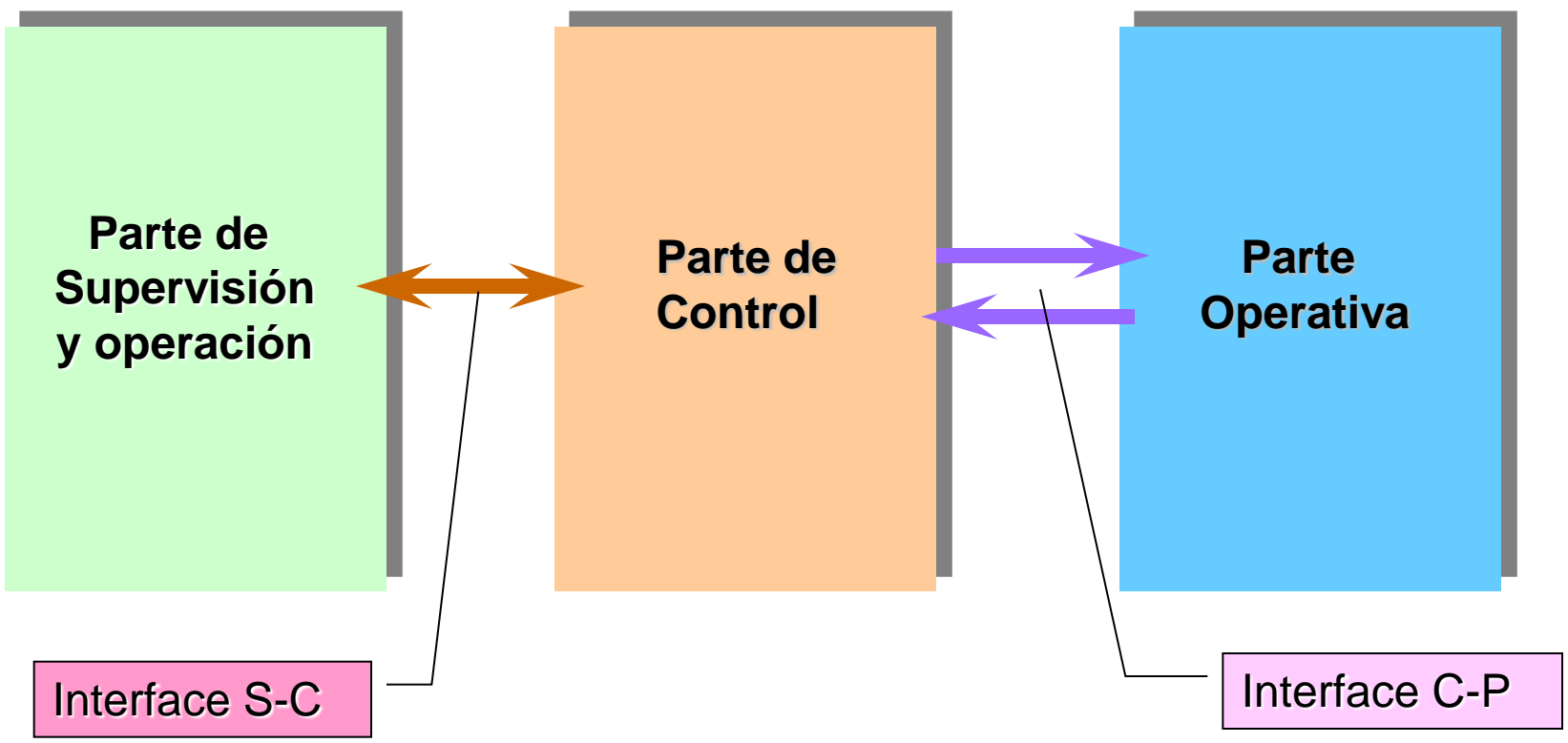


Controladores Lógicos Programables (PLC's)

Estandarización con controladores lógicos programables (*PLCs*)

