencia	Sistema programable de encendido y apagado de luces.
Confort y ahorro energético	Control de climatización	Varios cronotermostatos (o equivalentes) zonificando la vivienda por estancias.
	Control de iluminación	Detector de presencia para control de la iluminación en zonas de paso. Regulación luminosa en salas de estar con elección de ambientes de iluminación predefinidos. Control de los puntos de luz y tomas de corriente más significativas de la vivienda (mínimo 80% de los puntos de luz y el 20% de las tomas de corriente).
	Control de persianas	Motorización y control de las persianas.
	Programación	Posibilidad de realizar programaciones horarias sobre los equipos controlados (mínimo 12 temporizadores). Sistemas de gestión de energía.
	Control de iluminación exterior	En viviendas con jardín o grandes terrazas se instalará un detector crepuscular o un interruptor horario astronómico para el control de la iluminación exterior .

# **ANÁLISIS DE LOS ACTORES INFLUYENTES DE LA DOMÓTICA**

Los principales protagonistas que intervienen en una instalación domótica, desde su concepción hasta su uso final, son los siguientes:

- ✓ **El fabricante**
- ✓ **El prescriptor (arquitecto)**
- ✓ **El diseñador del sistema (ingeniero)**
- ✓ **El instalador**
- ✓ **El usuario**

## **IDENTIFICACIÓN DE LOS ORGANISMOS Y ASOCIACIONES RELACIONADOS CON LA DOMÓTICA**

El progreso de la domótica española no habría podido llevarse a cabo sin los organismos e instituciones dedicadas a su óptimo desarrollo que, asumiendo un riesgo económico considerable han apostado por esta nueva tecnología. Las principales entidades comprometidas en este aspecto son las siguientes:

Organismos:

- ✓ **Ministerio de fomento**
- ✓ **Institut Cerdà**

Asociaciones:

- ✓ **KNX ([www.knx.org](http://www.knx.org))**
- ✓ **CEDOM (Comité Español para la Gestión Técnica de Edificios y Viviendas - [www.cedom.es](http://www.cedom.es))**
- ✓ **ARDE (Asociación de Robótica y Domótica de España – [www.webdearde.com](http://www.webdearde.com))**
- ✓ **DOMOTICA 365 ([www.domotica365.com](http://www.domotica365.com))**
- ✓ **AFME (Asociación de Fabricantes de Materiales Eléctricos - [www.afme.es](http://www.afme.es))**



# MÓDULO 2

## 2. Aplicación de electricidad y electrónica a los sistemas domóticos



# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

De forma genérica se puede decir que una instalación domótica está formada por los siguientes elementos:

## Sensores

Un sensor es un dispositivo capaz de enviar señales al sistema domótico.



Interruptor



Detector de presencia



Termostato



Sensor de viento



Sensor de lluvia

Algunos tipos de señales que pueden procesan los sensores:

- La actuación sobre un interruptor.
- La detección de humos o gases.
- Detección presencia de personas u objetos.
- Medida de la velocidad del viento.
- Sobrepaso de una temperatura.

# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

De forma genérica se puede decir que una instalación domótica está formada por los siguientes elementos:

## Actuadores

Un actuador es un dispositivo que recibe señales del sistema domótico, por tanto, se puede afirmar que cualquier elemento que se active eléctricamente puede ser un actuador.



Lámpara



Sirena



Electroválvula



Motor de toldo



Motor de persiana

Algunas aplicaciones de los actuadores en instalaciones domóticas son:

- Encendido de luminarias.
- Regulación de luminosidad.
- Control de motores de toldos y persianas.
- Apertura y cierre de circuitos de agua o gases.
- Activación de sirenas.

# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

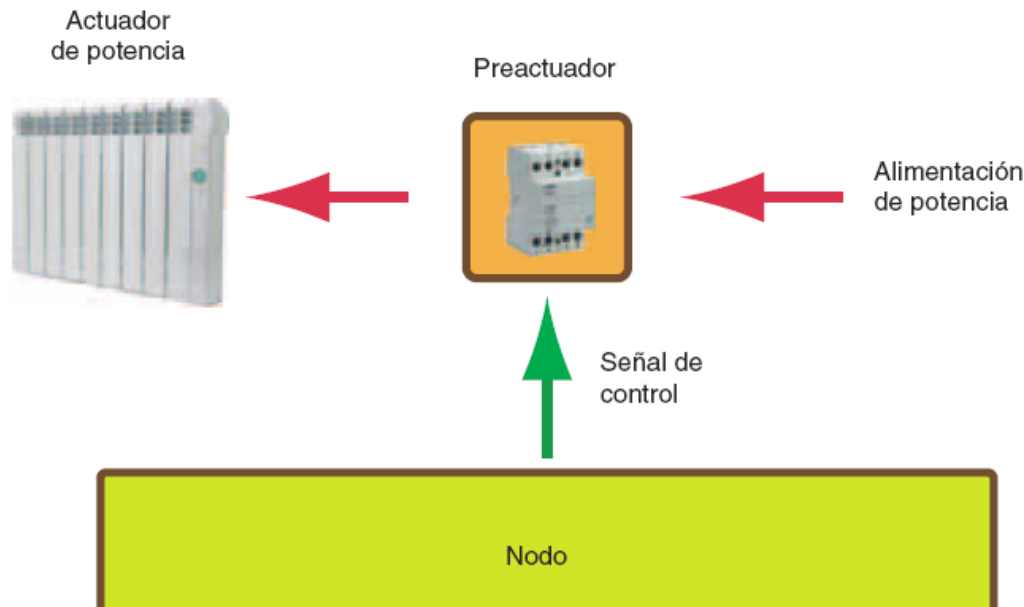
De forma genérica se puede decir que una instalación domótica está formada por los siguientes elementos:

## Preactuadores

Un preactuador es un dispositivo que se conecta entre el actuador principal y el sistema domótico (nodo).

Los preactuadores son necesarios en aquellos casos en los que el consumo eléctrico del receptor o actuador a controlar no es soportado directamente por el nodo domótico.

Algunos de los elementos preactuadores más utilizados en instalaciones de control domótico son los relés y los contactores.



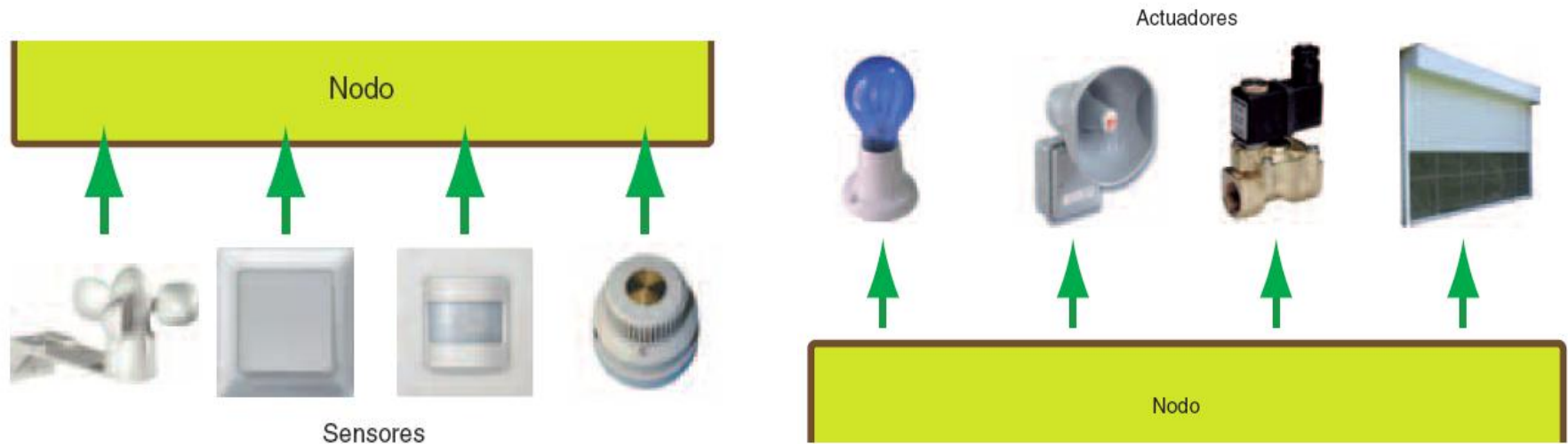
# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

De forma genérica se puede decir que una instalación domótica está formada por los siguientes elementos:

## Nodo

Es el dispositivo que recibe, procesa y envía las señales domóticas procedentes de los sensores hacia los actuadores.

Un sistema domótico puede disponer de uno o más nodos interconectados entre sí, de los cuales cuelgan sus respectivos sensores y actuadores.

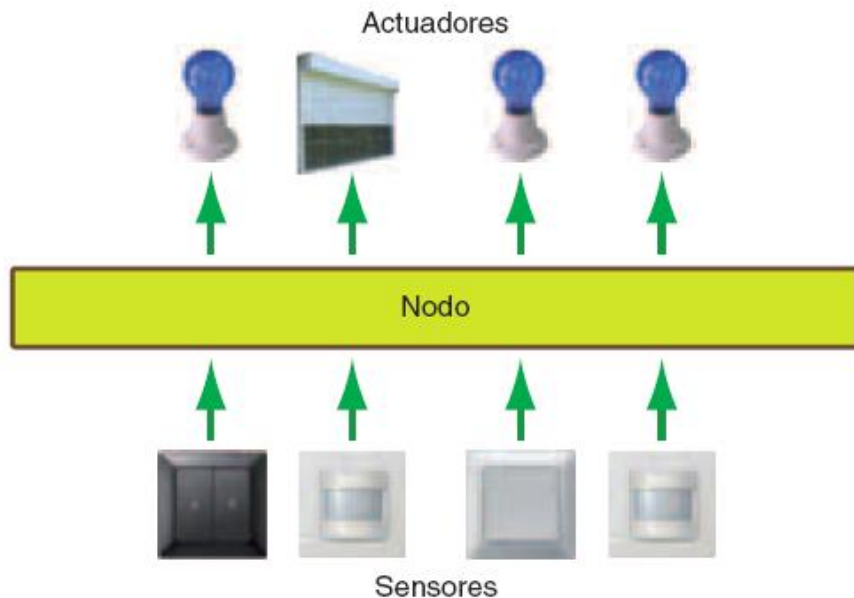


# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

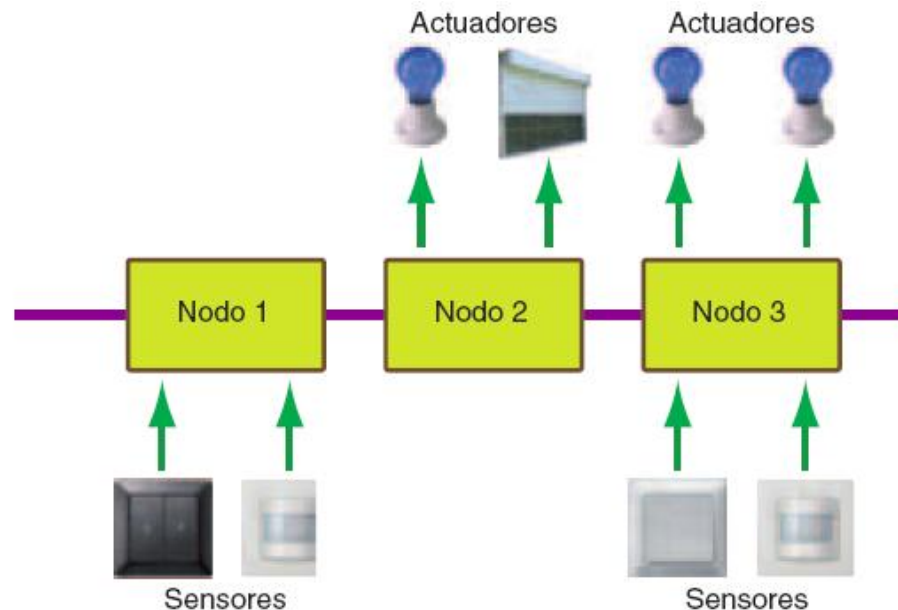
De forma genérica se puede decir que una instalación domótica está formada por los siguientes elementos:

## Nodo

Cuando el nodo es único y todos los sensores y actuadores de la instalación están conectados a él, se dice que es un **sistema centralizado**. Sin embargo, cuando existen varios nodos interconectados entre sí a través de un bus de datos común, se dice que es un sistema **distribuido o descentralizado**.



Sistema centralizado.



Sistema distribuido.

# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

## **Tipos de señales de los sensores y actuadores**

En función del tipo de señal que envían o reciben, los sensores y actuadores respectivamente, pueden ser de dos tipos: **digitales** o **analógicos**.

### **Digital**

Una señal digital es aquella que solamente tiene dos valores: 1 o 0 (todo o nada). Se utiliza para detectar, en el caso de los sensores, o realizar, en el caso de los actuadores, funciones discretas de activación o desactivación.

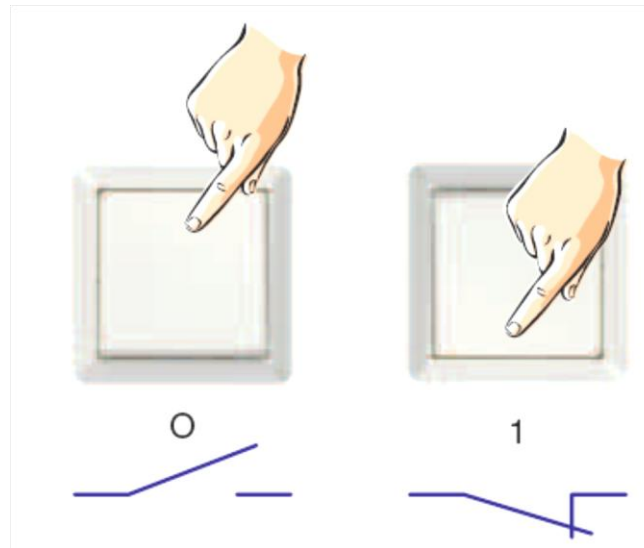
# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

## Tipos de señales de los sensores y actuadores

En función del tipo de señal que envían o reciben, los sensores y actuadores respectivamente, pueden ser de dos tipos: **digitales** o **analógicos**.

### ✓ Digital

A modo de ejemplo se puede decir que los interruptores o pulsadores que se encuentran en cualquier instalación eléctrica son sensores de tipo digital. Cuando se produce una acción sobre ellos, cierran o abren un circuito eléctrico, dejando pasar o no la corriente. Es decir, es todo o nada.



# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

Tipos de señales de los sensores y actuadores

En función del tipo de señal que envían o reciben, los sensores y actuadores respectivamente, pueden ser de dos tipos: **digitales** o **analógicos**.

## ☑ **Analógico**

Un señal analógica es aquella cuyo valor puede estar entre un rango desde un máximo a un mínimo. Los sensores envían al nodo domótico una señal en ese rango de valores, permitiendo así realizar acciones en función del valor procesado. Los actuadores reciben una señal similar desde el nodo domótico.



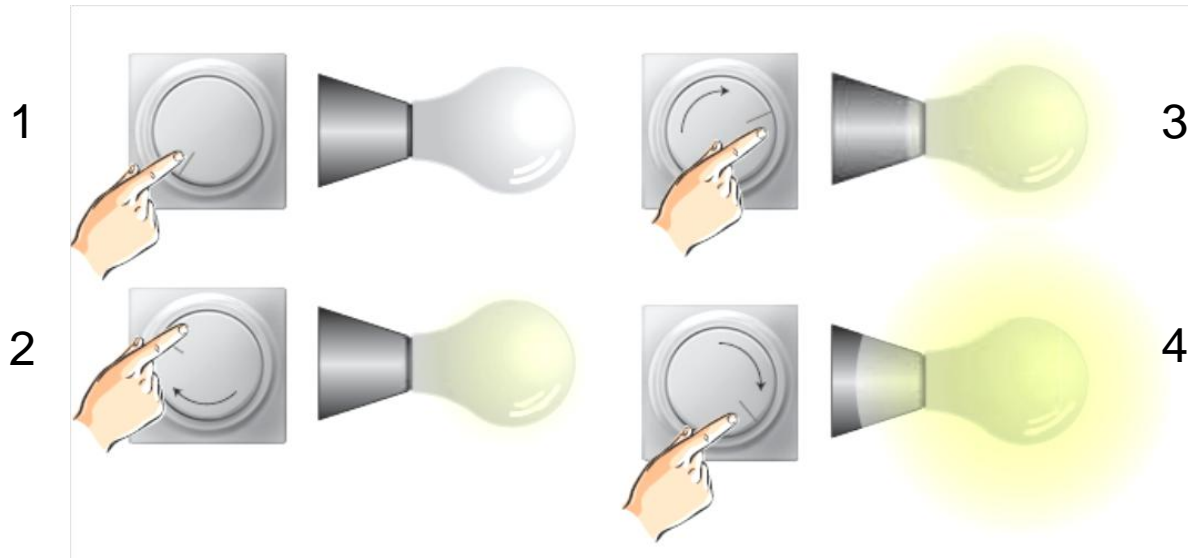
# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

Tipos de señales de los sensores y actuadores

En función del tipo de señal que envían o reciben, los sensores y actuadores respectivamente, pueden ser de dos tipos: **digitales** o **analógicos**.

## ✓ Analógico

De igual forma se puede decir que un regulador de luminosidad o dimmer tiene un comportamiento similar a un sensor analógico, ya que el valor de tensión que llega a la lámpara se puede regular entre un máximo y un mínimo.

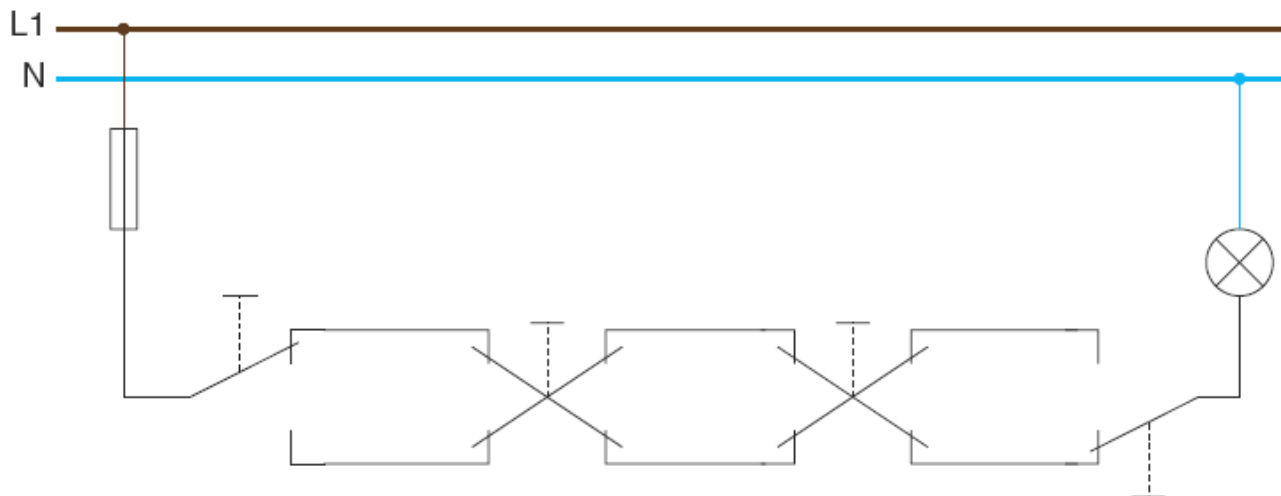


# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

## Sistemas cableados y programados

Los **sistemas cableados** son aquellos que unen mediante cables los elementos de captación (interruptores, conmutadores, pulsadores, etc.) con los de actuación (luminarias, motores, timbres, etc.). Es el método utilizado tradicionalmente en las instalaciones eléctricas convencionales.

En los sistemas cableados, cualquier cambio en el modo de funcionamiento requiere un recableado parcial o completo del circuito.



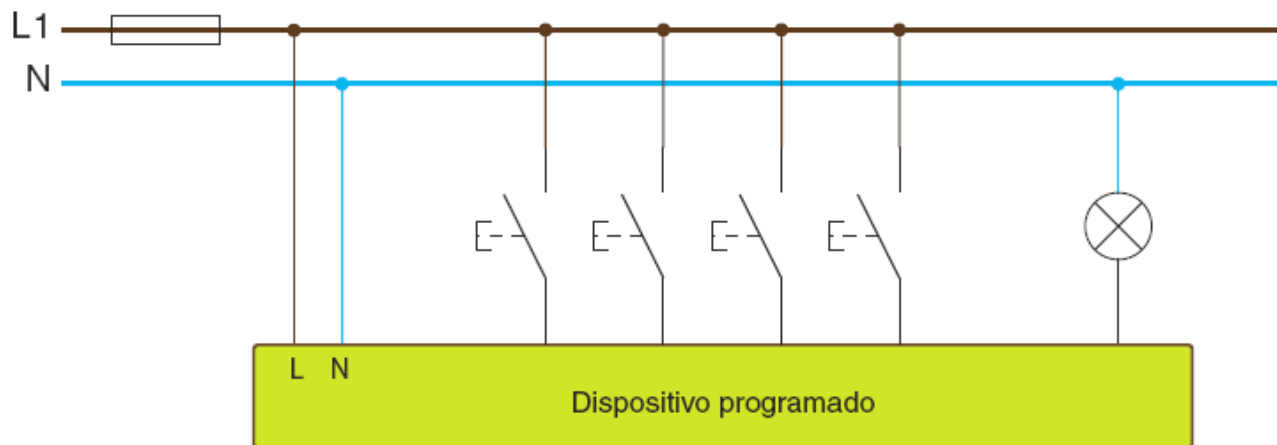
Circuito cableado de una lámpara conmutada desde 4 puntos

# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

## Sistemas cableados y programados

En los **sistemas programados**, tanto los elementos de captación de señales (sensores) como los de actuación (receptores), se conectan a un dispositivo electrónico (nodo) que debe ser programado para definir el funcionamiento del circuito.

Los sistemas programados (domóticos) permiten, una vez realizado el cableado inicial de los elementos de captación y actuación, cambiar su funcionamiento ajustando los parámetros a través de un dispositivo de programación (por ejemplo, un ordenador personal), sin necesidad de recablear ni hacer grandes cambios en el circuito.



Circuito programado para el funcionamiento de una lámpara conmutada desde 4 puntos

# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

Circuito automático y circuito domótico

Se puede decir que un dispositivo pertenece a un **sistema domótico**, si es capaz de enviar y/o recibir información de otros elementos del sistema.

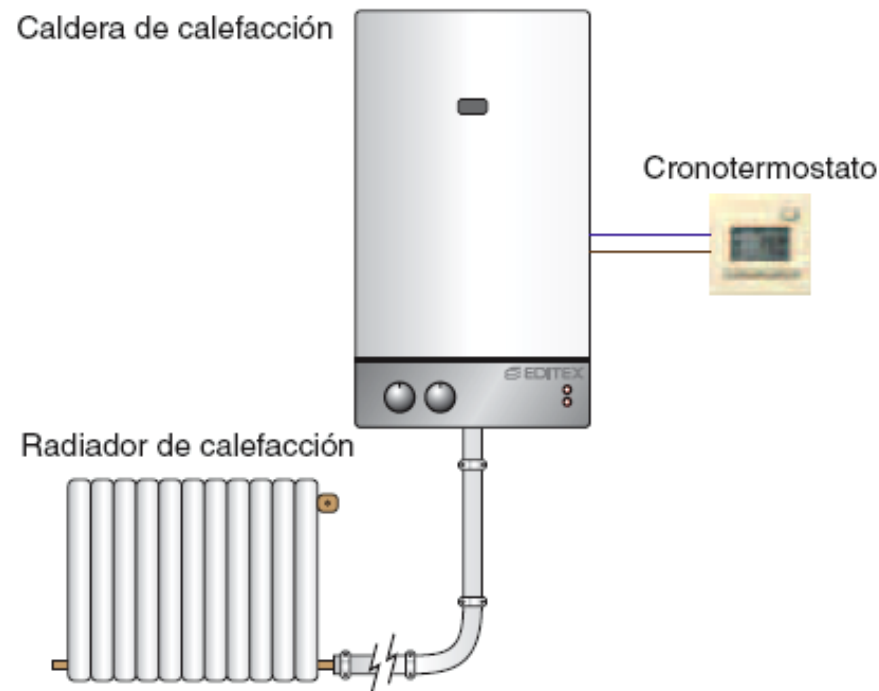
En el mercado existen desde hace tiempo **soluciones de automatización** para determinados circuitos de la vivienda; sin embargo, dichos sistemas NO se pueden considerar domóticos ya que funcionan aisladamente, sin posibilidad de comunicación con otros dispositivos y servicios de la vivienda.

# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

Circuito automático y circuito domótico

## **Ejemplo de circuito automático**

En este caso un cronotermostato gestiona el encendido y apagado de un sistema de calefacción. El circuito funciona de forma aislada y sin comunicación con otros elementos de la instalación.

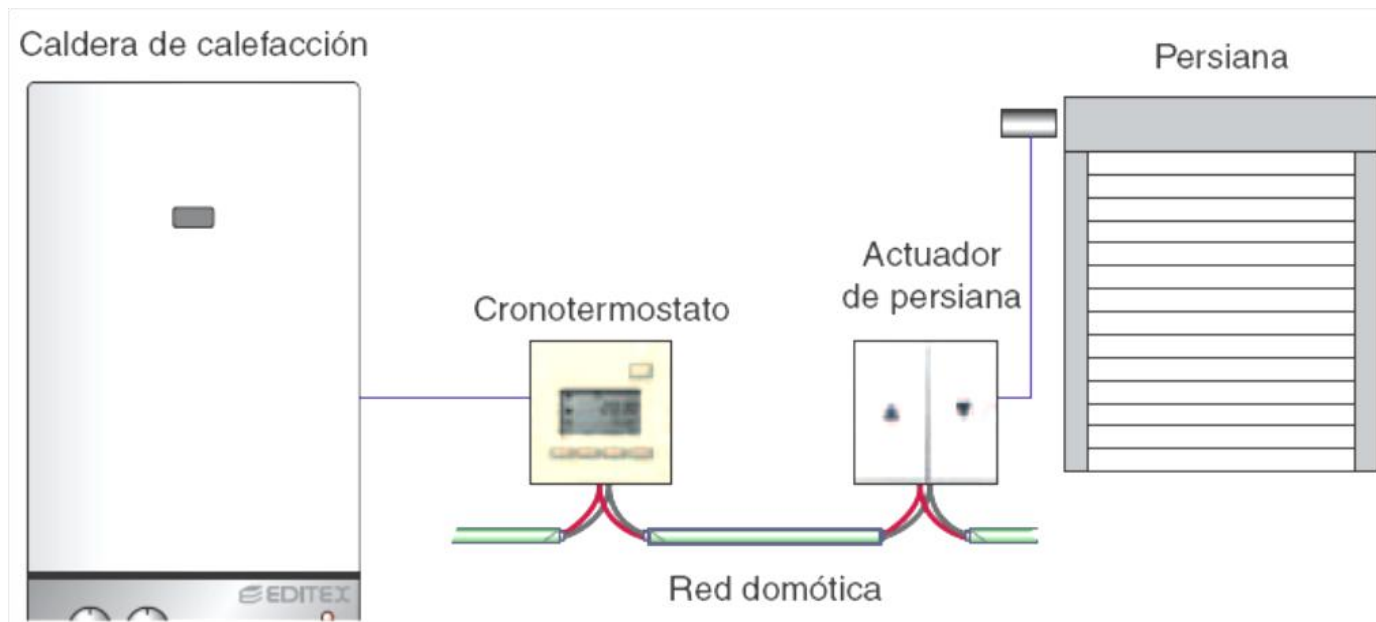


# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

Circuito automático y circuito domótico

## **Ejemplo de circuito domótico**

En este caso el cronotermostato, además de gestionar el sistema de calefacción de la vivienda, permite comunicarse con otros elementos de la instalación como, por ejemplo, el actuador de una persiana. Así, si fuera necesario, se podría subir y bajar la persiana en función de un horario e incluso de la temperatura de la estancia.

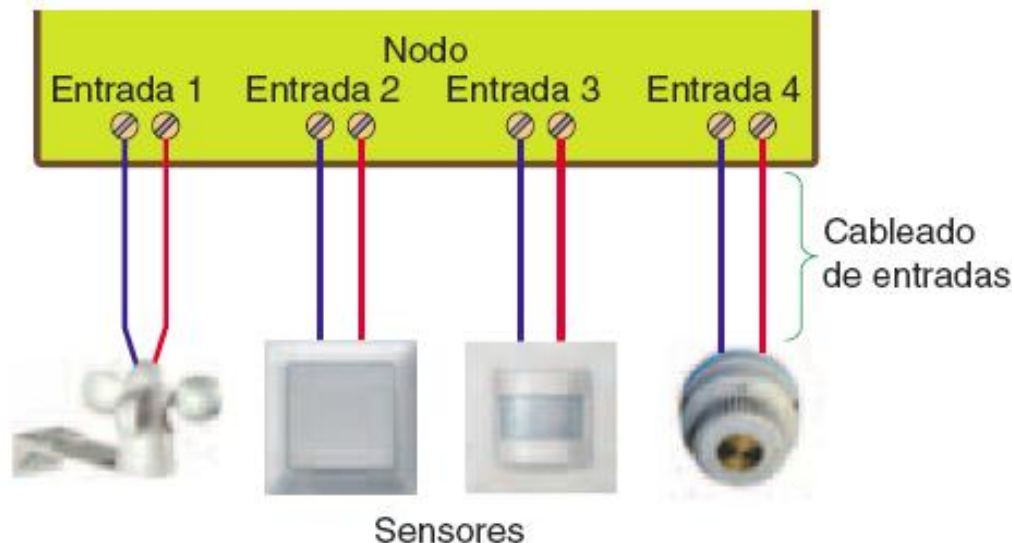


# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

## Concepto de Entrada / Salida

Los elementos del nodo domótico a los que se conectan los sensores y los actuadores se denominan **entradas** y **salidas** respectivamente. Pueden ser **digitales** o **analógicas**, en función el tipo de señal que sean capaces de procesar.

La **interfaz de entradas** es el punto por el que se captan las señales (digitales o analógicas) de los sensores para posteriormente ser procesadas por la CPU del nodo.

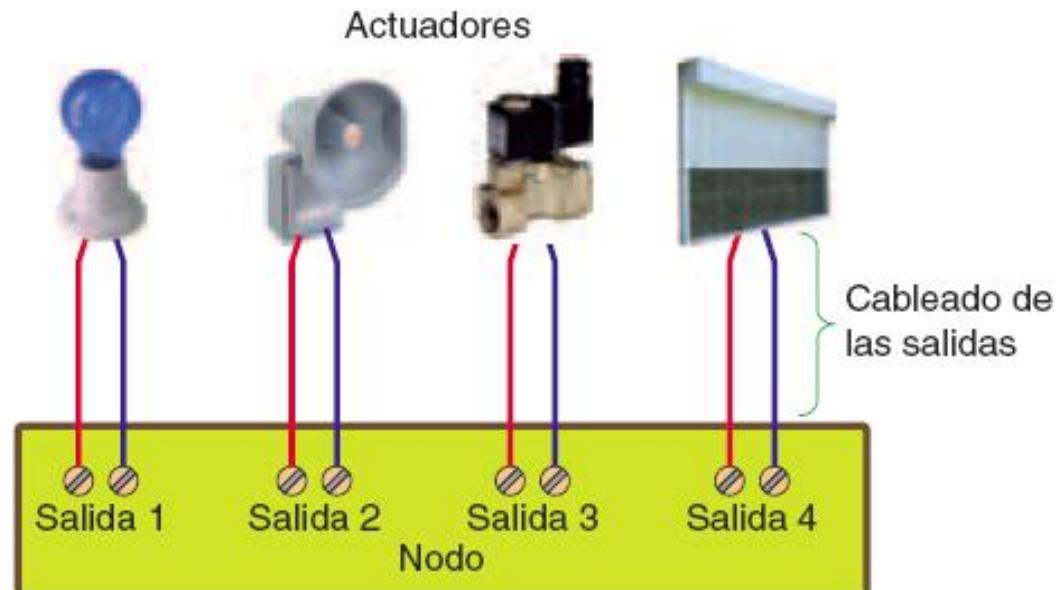


# RELACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS ELECTRÓNICOS / ELÉCTRICOS BÁSICOS

## Concepto de Entrada / Salida

La **interfaz de salidas** es el punto por el que se envían las señales (digitales o analógicas) desde el nodo domótico hacia los actuadores.

La conexión a las entradas y salidas se realiza mediante bornes.





# **INTERPRETACIÓN DE MANUALES, CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES DE LOS APARATOS PROPORCIONADOS POR LOS FABRICANTES**

- ✓ Fichas técnicas (1 / 2 hojas)
- ✓ Hoja de características (Datasheet)
- ✓ Manual (si el dispositivo es complejo vendrá acompañado de su propio manual de configuración)

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Sistemas basados en relés o autómatas programables (PLC's)

El autómata programable (PLC) es un dispositivo electrónico que permite procesar las señales de los sensores y, mediante un programa, activar los actuadores.