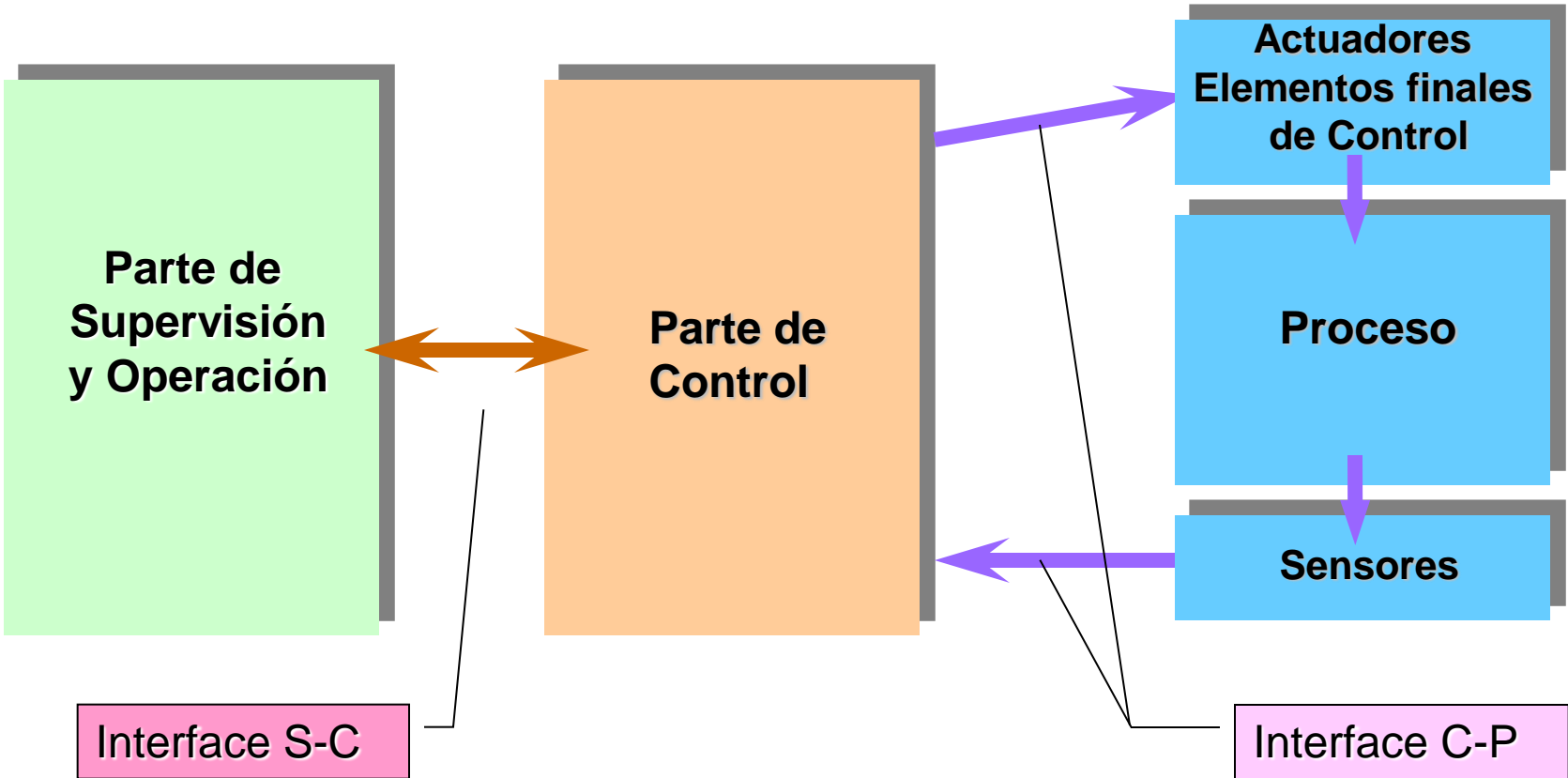


Esquema general de un sistema automatizado (I)

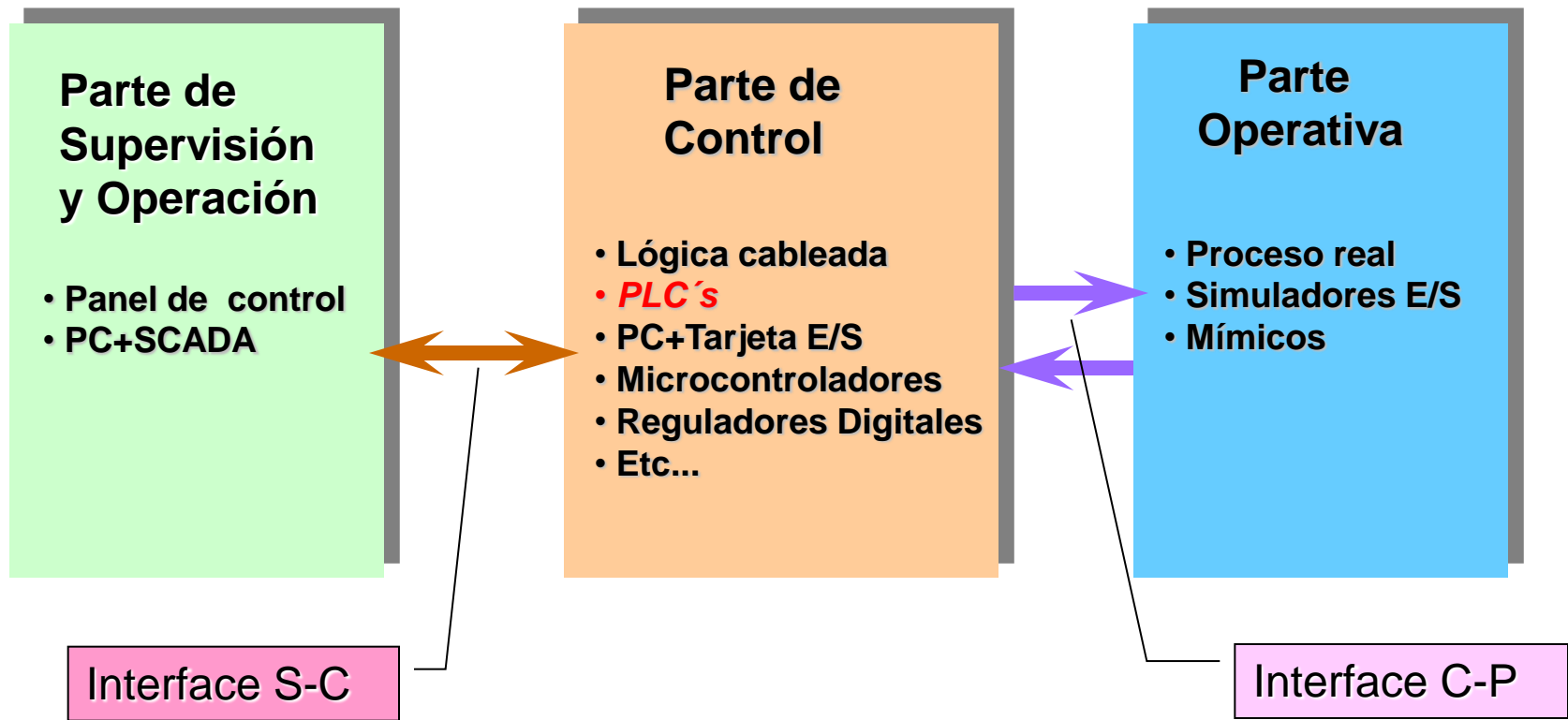




Esquema general de un sistema automatizado (II)



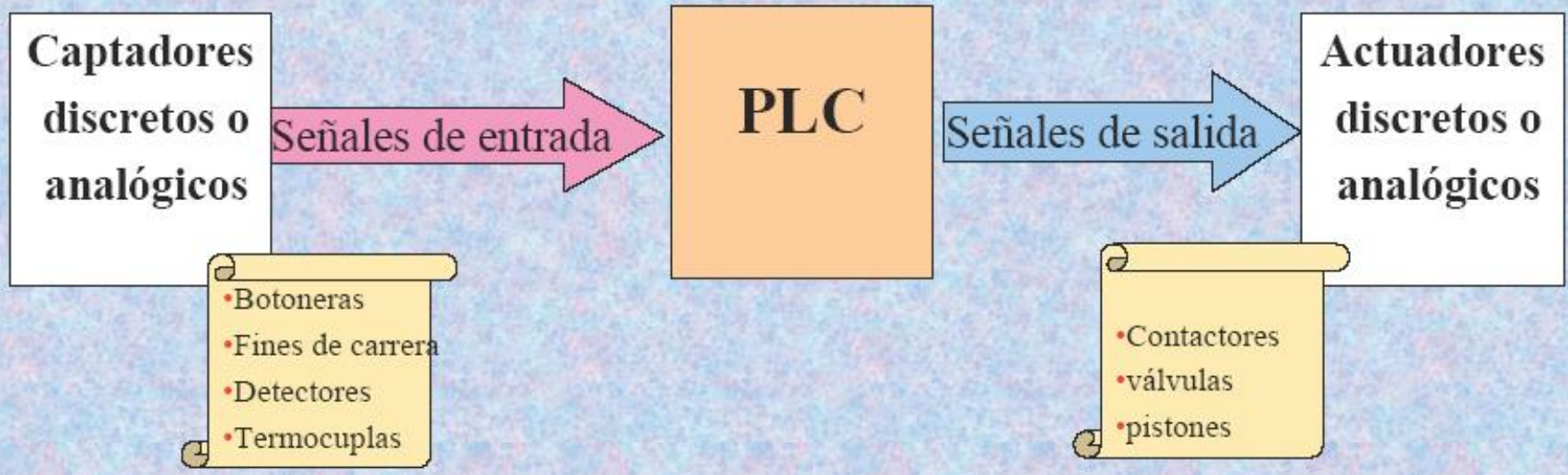
Sistema de automatización: Componentes



¿Qué es un autómata programable (PLC)?