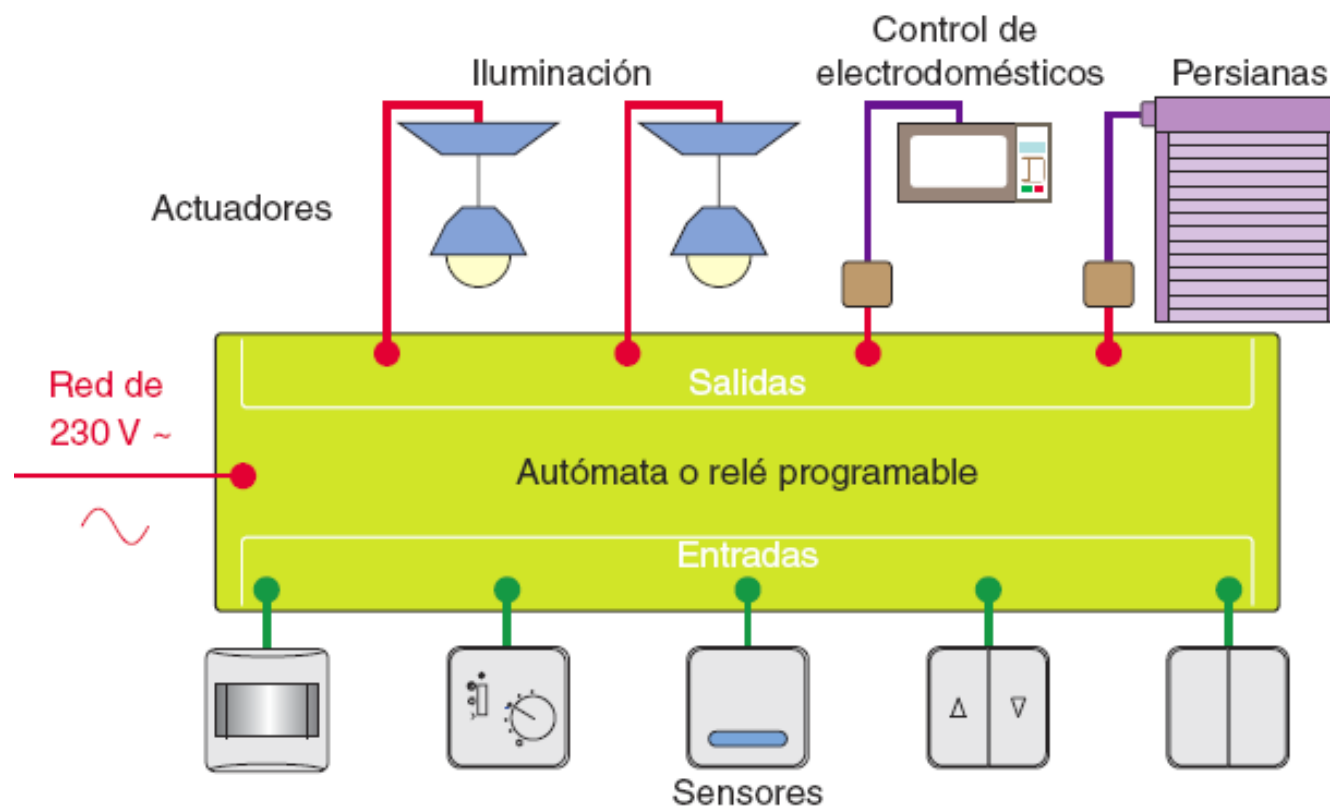


Es un **sistema centralizado** al cual se conectan todos los elementos del sistema, tanto sensores como actuadores o preactuadores.

El uso de los autómatas programables (PLC's) está generalizado en el entorno industrial; sin embargo, el abaratamiento de los costes y la reducción de su tamaño, está haciendo que cada vez sean más las aplicaciones domésticas que los utilizan. Es más, incluso algunos fabricantes han sacado series de PLC's de aplicación exclusiva para la domótica.

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Sistemas basados en relés o autómatas programables (PLCs)



# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Sistemas basados en relés o autómatas programables (PLCs)

## **Definición IEC 61131**

Un autómata programable (AP) es una **máquina electrónica programable** diseñada para ser utilizada en un entorno industrial (hostil), 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.

**AP = PLC**

**Autómata programable = Programmable Logic Controller**

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Sistemas basados en relés o autómatas programables (PLCs)

## **Autómatas Compactos.**

- ✓ Todos sus componentes se encuentran en un mismo dispositivo
- ✓ Se utilizan en aplicaciones en el que el número de entradas/salidas es pequeño, poco variable y conocido a priori
- ✓ Su carcasa, suele ser de carácter estanco, que permite su empleo en ambientes industriales especialmente hostiles
- ✓ En algunos casos admiten un cierto grado de expansión.

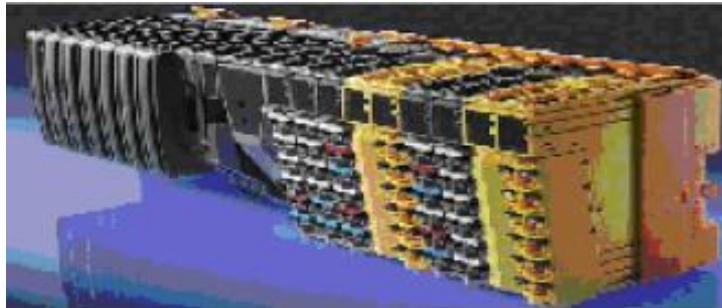


# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Sistemas basados en relés o autómatas programables (PLCs)

## **Autómatas Modulares**

- ✓ Están compuestos por varios módulos con funciones específicas.
- ✓ Sus funciones pueden ser redefinidas al cambiar sus módulos.
- ✓ Mediante la configuración variable del sistema permite adaptarse a las necesidades del diseño, y a las posteriores actualizaciones.
- ✓ En el caso de avería la localización de la misma y su reparación resultan más sencillas.

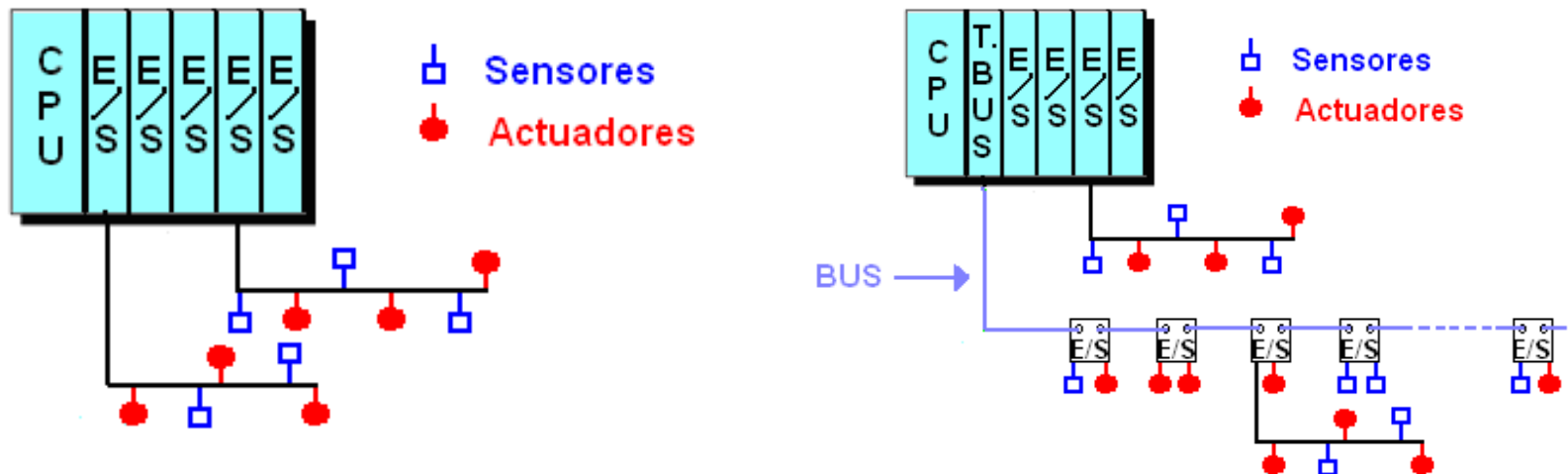


# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Sistemas basados en relés o autómatas programables (PLCs)

## **Autómatas Modulares**

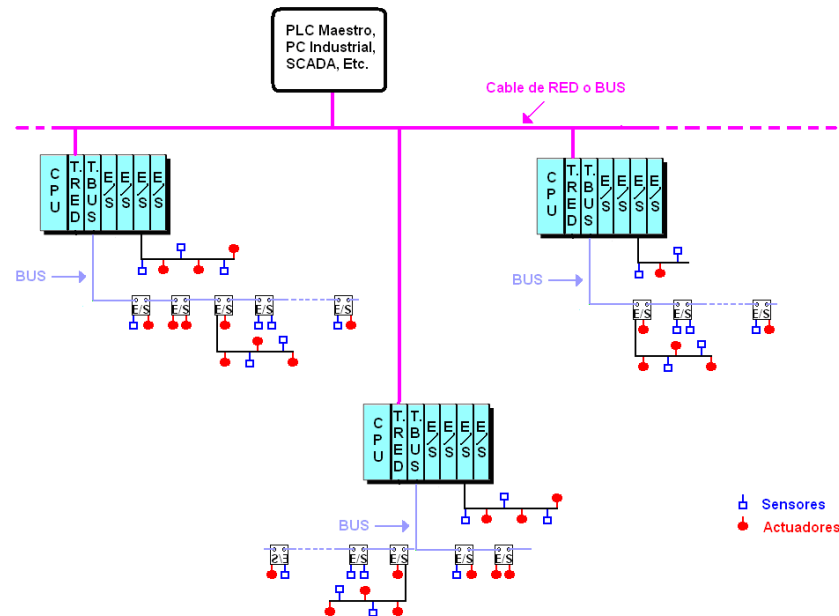
- ✓ Dentro de los autómatas programables modulares existen a su vez dos formas de conexión.



# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Sistemas basados en relés o autómatas programables (PLCs)

- ✓ Los PLC's admiten tanto configuraciones centralizadas como descentralizadas, incluyendo también, el control distribuido
- ✓ La tendencia actual es empleo de sistemas:
  - Descentralizados para instalaciones de tipo medio – alto
  - Centralizado para pequeñas instalaciones o máquinas de reducidas dimensiones
- ✓ A mayor descentralización  $\Rightarrow$  incremento de las redes de Comunicación





# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

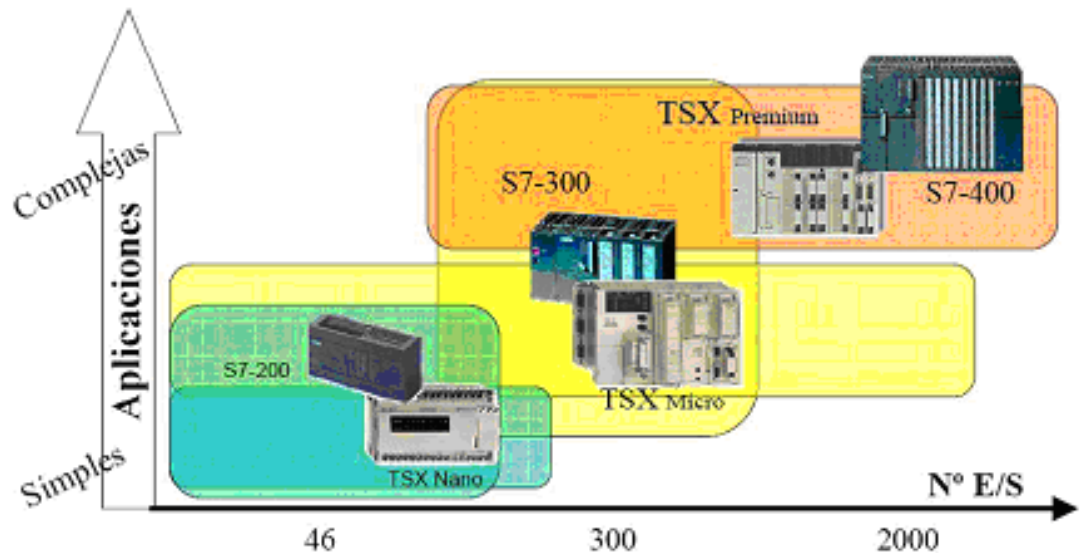
Tamaño de los autómatas programables

Tradicionalmente se han dividido en tres gamas delimitadas por el número de entradas / salidas.

**Gama baja:** Hasta 128 E/S.

**Gama media:** De 128 a 512 E/S.

**Gama alta:** Más de 512 E/S.



# **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS**

Ventajas / desventajas del uso de los autómatas programables

## **Desventajas**

- ✓ La ejecución de los programas en memoria es mas lenta.
- ✓ Disponen de menor potencia de cálculo que sus hermanos mayores.
- ✓ La conexión de módulos de ampliación (de E/S, de comunicación, etc.) es limitada, sin embargo suele ser suficiente para instalaciones domóticas de viviendas.

# **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS**

Ventajas / desventajas del uso de los autómatas programables

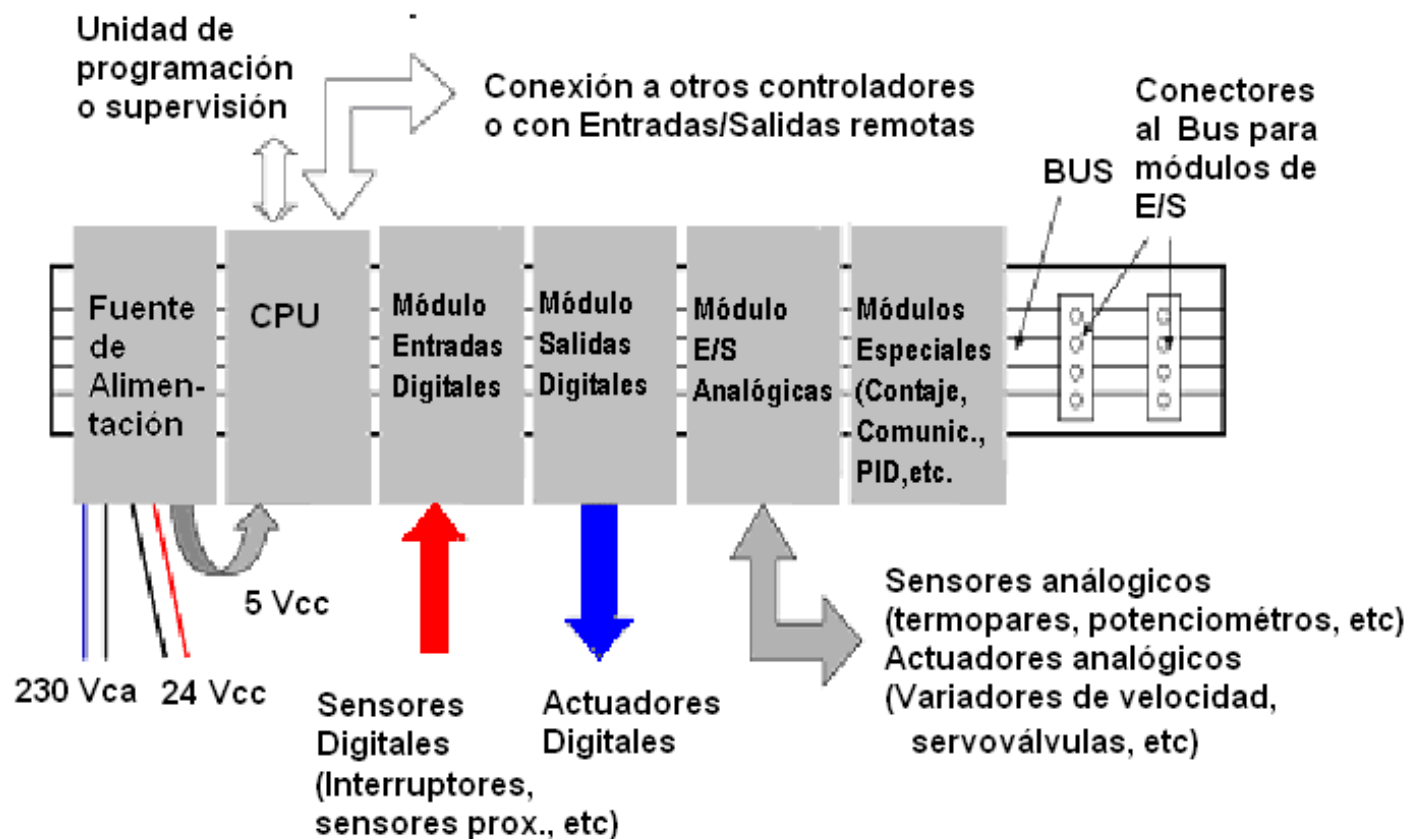
## **Ventajas**

- ✓ Son más económicos.
- ✓ La mayoría de los modelos tiene integrado en su frontal una pequeña pantalla de cristal líquido y un teclado básico, 6 u 8 teclas, con el que es posible realizar todas las tareas de programación y parametrización sin necesidad de conectar un ordenador o una programadora externa.
- ✓ Son de fácil instalación ya que están diseñados para el montaje sobre cuadros de protección y distribución doméstica.
- ✓ Disponen de funciones de programación de uso inmediato en instalaciones domésticas (telerruptor, reloj horario, temporizador de escalera, etc.).
- ✓ En la actualidad existen modelos que permiten la conexión a redes Ethernet y buses domóticos (EIB/KNX).