Definición de NEMA

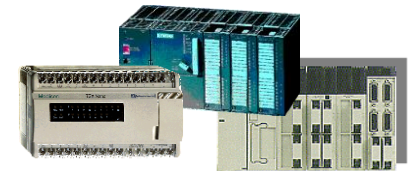
“Es un aparato *digital* electrónico con una memoria *programable* para el almacenamiento de instrucciones, que permite la implementación de funciones específicas (tales como *lógica*, secuencias, temporizados, conteos, aritmética) con el objeto de *controlar* máquinas y procesos”



¿Qué es un autómata programable (PLC)?

Definición IEC 61131

Un autómata programable (AP) 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 unas 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

¿Por Qué Surgen los Autómatas?

Justificación de los AP

Los APs surgen 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.

Aportaciones de los AP

**+ Competencia => Nuevos Modelos en
- Tiempo, + Baratos y + Calidad**

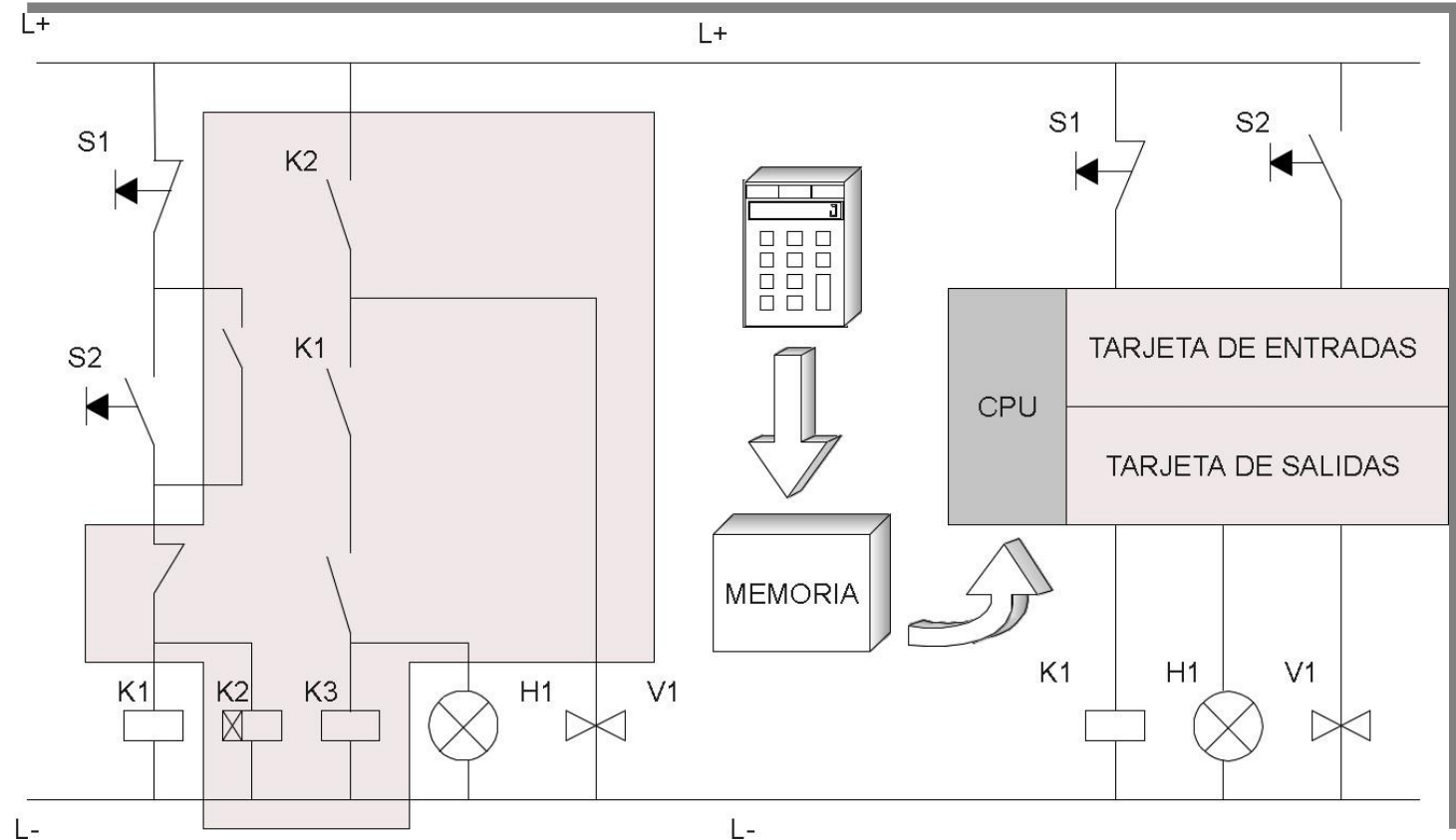
- **Concepción-Instalación**

Herramienta de fácil manejo por medio de software de programación. Facilita el trabajo en el laboratorio (independencia de ubicación proceso). Posibilidad de depuración y prueba en el laboratorio. A medio camino entre la informática y la ingeniería eléctrica. No requiere para su uso de personal altamente cualificado. Se puede reciclar fácilmente al personal de la empresa.

- **Mantenimiento**

Interface Hombre Máquina (HMI) muy potente.

Concepto gráfico de PLC

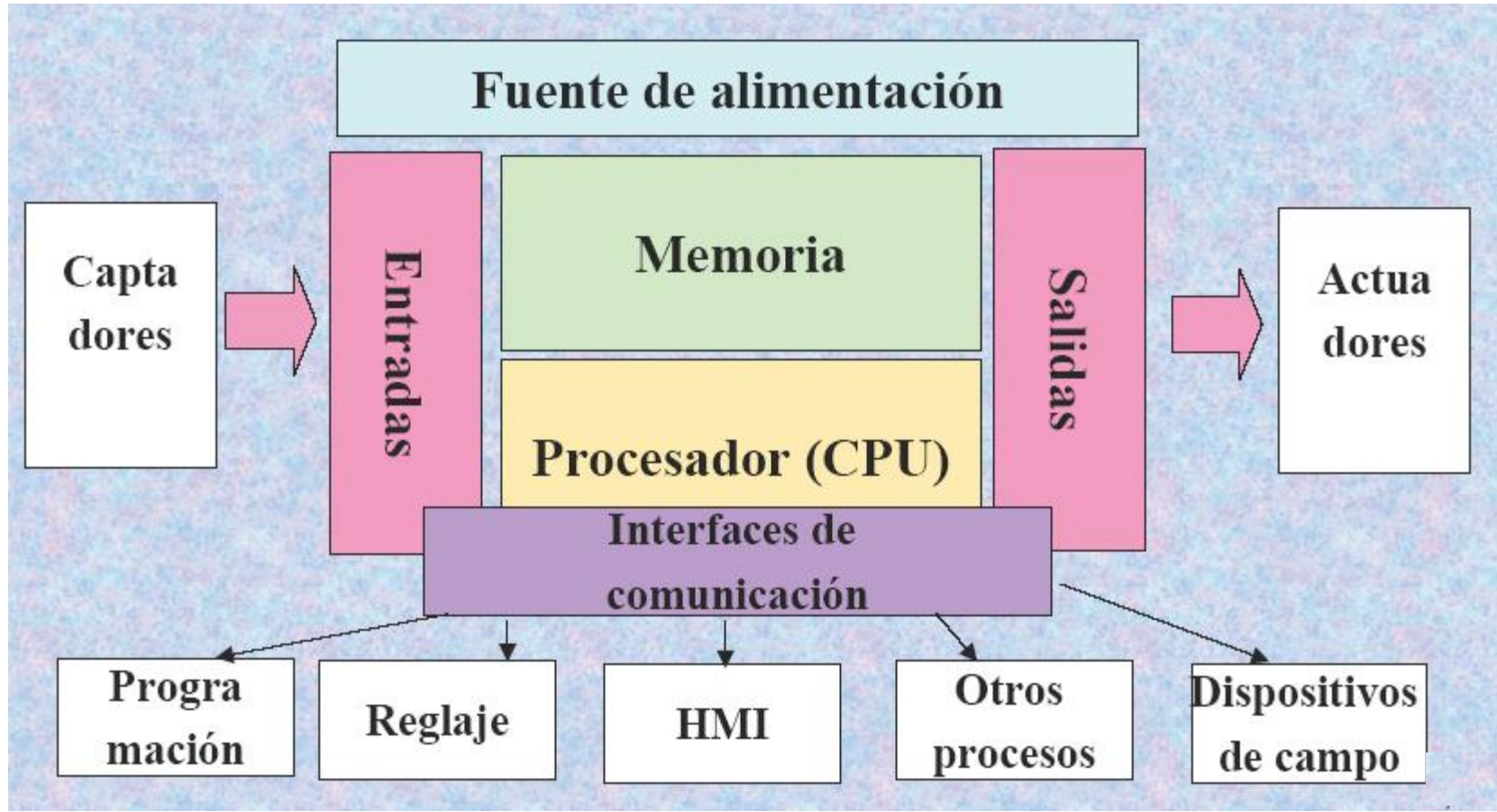


Automatismo eléctrico

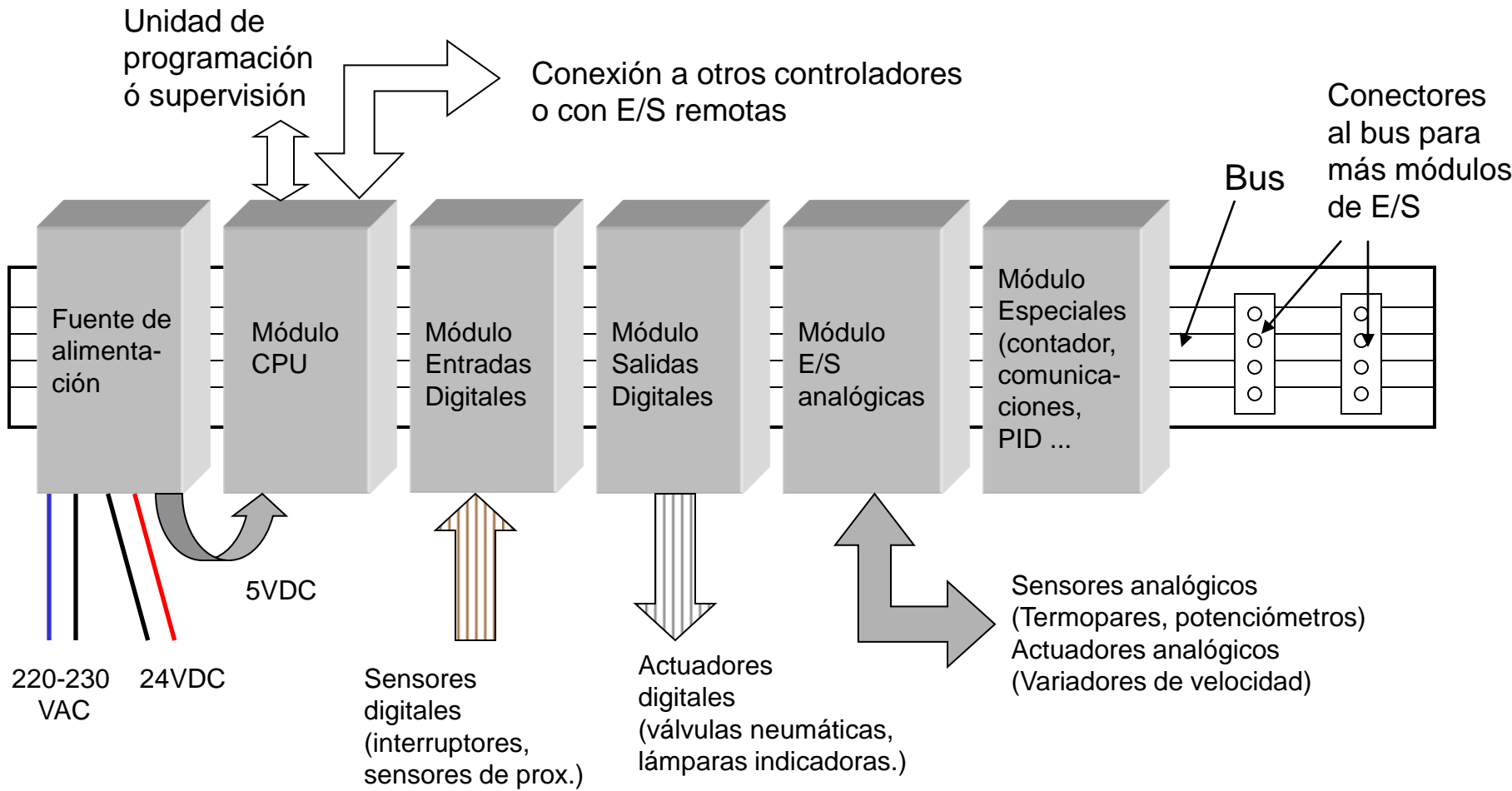
Vs.