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Arquitectura típica de un autómata programable

A nivel funcional constan de varias partes claramente diferenciadas.



# **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS**

Arquitectura típica de un autómata programable

## **FUENTE DE ALIMENTACIÓN**

Es el elemento que permite adaptar los 230 Vca de la red eléctrica en la tensión necesaria en corriente continua para alimentar la circuitería electrónica interna del autómata programable. Dependiendo del modelo, la alimentación puede estar integrada o separada del módulo principal de la CPU.

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Arquitectura típica de un autómata programable

## **UNIDAD CENTRAL DE PROCESO (CPU): MEMORIA**

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

**Bit:** Es la unidad básica de información, solamente puede tomar los valores “0” y “1”. En un PLC los bits se asocian en grupos.

**Byte:** Conjunto de 8 símbolos binarios,

**Palabra:** Es la agrupación de dos Bytes

**Doble palabra:** es la agrupación de dos palabras (o cuatro bytes)

# **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS**

Arquitectura típica de un autómata programable

## **MÓDULOS DE ENTRADA / SALIDA**

Las entradas y salidas constituyen las vías a través de las cuales el PLC interactúa con el proceso.

Tiene las siguientes funciones:

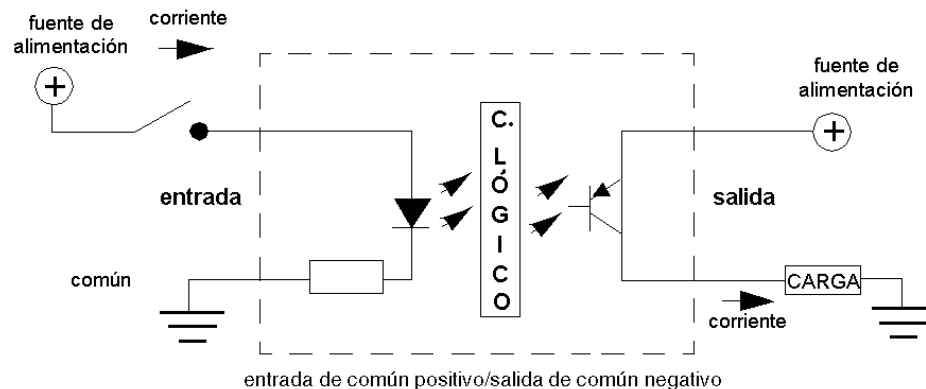
- ✓ Adaptar los niveles de tensión de los dispositivos de campo, detectores, electroválvulas, relés, etc., a la de los circuitos electrónicos internos del Autómata.
- ✓ Establecer una separación eléctrica entre los circuitos lógicos y los circuitos de potencia.

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

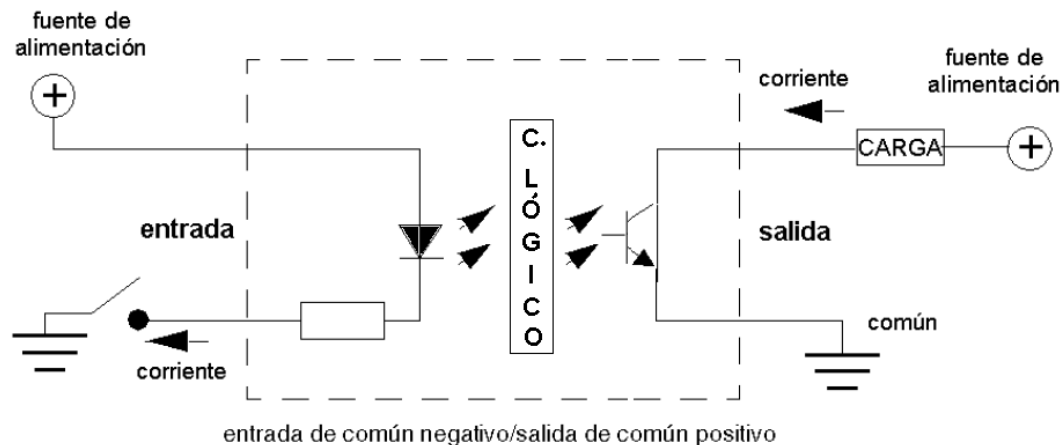
Arquitectura típica de un autómata programable

## MÓDULOS DE ENTRADA / SALIDA

Lógica positiva de E/S binarias



Lógica negativa de E/S binarias





# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Arquitectura típica de un autómata programable

## **MÓDULOS DE ENTRADA**

Se clasifican en función de:

Tipo de señal:

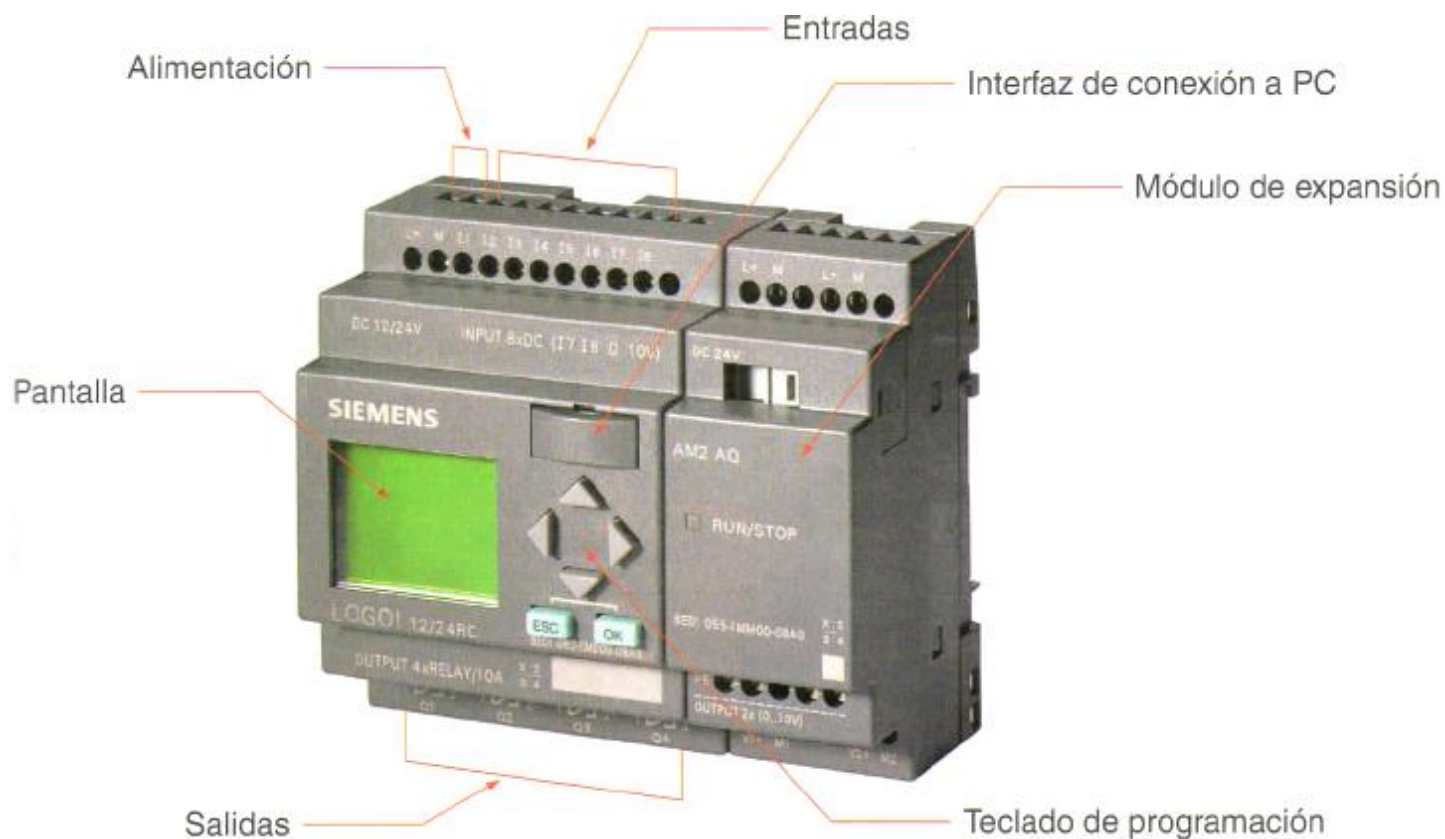
- Digitales (son las más usadas)
- Analógicas
  - Se emplean para medir tensión, temperatura, PH, nivel, caudal, etc.
  - Convierten la señal analógica a un código binario con un DAC.
  - Los rangos o bandas de trabajo que permiten son los usuales en instrumentación y control:
    - 0 a 5Vcc,
    - 0 a 10Vcc,
    - 10 a +10Vcc y
    - 0 – 20 mA ; 4 -20mA,

Tipo y nivel de tensión:

- Libres de tensión
- Tensión continua
- Tensión alterna

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

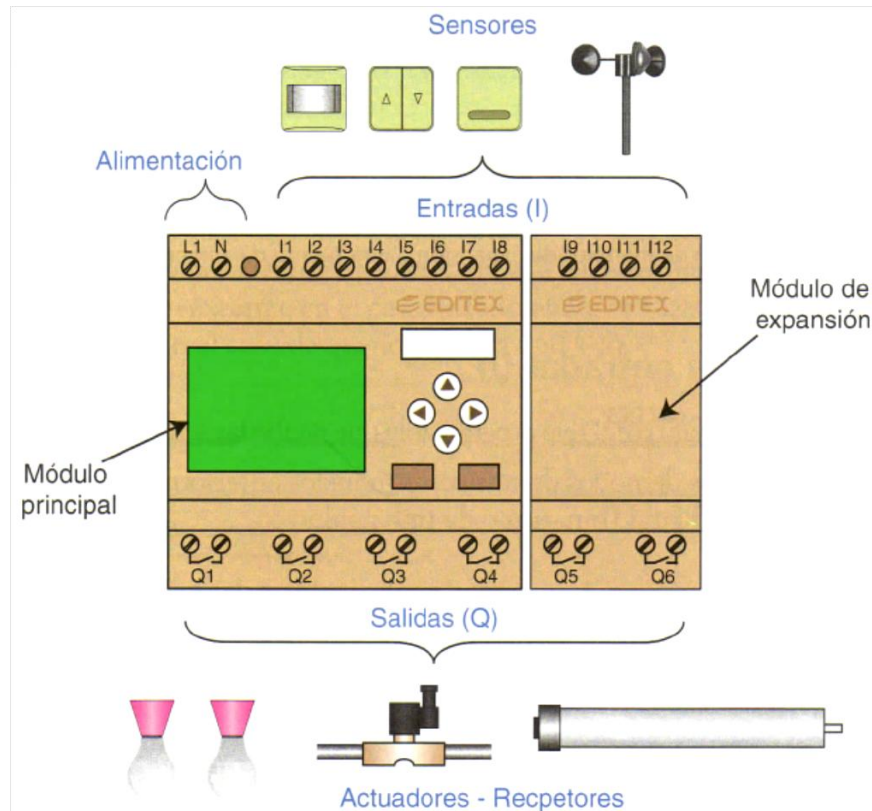
Arquitectura típica de un autómata programable



# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Conexión de un autómata programable

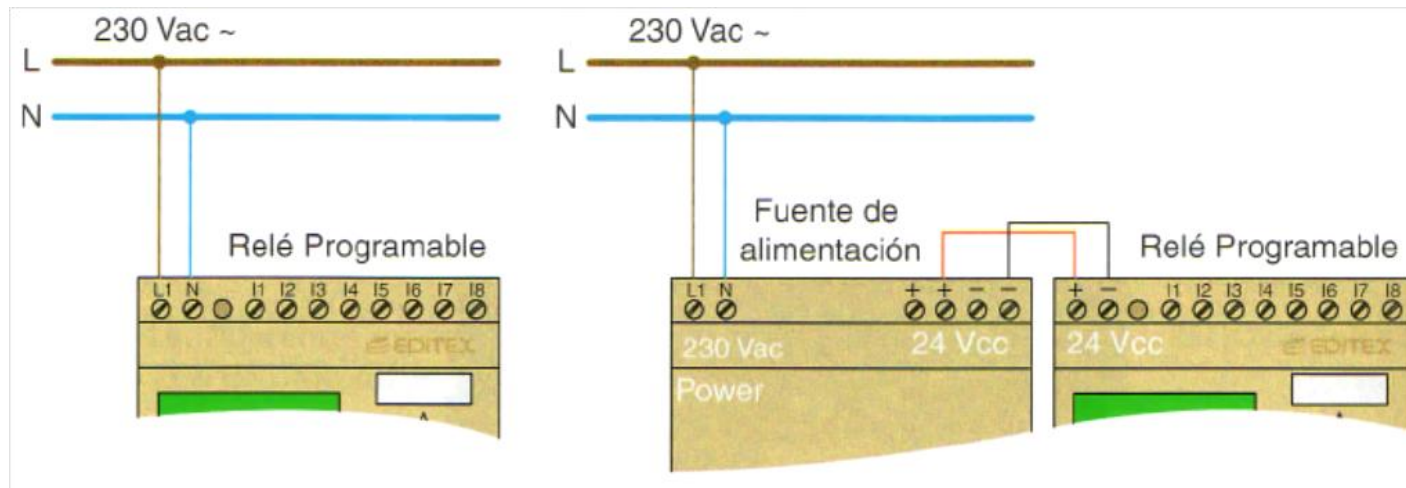
La integración de un relé programable en una instalación eléctrica requiere realizar al menos tres tipos de conexiones: la de la alimentación eléctrica, la de los sensores a las entradas y la de los actuadores a las salidas.



# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

## La alimentación eléctrica

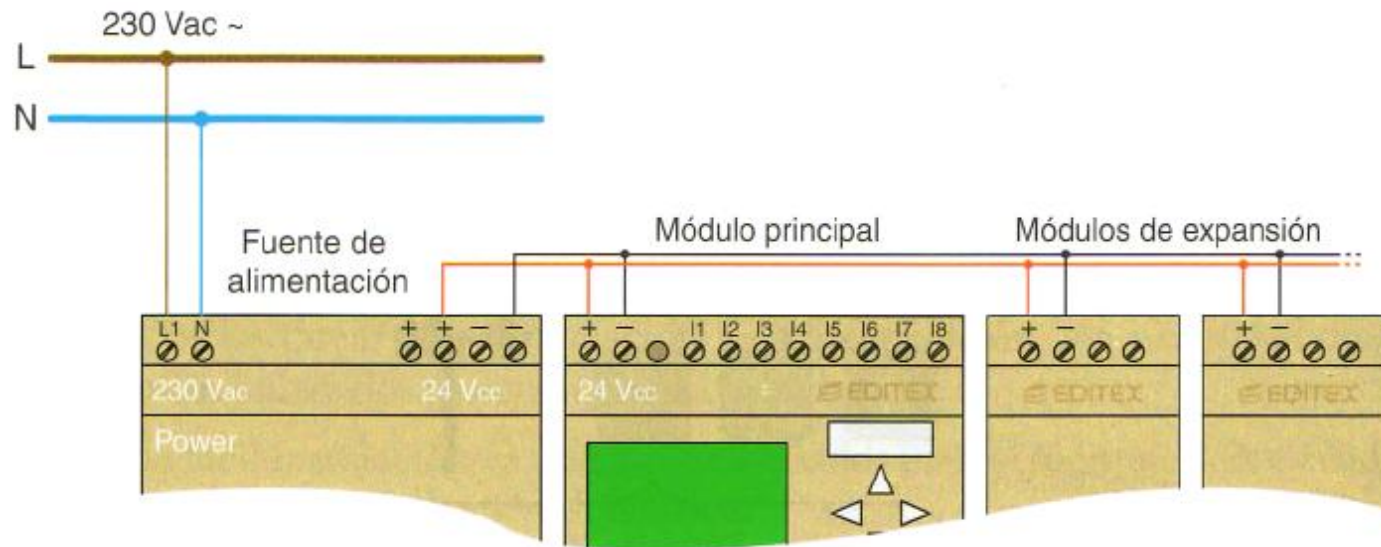
Dependiendo del modelo, la alimentación de los relés programables puede hacerse a diferentes tensiones, siendo las habituales: 230 Vca, 24 Vcc y 12 Vcc. Los primeros se conectan directamente a la red de alimentación de 230 V. Los segundos necesitan una fuente de alimentación externa, que convierte los 230 V de la corriente alterna en 12 o 24 V de corriente continua.



# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

## La alimentación eléctrica

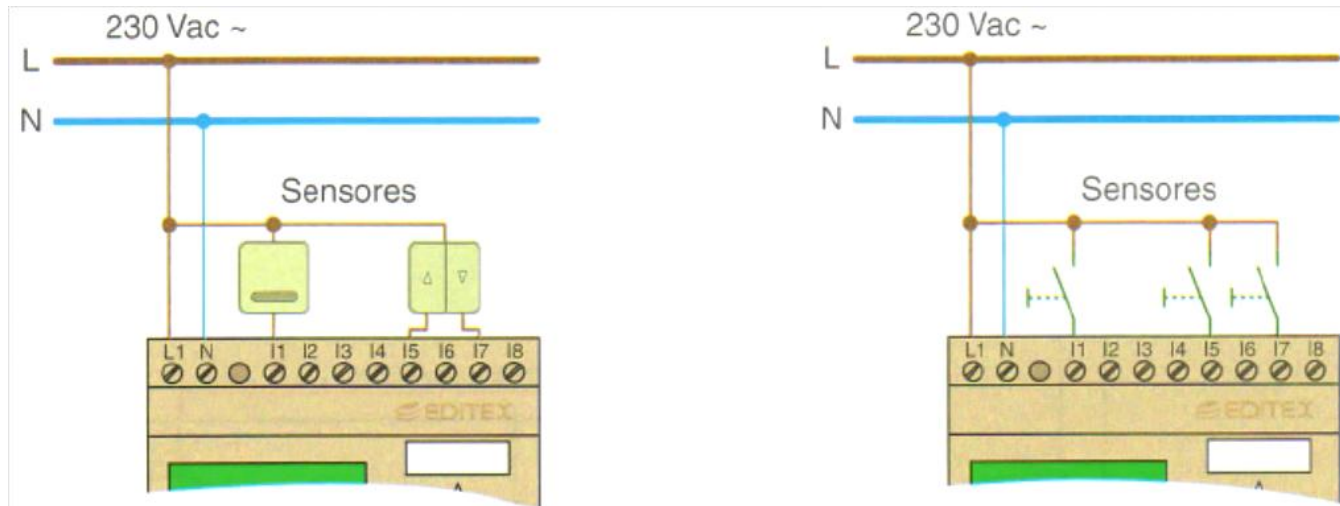
Los módulos de expansión, tanto de E/S, como de comunicaciones requieren también alimentación externa. En la siguiente figura se muestra cómo se conectan los módulos principal y de expansión a una fuente de alimentación.



# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

La alimentación eléctrica

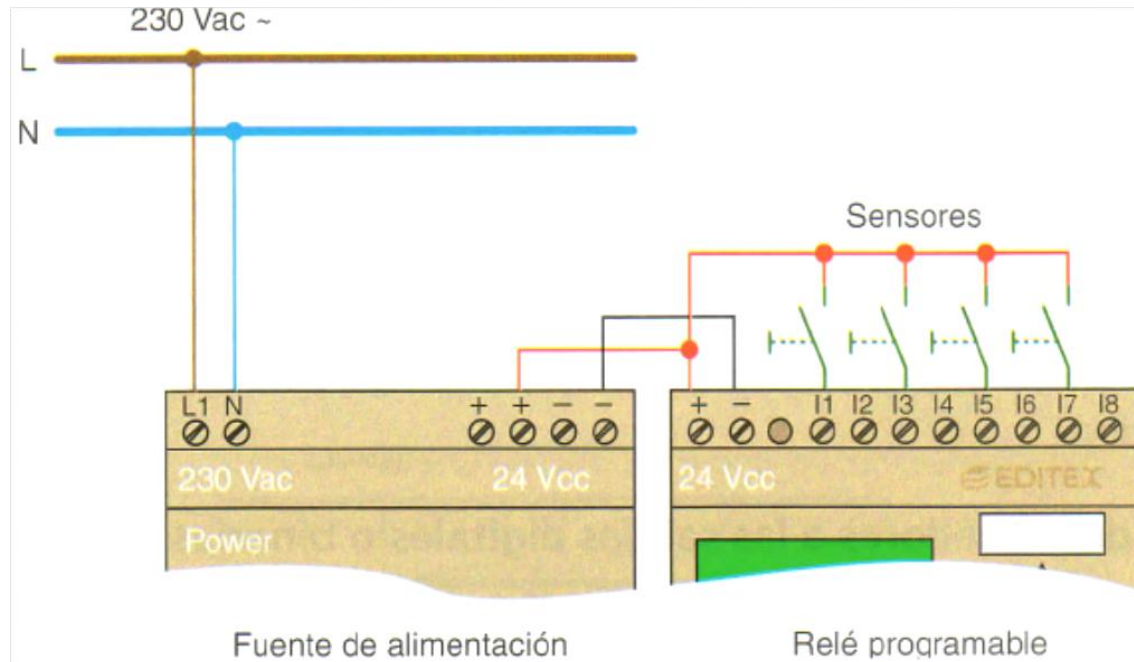
**Conexión de sensores a las entradas digitales o binarias:** si la referencia de tensión es 230 Vca, es necesario que la fase L de la red de alimentación se aplique a las entradas a través de los sensores.



# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

La alimentación eléctrica

**Conexión de sensores a las entradas digitales o binarias:** si la referencia de tensión es a 24 Vcc, se debe aplicar el positivo de la fuente de alimentación a las entradas a través de los sensores.

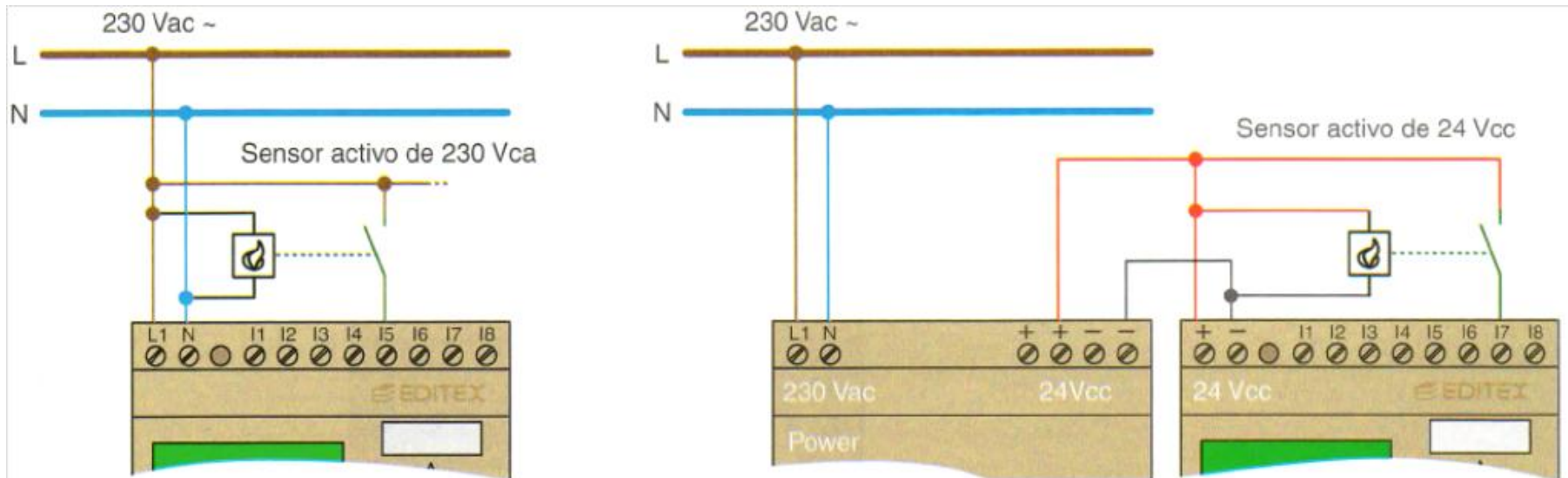




# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

La alimentación eléctrica

**Conexión de sensores a las entradas digitales o binarias:** la alimentación de sensores de tipo activo puede hacerse directamente de la fuente de alimentación externa, en el caso de que funcionen a 24 Vcc, o directamente de la red de eléctrica, en el caso de que lo hagan a 230 Vca.

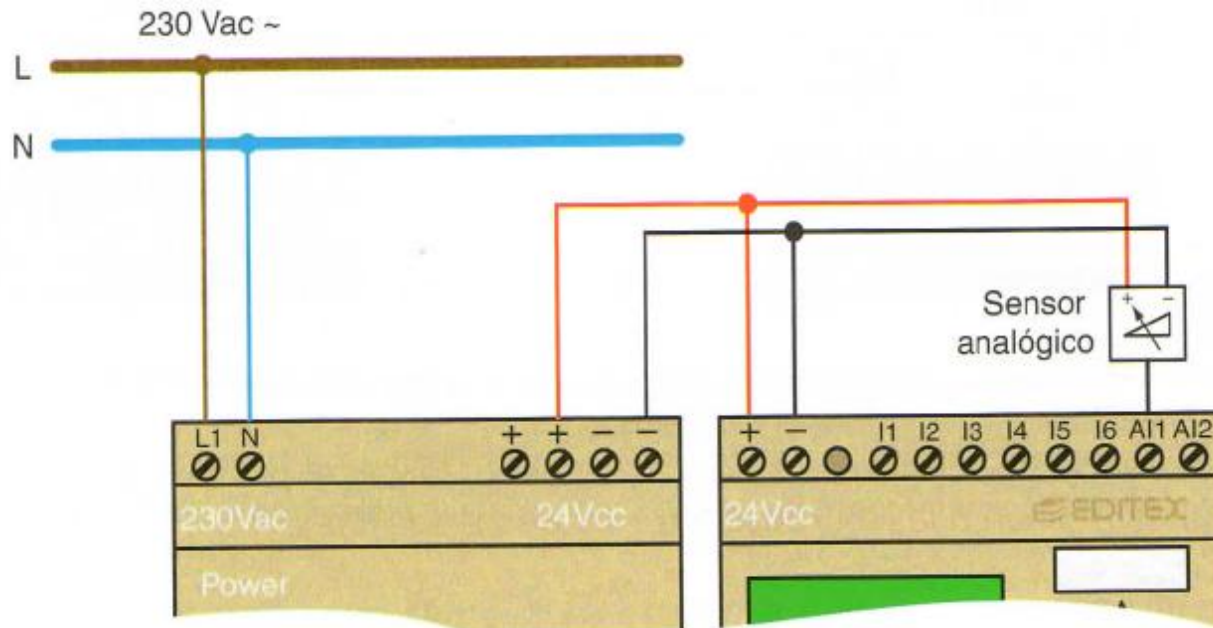




# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

La alimentación eléctrica

**Conexión de sensores a las entradas analógicas:** los sensores analógicos se conectan a las entradas del autómata del mismo tipo. Dependiendo del modelo de autómata o relé programable, las entradas analógicas pueden ser configurables o disponer de un valor fijo de fabrica. En cualquier caso, es necesario que ambos elementos, el sensor y el autómata, trabajen con el mismo valor analógico, en tensión o en corriente, para que la señal sea procesada adecuadamente.



# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

La alimentación eléctrica

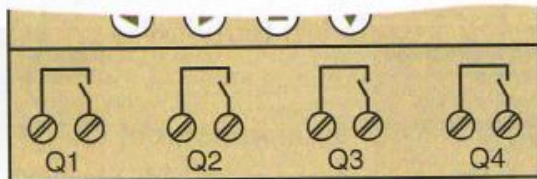
**Conexión de actuadores a las salidas digitales o binarias:** la conexión de los actuadores a las salidas digitales depende en gran medida el tipo de autómatas o relé programable.

De igual forma que en otros tipos de nodos domóticos, las salidas pueden ser a relés o a transistor (colector abierto), las salidas a relés son libres de tensión y pueden utilizarse para controlar actuadores tanto de CC como de CA a diferentes tensiones de trabajo (230, 110, 24, 12 V, etc). Sin embargo, las salidas a transistor están condicionadas a trabajar con actuadores de corriente continua a la tensión que trabaje el autómatas o relé programable (12 ó 24 Vcc).

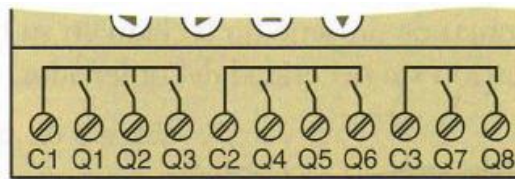
# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

La alimentación eléctrica

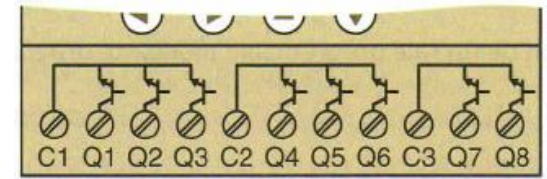
**Conexión de actuadores a las salidas digitales o binarias.**



Cuatro salidas digitales a relés independientes



Ocho salidas digitales a relés organizadas en 3 grupos. C1 C2 y C3 son comunes para cada uno de los grupos



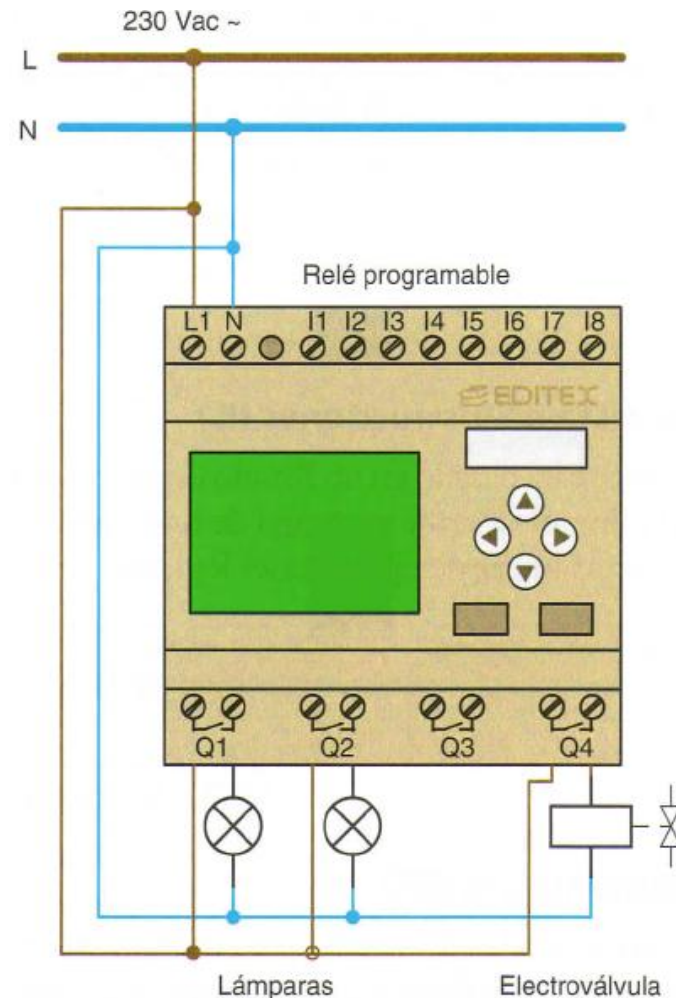
Ocho salidas digitales a transistor organizadas en 3 grupos. En este caso la tensión de los actuadores en CC debe ser igual a la que trabaja el autómata.

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

La alimentación eléctrica

**Conexión de actuadores a las salidas digitales o binarias.**

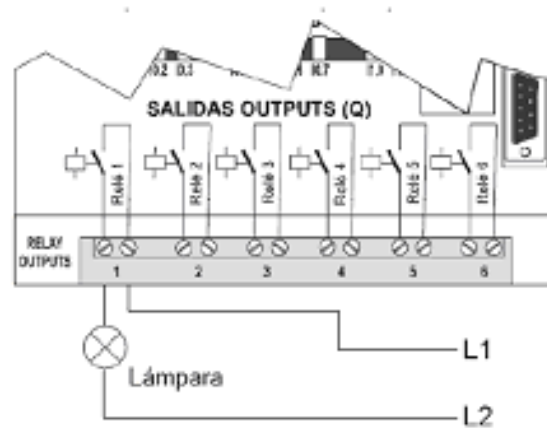
Ejemplo de conexión de dos lámparas y una electroválvula de 230 Vca a las salidas de un autómata programable.



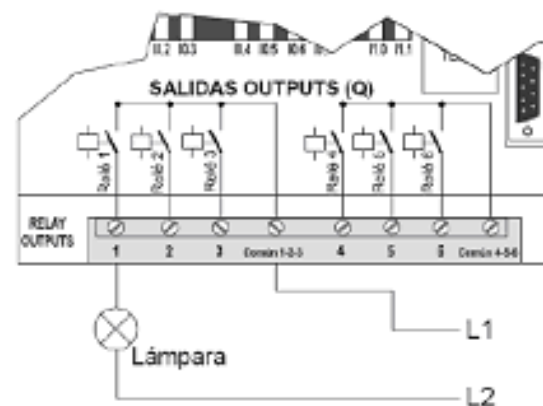
# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

## Salidas a Relé

- ✓ Se emplean este tipo de salida cuando el **consumo es elevado** (del orden de amperios) y donde las **conmutaciones no son demasiado rápidas**.
- ✓ Aplicaciones típicas en la que se utilizan este tipo de salidas son el control de :
  - Contactores
  - Electroválvulas hidráulicas.



Conexiones separada

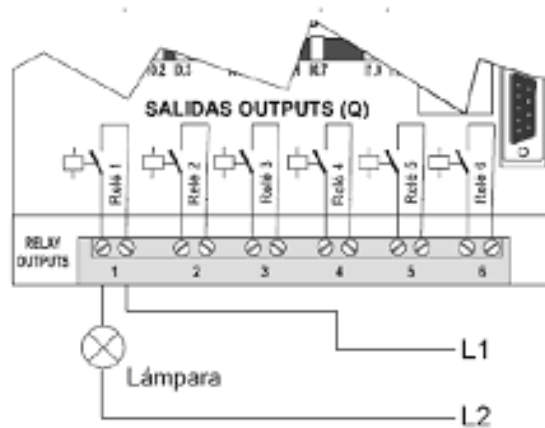


Con Conexiones comunes

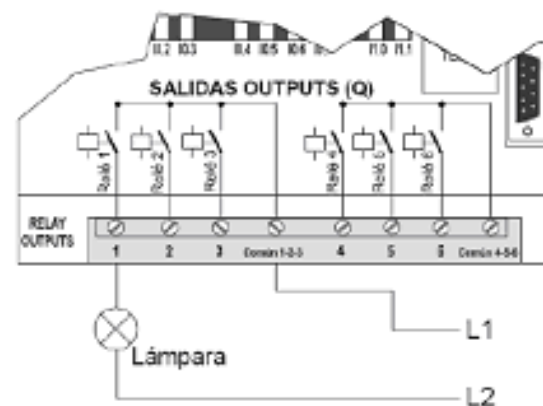
# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

## Salidas a Relé

- ✓ Las salidas proporcionan contactos libres de potencial y para poder controlar cargas es preciso alimentar uno de los extremos con un determinado potencial eléctrico.
- ✓ Existen dos versiones típicas de salida a relé: independientes o agrupadas, a través de uno de sus bornes, en bloques de 4, 8,... salidas.



Conexiones separada

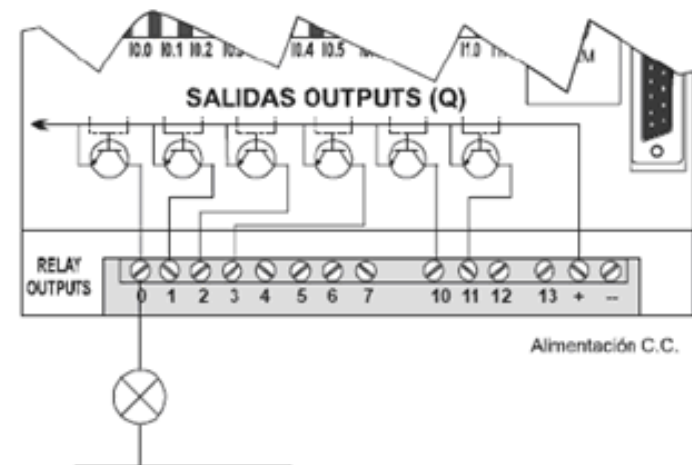
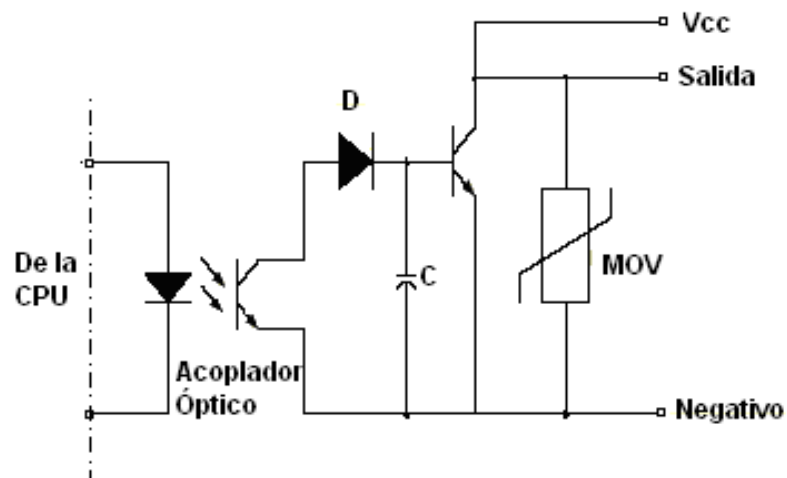


Con Conexiones comunes

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

## Salidas a Transistor

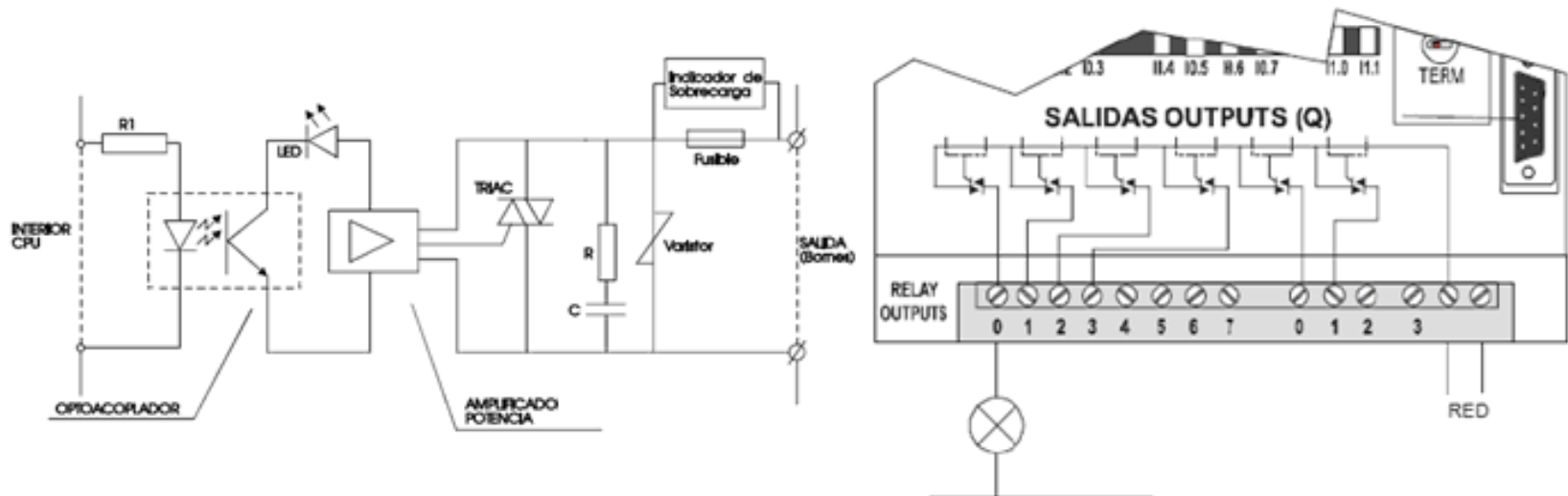
- ✓ Se utilizan con **cargas no muy elevadas** que trabajen en corriente continua.
- ✓ Pueden utilizarse en **aplicaciones que requieren elevada velocidad de conmutación**.
- ✓ Su vida es elevada.



# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

## Salidas a Triac

- ✓ Son utilizadas en aplicaciones en donde es necesario producir conmutaciones muy rápidas y en las cuales los relés no son capaces de actuar con suficiente rapidez.
- ✓ Las intensidades soportadas por los triacs suelen ser del mismo orden que las de los relés e incluso superiores.





# **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS**

## Salidas Analógicas

- ✓ Se usan para el manejo de dispositivos de campo, por ejemplo, variadores de velocidad, servo válvulas, entre otros.
- ✓ Al igual que en el caso de las entradas analógicas los parámetros más importantes de este tipo de tarjetas son:
  - El rango de valores, (0- 10 V, 4 – 20 mA, etc.)
  - La resolución,
  - El tiempo de conversión digital – analógico y
  - La precisión.

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Protección de los módulos de salida

- ✓ Las cargas industriales entre un 80% a un 90% son de tipo inductivo
  - Se producen sobrepicos de voltaje en su desconexión
  - Acortan la vida útil de los módulos de salida del PLC.
- ✓ Para disminuir este riesgo las salidas de los autómatas hay que protegerlas mediante un circuito de protección adecuado.
- ✓ En algunos modelos de salidas la protección está incorporada en la propia salida pero en otros casos no.

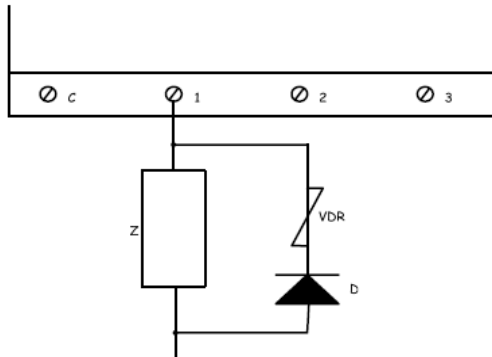
**Es preciso asegurarse de la existencia de protección y si la protección incorporada es la adecuada para el tipo de carga a controlar.**

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

## Protección de los módulos de salida

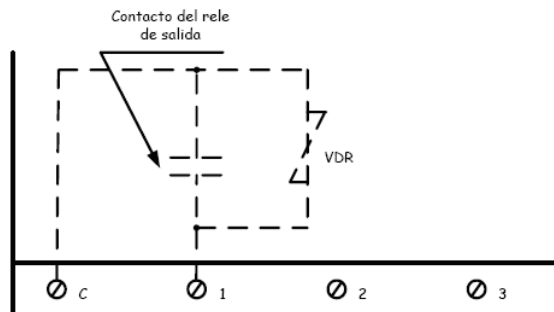
### Diodos

Se emplean en circuitos alimentados en CC



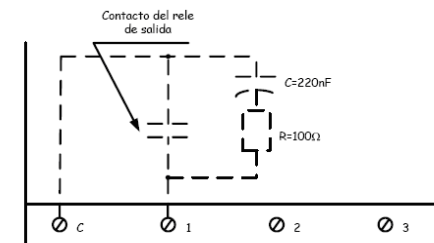
### Varistores

#### Protección con varistor

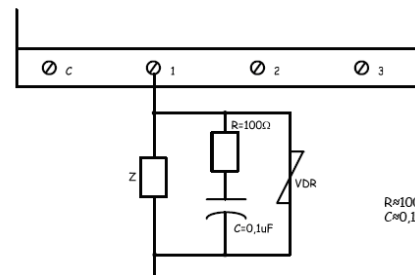


### Redes RC (Snuber)

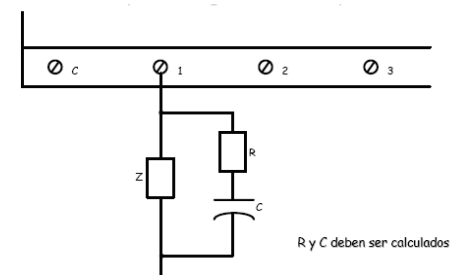
Se emplean en circuitos alimentados en corriente continua y corriente alterna



(a) Carga alimentada en corriente continua



(b) Carga alimentada en corriente alterna (L grande)



(c) Carga alimentada en corriente alterna (Z elevada)  
R y C deben ser calculados

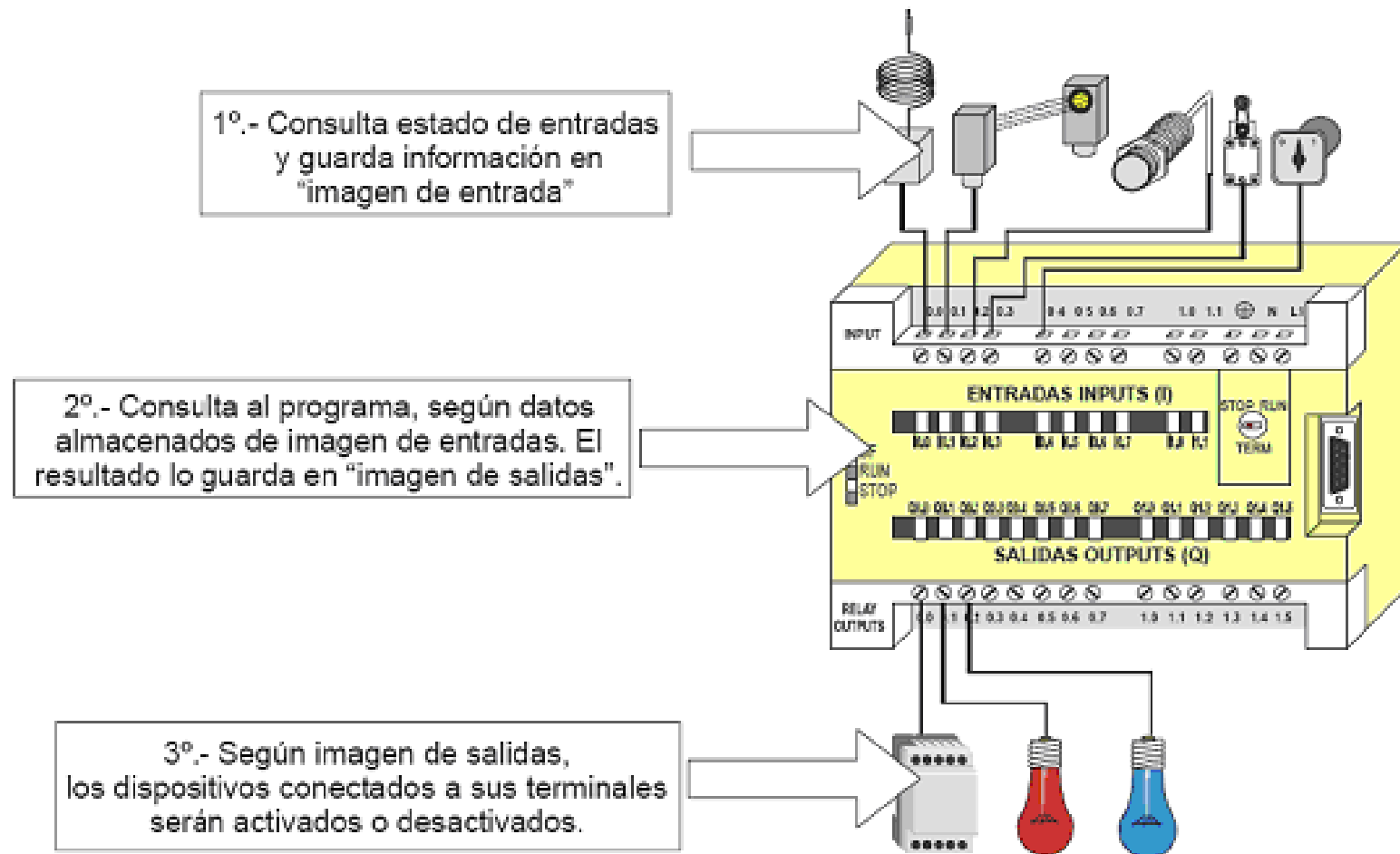
Valores típicos

$R = 100 \text{ W}$

$C = 220 \text{ nF}$

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS

Funcionamiento de los autómatas programables: ciclo de trabajo



# **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS**

## Ventajas del uso de autómatas programables

- ✓ Menor tiempo empleado en la elaboración del proyecto
- ✓ Mínimo espacio de ocupación.
- ✓ Son fáciles de instalar y reutilizables
- ✓ Menor costo de mano de obra en la instalación.
- ✓ Son equipos flexibles → modificaciones sencilla. Es quizás una de las principales ventajas
- ✓ Su fiabilidad es alta.
- ✓ Economía de mantenimiento → Facilidad localización de fallos.
- ✓ Posibilidad de manejar varios procesos con un PLC.
- ✓ Reutilizables.
- ✓ Sus actuales capacidades de comunicación permiten la integración en las tareas globales de control.

# **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS**

Desventajas del uso de autómatas programables

- ✓ Hace falta un programador o software para programación.
- ✓ Falta de estandarización de los distintos fabricantes.
- ✓ Se requiere adiestrar al personal para tal sentido.
- ✓ El costo inicial, generalmente, es elevado y puede ser un inconveniente.