Autómata programable

ARQUITECTURA DEL PLC



Arquitectura típica de un autómata programable



•Fuente de alimentación

Es la encargada de proveer tensión eléctrica de trabajo para los circuitos electrónicos del PLC.

•CPU Unidad Central de Procesos

Está compuesta por un microprocesador y memorias. Su función es activar las salidas en función de las entradas y el programa del usuario.

•Modulo de entradas

Adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales provenientes de los dispositivos conectados a su entrada.

•Modulo de salidas

Decodifica las señales procedentes de la CPU, las amplifica y comanda con ellas los dispositivos de salida o actuadores.

•Interfaces

Permiten la comunicación con otros dispositivos, como ser: PLC's , consolas de programación, etc.

Partes de la Memoria

• MEMORIA DE DATOS

- Guarda todos los datos (estado de bits, palabras , tiempos en curso, etc) necesarios para correr la aplicación
- Puede ser RAM o EEPROM

• MEMORIA DE PROGRAMA

- Guarda las líneas de programa
- El programa se corre en RAM pero se puede almacenar en EEPROM

• MEMORIA DE CONFIGURACION

- Guarda :
 - ✓ configuraciones del PLC y modulos (por ej. distribución de la memoria)
 - ✓ Valores fijos de variables

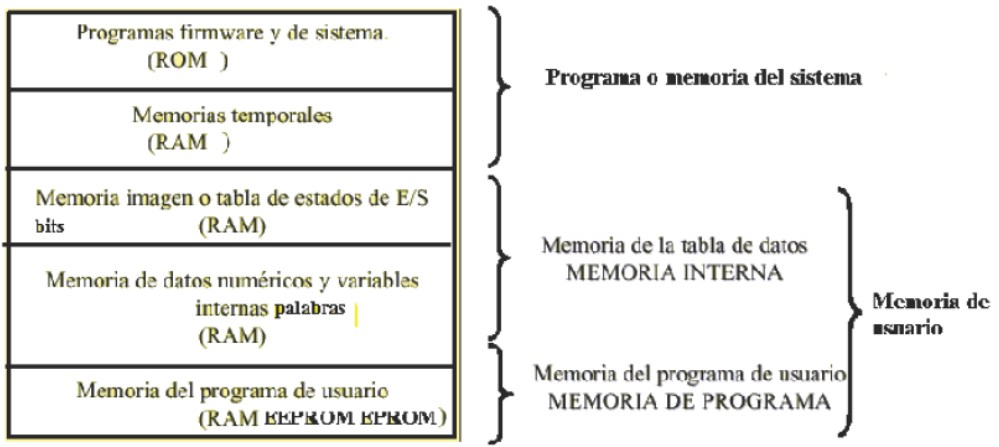
Utilización de la Memoria

- La memoria RAM se utiliza principalmente como memoria interna, y únicamente como memoria de programa en el caso de que pueda asegurarse el mantenimiento de los datos con una batería exterior.
- La memoria ROM se utiliza para almacenar el firmware del sistema, programado por el fabricante.
- Las memorias EPROM se utilizan para almacenar el programa de usuario.
- Las memorias EEPROM se emplean principalmente para almacenar programas, aunque en la actualidad es cada vez más frecuente el uso de combinaciones RAM + EEPROM, utilizando estas últimas como memorias de seguridad que salvan el contenido de las RAM. Una vez reanudada la alimentación, el contenido de la EEPROM se vuelca sobre la RAM. Las soluciones de este tipo están sustituyendo a las clásicas RAM + batería puesto que presentan muchos menos problemas.



Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas



MEMORIA	LECTURA/ESCRITURA	SÓLO LECTURA	APLICACIONES
VOLÁTIL	RAM		Datos internos Memoria Imagen E/S
NO VOLÁTIL		ROM	Monitor Intérprete
		EPROM	Programa de usuario (Lo Guarda una vez depurado)
	RAM + BATERIA RAM + EEPROM		Programa de usuario (RAM + Bateria) Datos internos mantenidos Parámetros Mas RAM + EEPROM respaldó a la RAM
		EEPROM	Programa usuario Parámetros

Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

- Se almacena el estado de las variables que maneja el autómata : entradas, salidas, contadores, relés internos, señales de estado, etc.
- Clasificación por el tipo de variables que almacena y el número de bits que ocupa la variable:
 - Posiciones de 1 bit (bits internos).
 - Memoria imagen entradas/salidas
 - Relés internos
 - Relés especiales/auxiliares
 - Posiciones de 8,16 o más bits (registros internos).
 - Temporizaciones
 - Contadores
 - Otros registros de uso general

Arquitectura interna de un autómata programable

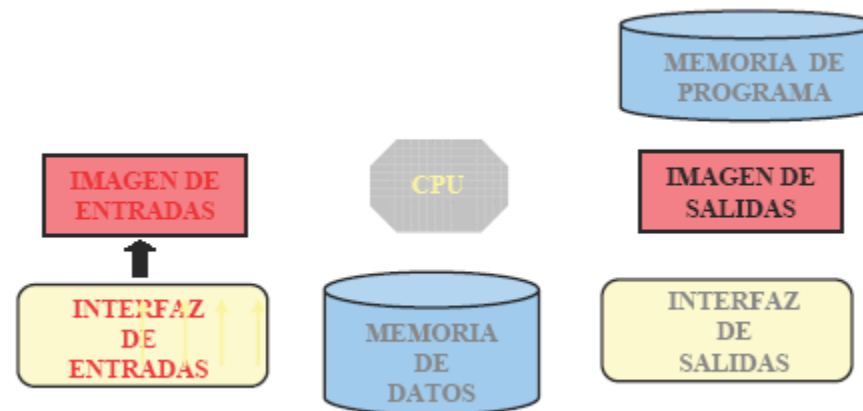
Memorias internas

- Las variables contenidas en la memoria interna pueden ser consultadas y modificadas continuamente por el programa, cualquier número de veces. RAM
- Memoria Imagen
 - Almacena las últimas señales leídas en la entrada y enviadas a la salida, actualizándose tras cada ejecución completa del programa.

Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

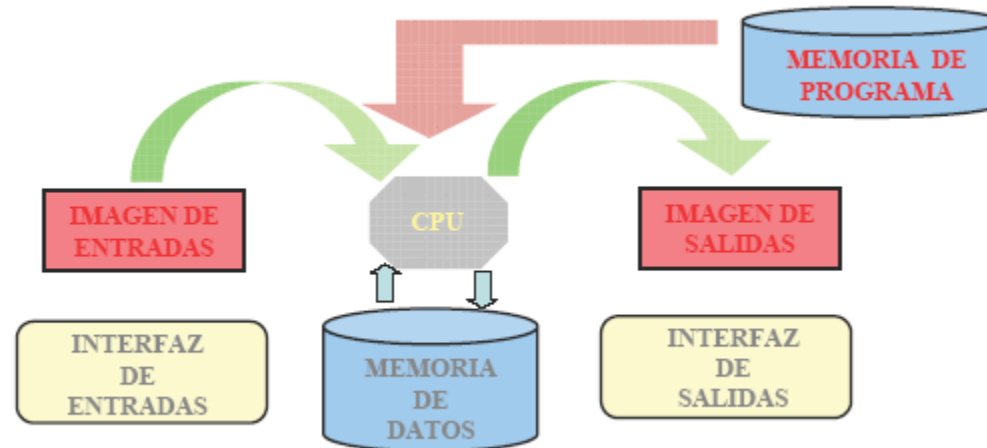
- Ciclo de tratamiento de las señales de entrada/salida a través de las memorias imagen:
 - Antes de la ejecución del programa de usuario, la CPU consulta los estados de las entradas físicas y carga con ellos la memoria imagen de entradas



Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

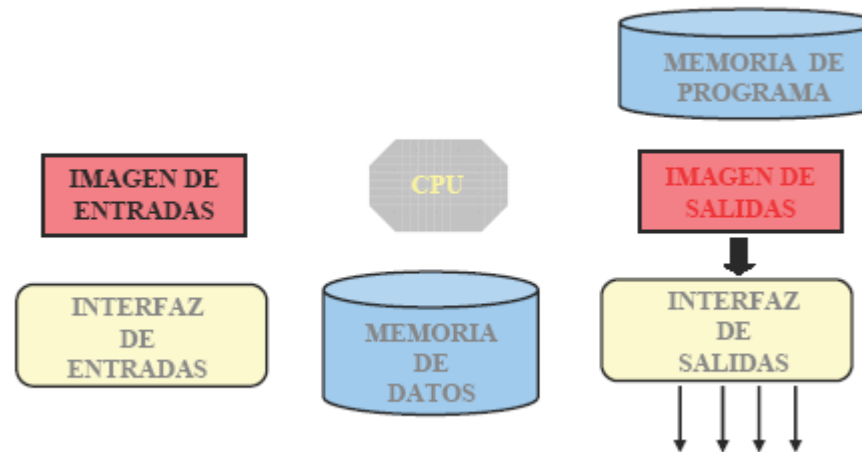
- Durante la ejecución del programa de usuario, la CPU realiza los cálculos a partir de los datos de la memoria imagen y del estado de los temporizadores, contadores y relés internos. El resultado de estos cálculos queda depositado en la memoria imagen de salidas.



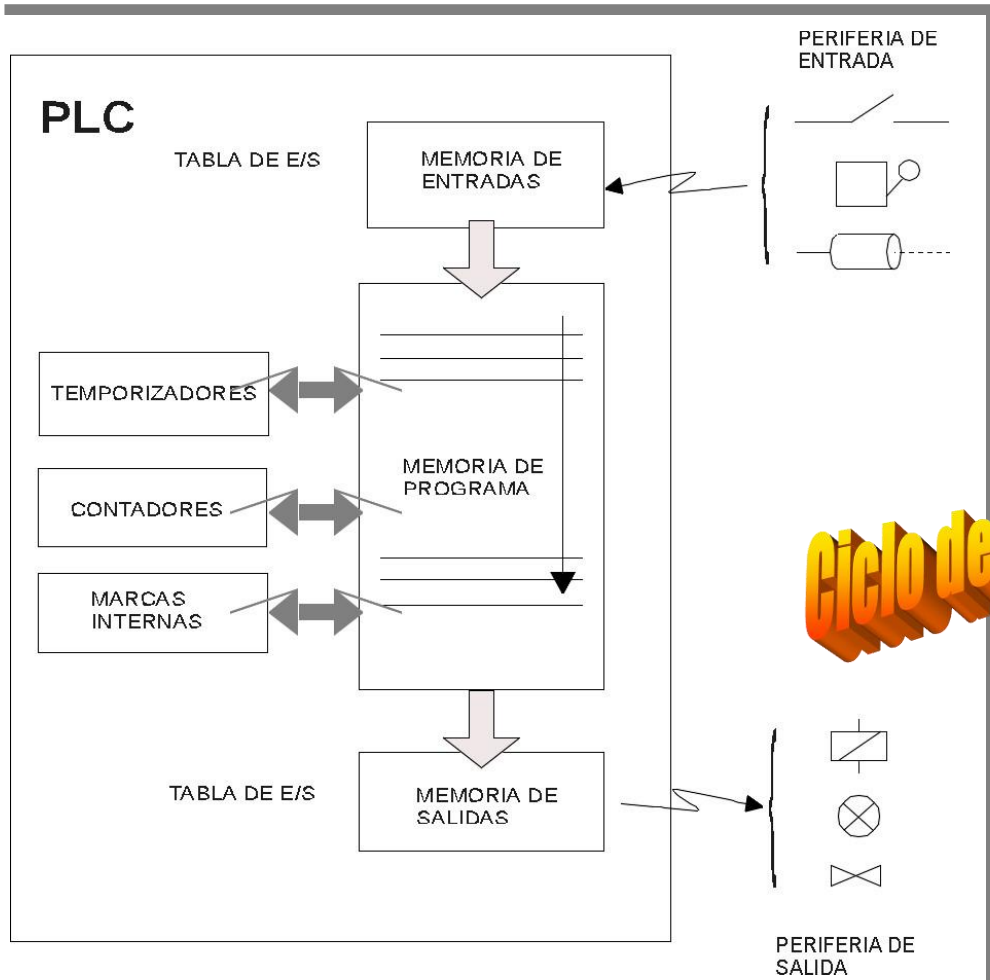
Arquitectura interna de un autómata programable

Memorias internas

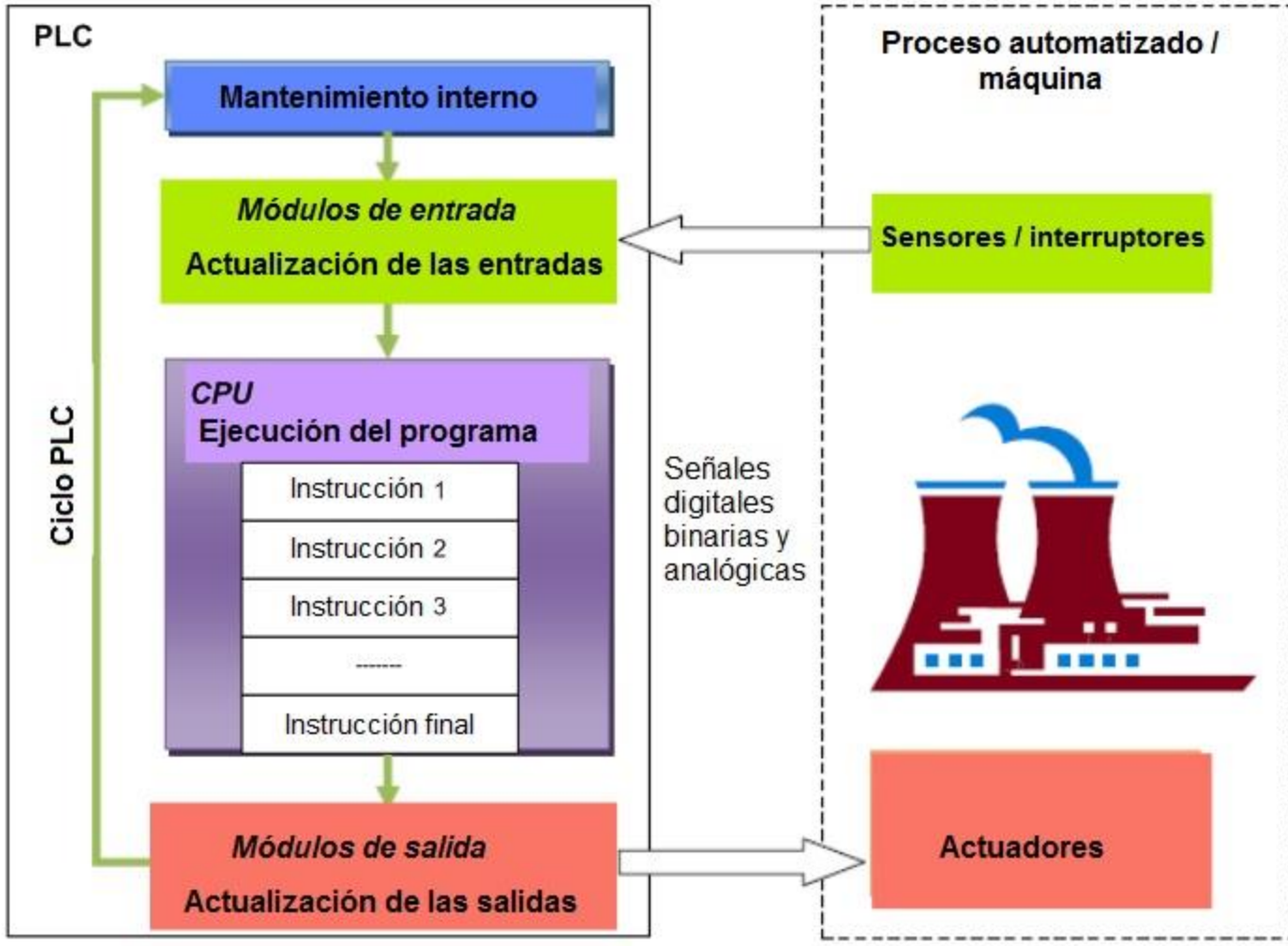
- Finalizada la ejecución, la CPU transfiere a las interfaces de salida los estados de las señales contenidos en la memoria imagen de salidas, quedando el sistema preparado para comenzar un nuevo ciclo



¿Cómo trabaja un PLC?



¿Cómo trabaja un PLC?



Ciclo de funcionamiento del autómata

Modos de operación

Un autómata que este bajo tensión puede mantenerse en alguno de los tres modos siguientes:

-RUN:

El autómata ejecuta el programa de usuario que esta ubicado en la memoria con normalidad

o Las salidas evolucionan a ON o a OFF según el estado de las entradas y las ordenes del programa, y los contadores o temporizadores operan con normalidad.

Ciclo de funcionamiento del autómata

-STOP:

La ejecución del programa se detiene por orden del usuario, sucediendo lo siguiente:

- o Las salidas pasan a OFF y las posiciones internas, contadores y temporizadores guardan su estado en memoria interna.

- o Cuando se pasa nuevamente a RUN todas las posiciones internas pasan a cero excepto las protegidas contra las pérdidas de tensión.

- o Se utiliza normalmente para servicios de mantenimiento o de diagnóstico, congelando el funcionamiento del autómata sin pérdida de la información contenida en él.

Ciclo de funcionamiento del autómata

-ERROR:

El autómata detiene la ejecución debido a un error de funcionamiento y queda bloqueado hasta que se corrige el error.

- o Las salidas pasan a OFF.
- o Sale por reset (alimentación, cpu o consola programación)

-El modo de operación del autómata puede ser elegido desde el equipo de programación enviando las instrucciones adecuadas, o desde un conmutador situado en la CPU.

- Tras la puesta en tensión, el autómata pasa a RUN o a STOP según el modelo y la configuración del mismo.

Estados de operación de LOGO!