# **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS**

## Mantenimiento de autómatas programables

- ☑ Los Autómatas necesita de un mantenimiento preventivo basado, generalmente, en realización de inspecciones periódicas.
- ☑ Las inspecciones consisten, básicamente, en la comprobación de las condiciones ambientales originales de la propia ubicación del PLC: Tensiones de alimentación, vibración, temperatura, ventilación, ausencia de suciedad, etc.
- ☑ Se revisará igualmente el apriete de los tornillos en las bornas de conexión si éstas no son de tipo muelle. Respecto al cableado de la periferia, es decir los elementos de campo: sensores y actuadores, se inspeccionarán el buen estado de mangueras de cables, cajas de conexión, bornas etc..
- ☑ La periodicidad de las inspecciones será tanto más corta cuanto más complejo sea el sistema, y puede variar desde semanalmente hasta anualmente.

# **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS**

## Mantenimiento de autómatas programables

- ✓ Aunque la fiabilidad de los Autómatas Programables actualmente es muy alta, las consecuencias derivadas de sus averías originan un alto coste, por lo que es necesario reducir esta posibilidad al mínimo.
- ✓ La proporción de averías en los sistemas automatizados mediante el empleo de PLC, es de aproximadamente
  - ✓ un 5% debidas al propio PLC y
  - ✓ un 95% de averías provocadas por elementos que podemos considerar como externos al mismo.



# **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS**

## Mantenimiento de autómatas programables

- ☑ La forma más eficaz de evitar las averías en la parte correspondiente al PLC es proporcionar al mismo unas condiciones ambientales adecuadas.
- ☑ El mantenimiento preventivo debe quedar siempre reflejado en fichas o bases de datos, con el fin de saber siempre lo hecho; los datos que deberán incorporar dichas fichas o registros serán:
  - ☑ Inspección visual efectuada (cables sueltos o no, sujeción de módulos, LED's indicadores de error, etc.).
  - ☑ Condiciones ambientales detectadas (temperatura, humedad, polvo, vibraciones, etc.).
  - ☑ Tensiones de alimentación medidas (fluctuaciones, rizados, baterías en buen estado, etc.).

# **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS**

## Mantenimiento de autómatas programables

- ✓ La detección de averías imputables al Autómata se determina generalmente por los dos procedimientos que los fabricantes suelen considerar adecuados:
  - ✓ Por la lista de mensajes de error correspondientes a los LED's indicadores que se encuentran en el frontal de la CPU.
  - ✓ Por las indicaciones que aparecen en la pantalla de la consola de programación.
- ✓ En todo caso, deberá consultarse la documentación que acompaña al Autómata, ya que la mayoría de los fabricantes suelen incluir una amplia sección dedicada a la orientación en la separación o solución de averías.

# **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL BÁSICOS (AUTÓMATAS) Y SU EVOLUCIÓN HACIA SISTEMAS DOMÓTICOS**

Mantenimiento de autómatas programables

Documentación mínima a exigir al proveedor de la instalación:

- ✓ Esquemas actualizados de la instalación con las referencias de todos sus elementos
- ✓ Elementos de campo: sensores y actuadores. Referencias y características.
- ✓ Elementos de protección de las personas y de las instalaciones.
- ✓ Listado de todas las señales con los simbólicos utilizados en el programa.
- ✓ Programa con la documentación de cada una de las partes o módulos de programa con la indicación clara de su funcionalidad
- ✓ Código fuente del programa y librerías específicas, instrucciones claras de la carga del programa desde el medio de soporte del programa ( memoria flash, CD, diskettes, etc.)
- ✓ Parametrización de: las redes de comunicación, periferia descentralizada, etc.
- ✓ Lista de estado de las entradas, salidas del autómata en las condiciones iniciales de la instalación. También son útiles este tipo de listas en otros puntos críticos de la instalación



# **PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS**

# **PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS**

## INTRODUCCIÓN

- ✓ Los lenguajes de programación ha ido evolucionando de la misma forma en que han ido evolucionando los propios autómatas.
- ✓ Los primeros autómatas programables surgieron para sustituir los cuadros de maniobra de eléctricos que cada vez, debido al aumento en la complejidad de las instalaciones, iban incrementando su tamaño.
- ✓ Dichos armarios estaban constituidos a base de relés, contactores y temporizadores. → Diagrama de contactos.
- ✓ Incompatibilidad de lenguajes entre distintos fabricantes

# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## NORMA IEC 61131

- ☑ La finalidad de la Norma IEC 61131 es:
  - ☑ Definir e identificar las *características principales* de los PLC's y sus periféricos.
  - ☑ Especificar los *requisitos mínimos* aplicables a los PLC's y sus periféricos.
  - ☑ Definir los *lenguajes de programación* de uso más corriente
  - ☑ Dar a los usuarios una *información* de carácter general y unas directrices de aplicación.
  - ☑ Definir las *comunicaciones* entre los PLC's y otros sistemas.

# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

NORMA IEC 61131

La norma IEC-61131, en su parte 3, pretende compatibilizar la programación para que pueda ser “entendible” por los distintos autómatas que hasta fechas bastante recientes eran incompatibles en función del fabricante del mismo.

**El lenguaje de programación es el “interface” (forma de interactuar) entre el programador y el sistema de control**

# **PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS**

## **NORMA IEC 61131 PARTE 3: LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN**

- ✓ La IEC 61131-3 establece las especificaciones de la sintaxis y semántica de un lenguaje de programación, incluyendo el modelo de software y la estructura del lenguaje. El estándar puede dividirse en dos partes:
  - ✓ ***Elementos comunes***
  - ✓ ***Lenguajes de programación***



# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

✓ Dentro del estándar se definen 4 lenguajes de programación.

✓ Los lenguajes son 2 de tipo textual y 2 de tipo gráfico:

✓ **Textuales:**

✓ Lista de Instrucciones (Instruction List – IL)

✓ Texto estructurado (Structured Text – ST)

✓ **Gráficos**

✓ Diagrama de Escalera (Ladder Diagram – LD)

✓ Diagrama de Bloques de Funciones (Function Block Diagram – FBD)

### Instruction List - IL

```
LD    A
ANDN  B
ST    C
```

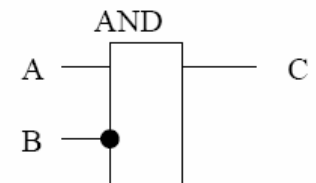
### Structured Text - ST

```
C = A AND NOT B
```

### Ladder Diagram - LD

```
      A      B      C
----| |-----|/|-----()
```

### Function Block Diagram - FBD



# **PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS**

## LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

- ✓ La elección del lenguaje de programación depende de:
  - ✓ La formación y experiencia del programador.
  - ✓ El problema que se atiende (la aplicación particular).
  - ✓ El nivel de descripción del problema.
  - ✓ La estructura del Sistema de Control.
  - ✓ La Interface con otras personas o departamentos.

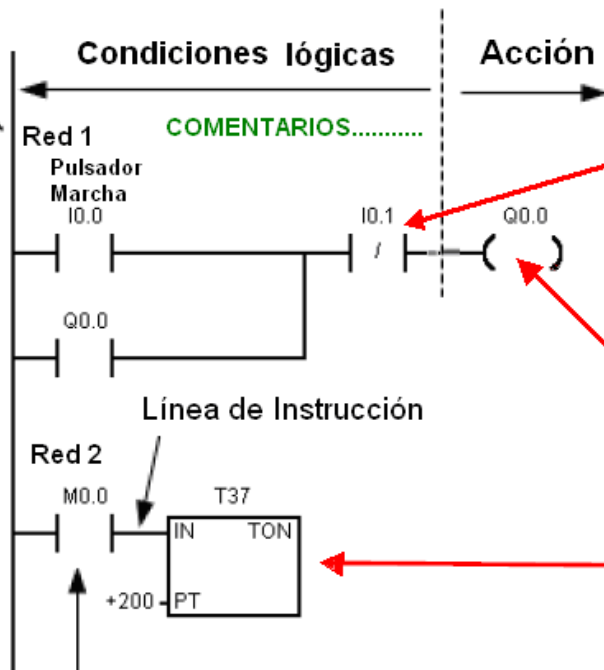
# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## DIAGRAMA DE CONTACTOS (ladder diagram ó KOP)

### ✓ Elementos básicos del lenguaje LD ó KOP

"bus bar" línea vertical (línea de potencial a la que se conectan las ramas (redes) de programa

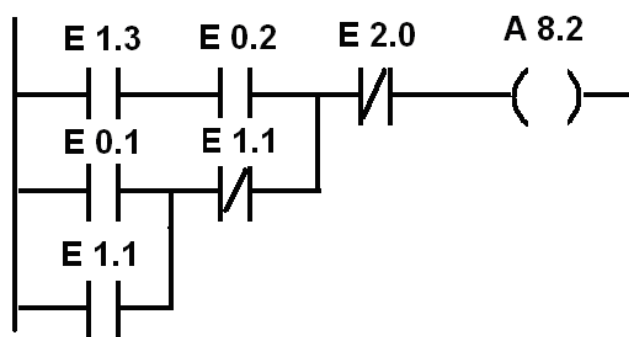
Las instrucciones son representadas con símbolos eléctricos



**Contactos**  
Representan las condiciones lógicas de "entrada" similares a detectores, interruptores, estado de marcas internas, etc.

**Bobinas**  
Representan condiciones lógicas de "salida" como son: relés, motores, lámparas, electroválvulas, marcas auxiliares internas, etc




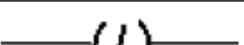

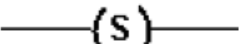

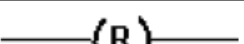
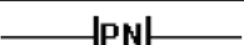
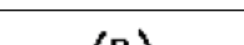

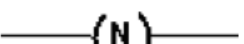



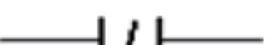
**Cuadros**  
Representan operaciones adicionales tales como: Temporizadores, Contadores, etc.



# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## DIAGRAMA DE CONTACTOS (ladder diagram ó KOP)

- ✓ Los símbolos empleados corresponden a la convención americana según normas N.E.M.A. (National Electric Manufacturers Association) para la representación de esquemas eléctricos y los principales son:

Tipo de contacto	Símbolo	Tipo de Bobina	Símbolo
Normalmente abierto		Bobina	
Normalmente cerrado		Bobina negada	
Flanco Positivo (ascendente)		Puesta a "1" de la Bobina	
Flanco Negativo (descendente)		Puesta a "0" de la Bobina	
Flanco ascendente descendente		Flanco ascendente de la Bobina	
Normalmente abierto		Flanco descendente de la Bobina	
Normalmente cerrado		Flanco ascendente -descendente de la Bobina	
			
			

# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## DIAGRAMA DE CONTACTOS (ladder diagram ó KOP)

### VENTAJAS DEL LD (KOP)

- ✓ **Es muy sencillo** ver en él los pasos de programa que no cumplen, y seguir las condiciones del proceso.
- ✓ Totalmente **indicado para programadores** más **cercanos al mundo eléctrico** que al informático en tareas de tratamiento digital (bobinas, set, reset...)

# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## DIAGRAMA DE CONTACTOS (ladder diagram ó KOP)

### INCONVENIENTES DEL LD (KOP)

- ✓ Las series y paralelos requieren mucho espacio en la pantalla.
- ✓ El realizar comparaciones de salto analógicas es misión imposible, a poco que se compliquen.
- ✓ **El principal problema:** las cajas de KOP necesitan una sistemática de proceso por parte sistema operativo que hace que no se optimice el código de las mismas, por lo que **el programa haciendo lo mismo va más lento.**

# **PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS**

LENGUAJE NEMÓNICO O NEMOTÉCNICO IL (LISTA DE INSTRUCCIONES) ó AWL

- ✓ También conocido como lista de instrucciones
- ✓ Emplea el formulismo de los lenguajes de ensamblador, y proporcionan un medio literal para la transcripción directa de las ecuaciones de Boole o funciones lógicas que definen una secuencia de control.
- ✓ Se le suele denominar *lenguaje booleano*.

# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

LENGUAJE NEMÓNICO O NEMOTÉCNICO IL (LISTA DE INSTRUCCIONES) ó AWL

Etiqueta	Operador	Operando	Comentario
----------	----------	----------	------------

Etiqueta

0001: U E 1.3

0002: U E 0.2

0003: O(

0004: U E 0.1

Modificador

0005: O E 1.1

Operador

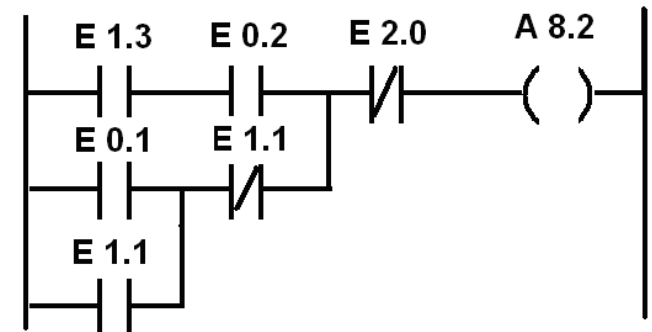
0006: UN E 1.1

Operando

0007: )

0008: UN E 2.0

0009 : = A 8.2



Comentario

Activación contactor





# **PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS**

## VENTAJAS DEL LI (AWL)

- ✓ **Es el lenguaje que necesita menos instrucciones de programación**
- ✓ **Es el más indicado para operaciones de saltos** condicionales en función de valores analógicos.
- ✓ **Permite introducir una gran cantidad de sentencias en la misma pantalla**

# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## INCONVENIENTES DEL LI (AWL)

- ✓ El programar una línea debajo de otra lleva a los programadores a implementar líneas y líneas de código sin ser divididas en segmentos y sin comentar. **Los programas tienden a hacerse ininteligibles.**

# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## PLANO DE FUNCIONES FBD (FUP)

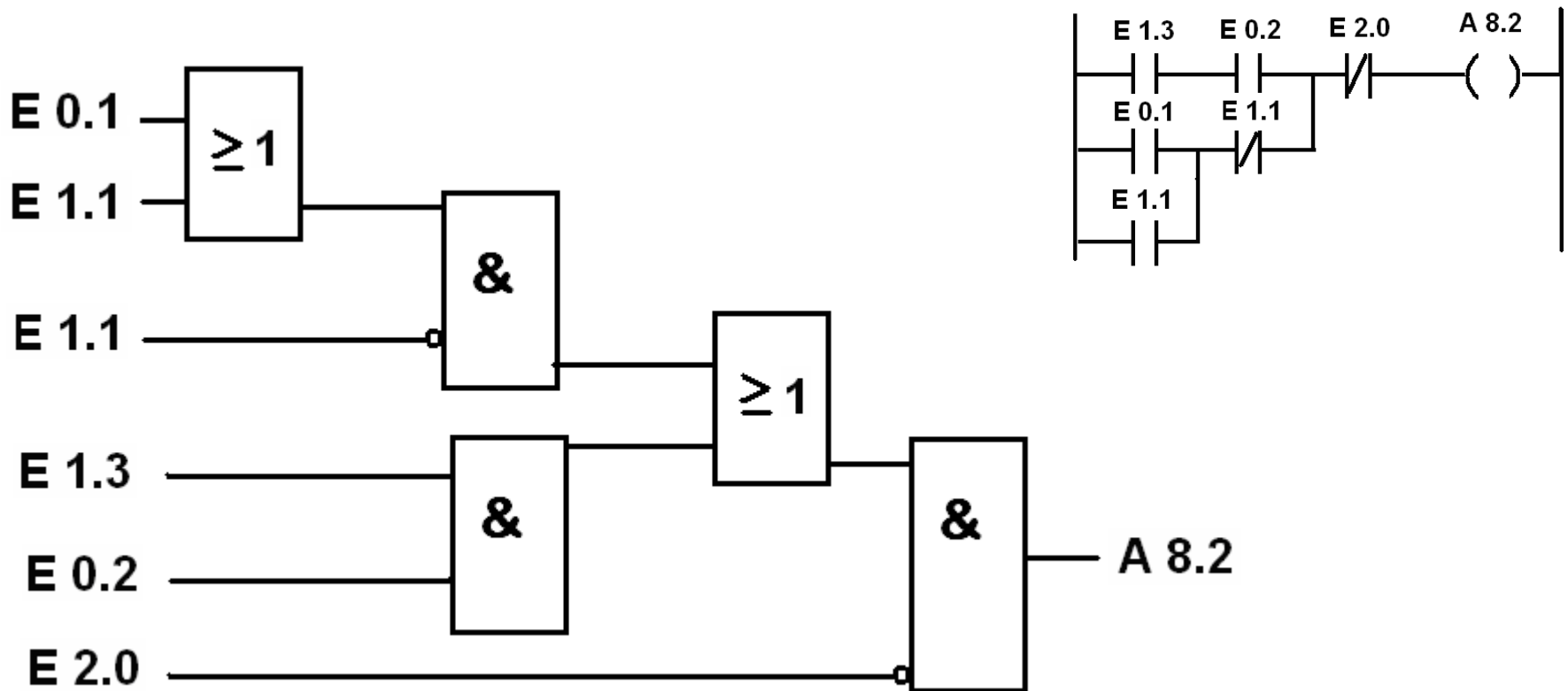
- ✓ **Es un lenguaje de programación gráfico que utiliza los cuadros de álgebra booleana para representar la lógica.** Aquí se utilizan símbolos normalizados para representar las operaciones.
- ✓ En la norma IEC 6113-3 este tipo de lenguaje se denomina FBD. **Los elementos principales del lenguaje son las redes y los bloques funcionales.**
- ✓ Un programa FBD esta construido a base de redes que están numeradas con el fin de poder navegar a lo largo del mismo y efectuar saltos.



# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## PLANO DE FUNCIONES FBD (FUP)

- ✓ Ejemplo de una red realizada en el Plano de Funciones (FDB)

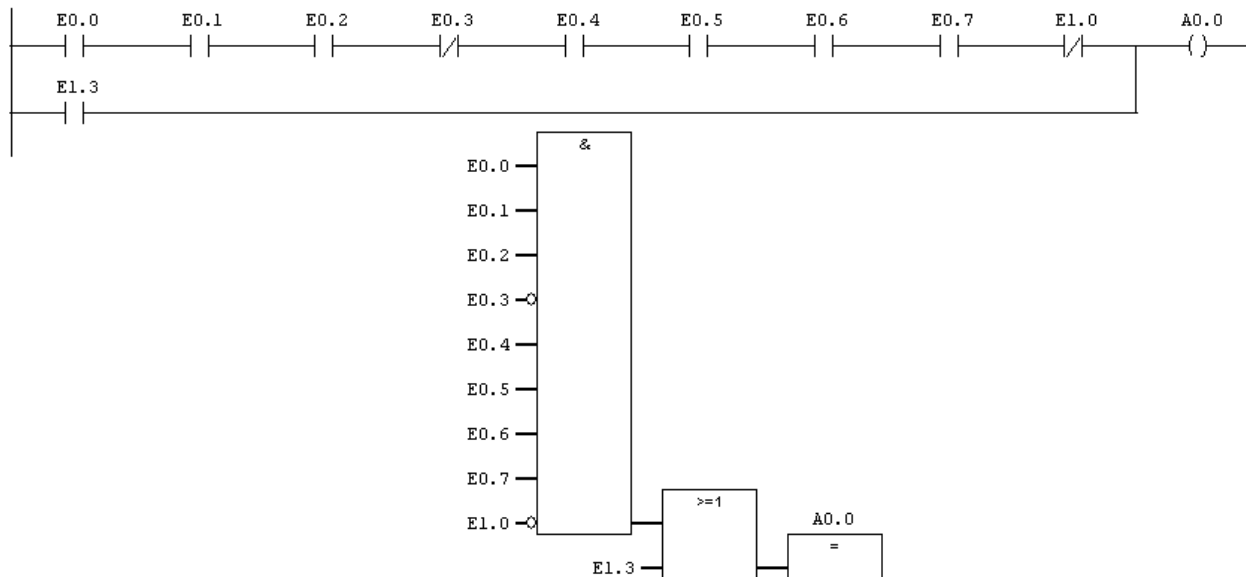


# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## PLANO DE FUNCIONES FBD (FUP)

### ☑ VENTAJAS DEL FBD (FUP)

- ☑ Permite realizar gran cantidad de series y paralelos en la misma pantalla, con lo cual se acerca a la ventaja del LI (AWL) pero con mayor claridad en el diagnóstico
- ☑ Es el indicado para los programadores electrónicos.



# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## PLANO DE FUNCIONES FBD (FUP)

### ☑ INCONVENIENTES DEL FBD (FUP)

- ☑ **No es útil**, al igual que le pasaba al LD (KOP), **para tratar valores analógicos ni condiciones de salto.**
- ☑ Sufre el mismo **problema de optimización de código**
- ☑ Los programadores del FBD suelen no identificar de una manera rápida las combinaciones *and* y *or* en un status de programa.

# **PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS**

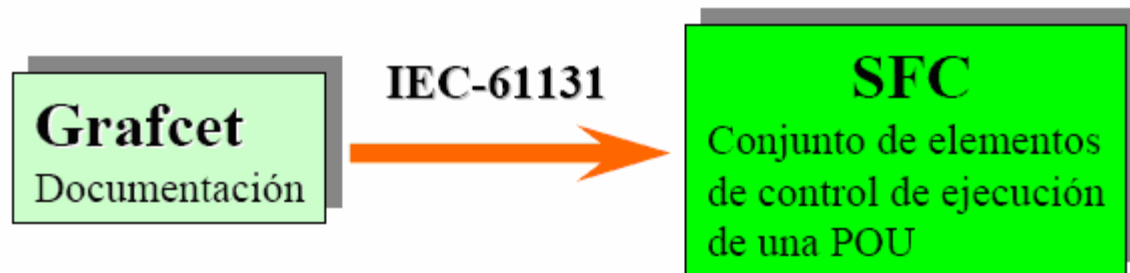
## TEXTO ESTRUCTURADO (ST)

- ✓ Es un lenguaje poderoso de alto nivel, con sus raíces en Ada, Pascal y C. Sus principales características son:
  - ✓ Lenguaje de alto nivel, estructurado en bloques
  - ✓ Sintaxis parecida a PASCAL
  - ✓ Posibilidad de utilizar expresiones complejas e instrucciones anidadas
  - ✓ Soporte para:
    - ✓ Bucles (REPEAT-UNTIL; WHILE-DO)
    - ✓ Ejecución condicional (IF-THEN-ELSE; CASE)
    - ✓ Funciones (SQRT(), SIN())

# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## GRAFCET

- ✓ Como alternativa al empleo de los lenguajes anteriores, se creó el GRAFCET o Graphe de Comande Etape-Transition (Gráfico de Orden Etapa-Transición), desarrollado en Francia.
- ✓ En síntesis se trata de un *diagrama funcional*, es decir, una representación gráfica de las secuencias a efectuar por el Autómata.

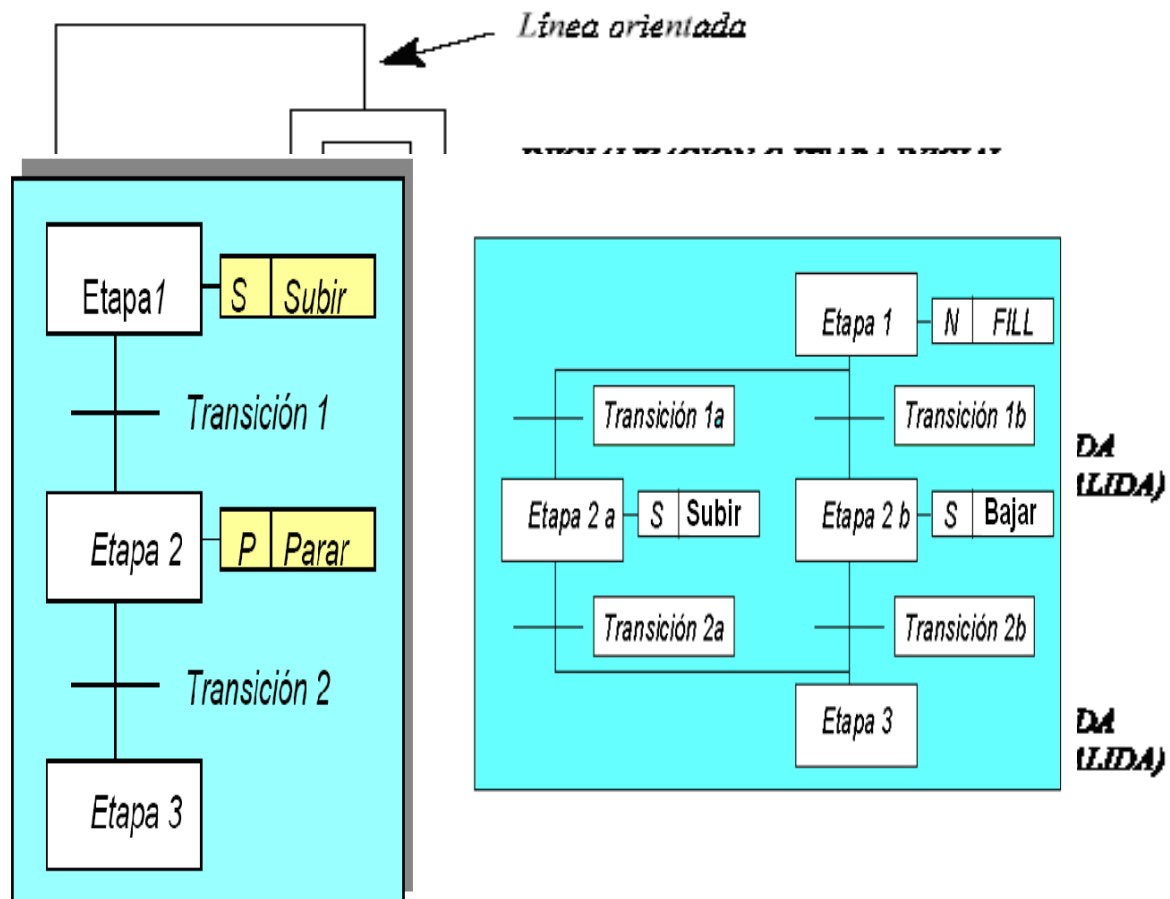


**¡No es un lenguaje de programación!**



# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## GRAFCET



# **PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS**

## OPERACIONES MÁS COMUNES

- ✓ Las operaciones más comunes se indican a continuación:
  - ✓ Operaciones lógicas con bits
  - ✓ Operaciones de comparación
  - ✓ Operaciones de conversión
  - ✓ Operaciones de contaje
  - ✓ Operaciones con los bloques de datos
  - ✓ Operaciones de salto
  - ✓ Etc.



# **PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS**

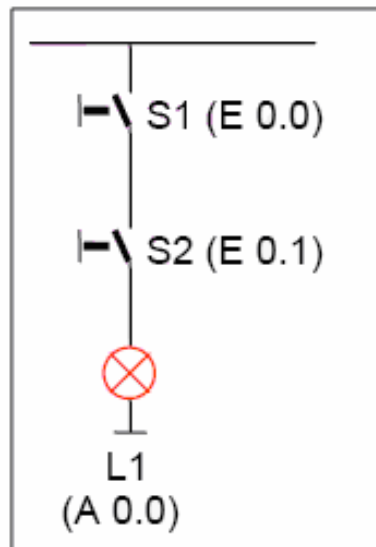
## OPERACIONES LÓGICAS CON BITS (OPERACIONES BINARIAS)

- ✓ Las operaciones binarias son operaciones que trabajan con operandos o señales binarias.
- ✓ Los operandos binarios sólo pueden tomar 2 valores: "0" ó "1".

# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## OPERACIONES LÓGICAS CON BITS (OPERACIONES BINARIAS)

**Contactos en serie. → Corresponde a la función lógica Y (AND)**



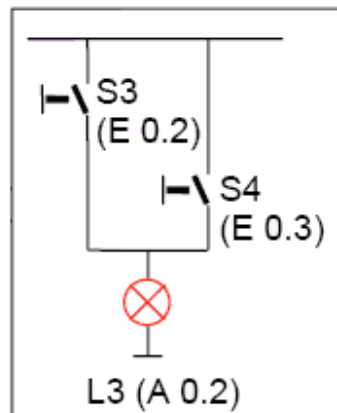
AND Tabla de Verdad		
E x.y	E u.v	A a.b
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

LD	FBD	LI
		<pre>LD E 0.0 AND E 0.1 EQ A 0.0</pre>

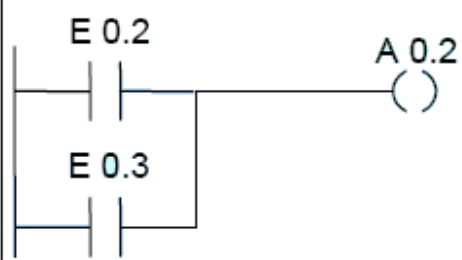
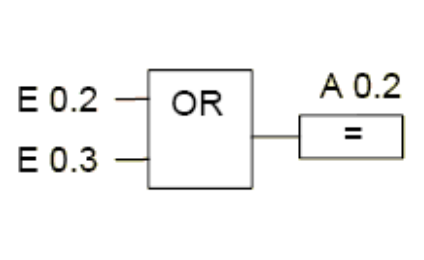
# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## OPERACIONES LÓGICAS CON BITS (OPERACIONES BINARIAS)

**Contactos en paralelo. → Corresponde a la función lógica O**



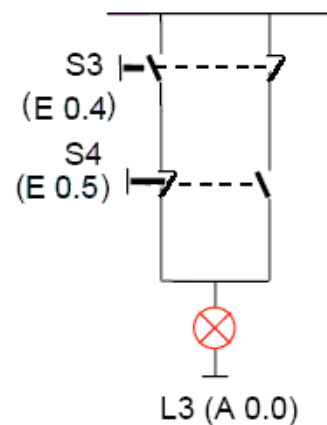
OR Tabla de Verdad		
E x.y	E u.v	A a.b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

LD	FBD	LI
		<pre>LD E 0.2 OR E 0.3 EQ A 0.2</pre>

# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## OPERACIONES LÓGICAS CON BITS (OPERACIONES BINARIAS)

### Contactos en serie y paralelo. Función OR- Exclusiva



XOR Tabla de Verdad		
E x.y	E u.v	A a.b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

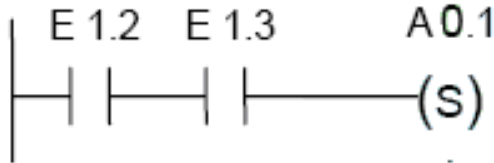
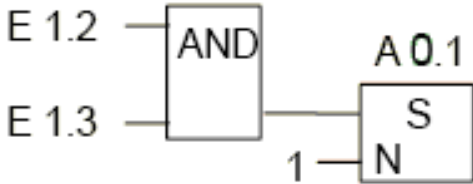
LD	FBD	LI						
<p>A ladder logic diagram for the XOR function using two sensors, E 0.4 and E 0.5. It features two parallel branches leading to a coil A 0.0. The top branch consists of a normally open contact for E 0.4 in series with a normally closed contact for E 0.5. The bottom branch consists of a normally closed contact for E 0.4 in series with a normally open contact for E 0.5.</p>	<p>A Function Block Diagram (FBD) for the XOR function. Two AND blocks are shown in parallel. The first AND block has inputs E 0.4 and E 0.5. The second AND block also has inputs E 0.4 and E 0.5. The outputs of both AND blocks are connected to an OR block. The output of the OR block is connected to a coil labeled A 0.0.</p>	<table><tr><td>LD</td><td>E 0.4</td></tr><tr><td>XOR</td><td>E 0.5</td></tr><tr><td>EQ</td><td>A 0.0</td></tr></table>	LD	E 0.4	XOR	E 0.5	EQ	A 0.0
LD	E 0.4							
XOR	E 0.5							
EQ	A 0.0							

# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

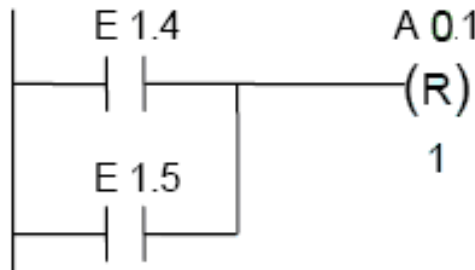
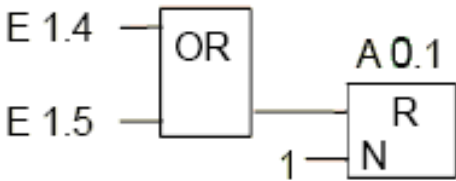
## OPERACIONES LÓGICAS CON BITS (OPERACIONES BINARIAS)

### Operaciones de memoria

#### Instrucción SET

LD	FBD	LI
		<pre>LD  E 1.2 AND E 1.3 S   A 0.1</pre>

#### Instrucción RESET

LD	FBD	LI
		<pre>LD  E 1.4 OR  E 1.5 R   A 0.1</pre>

# PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS

## OPERACIONES LÓGICAS CON BITS (OPERACIONES BINARIAS)

### ✓ Operaciones de memoria

### ✓ Flip – Flop

- ✓ También es posible programar funciones de memoria mediante los denominados bloques flip-flop S-R. o R-S. El flip-flop. dispone de dos entradas: una para la instrucción de activación S y otra para la instrucción de desactivación R.