En LOGO! se prevén 2 estados de operación: STOP y RUN

STOP	RUN
<ul style="list-style-type: none"> • Se visualiza 'No Program' (excepto en LOGO! ...RCo) • LOGO! conectado al modo de servicio 'Programación' (excepto en LOGO! ...RCo) • Luce el LED rojo (sólo en LOGO! ...RCo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se visualiza la máscara para observar las entradas y salidas (tras START en el menú principal) (excepto en LOGO! ...RCo) • LOGO! conectado al modo de servicio 'Programación' (excepto en LOGO! ...RCo) • Luce el LED verde (sólo en LOGO! ...RCo)
<p>Acciones de LOGO!:</p> <ul style="list-style-type: none"> • no son leídas las entradas, • no es procesado el programa y • están siempre abiertos los contactos de relé o desconectadas las salidas de transistor 	<p>Acciones de LOGO!:</p> <ul style="list-style-type: none"> • LOGO! lee el estado de las entradas, • LOGO! calcula mediante el programa el estado de las salidas y • LOGO! activa o desactiva los relés/salidas de transistor

Tipos de PLC

Relé inteligente:

- 20 E/S digitales
- Muy pequeño
- Sólo funciones lógicas
- Sin ampliaciones
- Terminal incorporada



Marca: Allen Bradley

PLC compacto:

- Cant de E/S fijas
- Ampliación por modulo fijo
- Diferentes lenguajes



Marca: Modicon

PLC Modular:

- Cantidad de E/S variable
- Posibilidades de ampliación
- Tratamiento avanzado



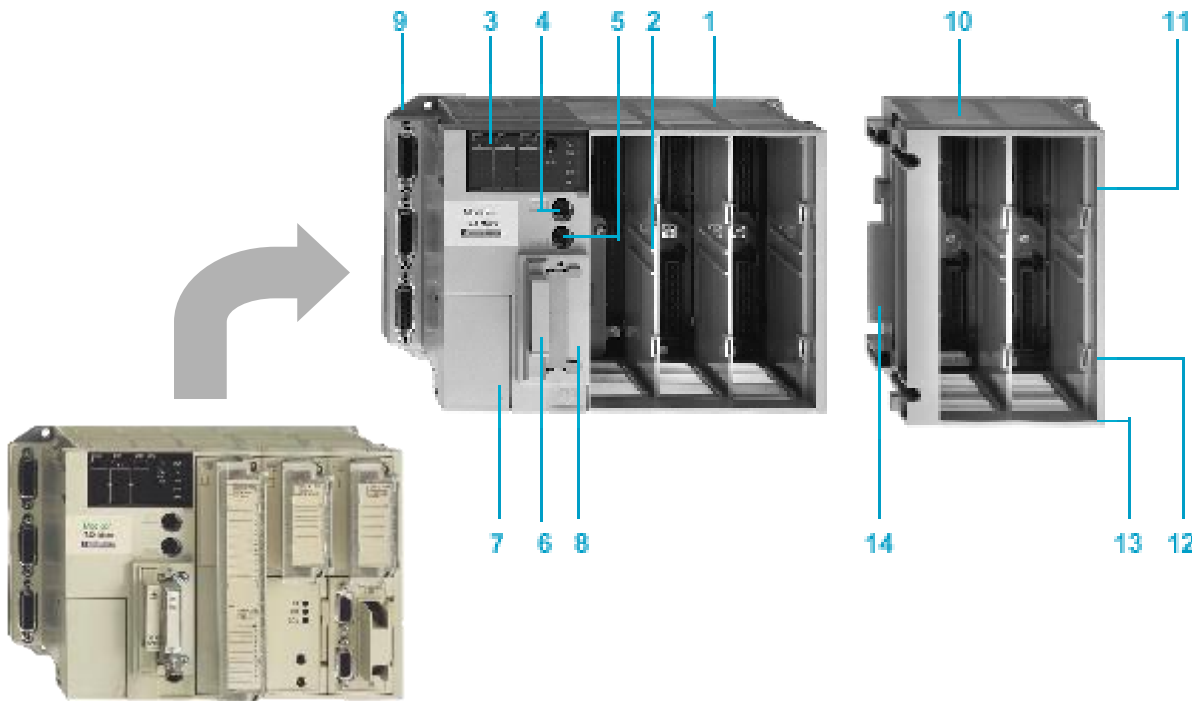
Marca: Modicon

Ejemplo de arquitectura (I)

Descripción

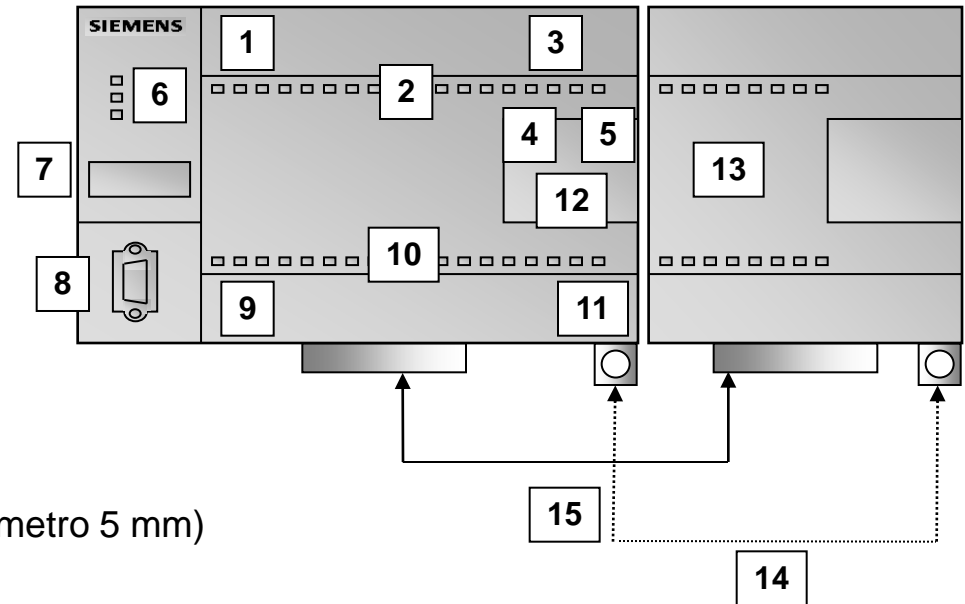
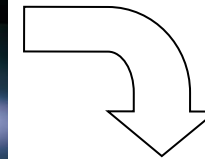
Los autómatas TSX 37-21/22 y el minirack de ampliación TSX RKZ 02 incluyen:

- 1 Rack básico con 3 emplazamientos disponibles (posiciones 1 a 6).
- 2 Emplazamiento para un módulo de formato estándar.
- 3 Bloque de visualización centralizada.
- 4 Toma de terminal con referencia TER.
- 5 Toma de diálogo de operador con referencia AUX.
- 6 Emplazamiento para tarjeta de ampliación de memoria.
- 7 Trampilla de acceso a las bornas de alimentación.
- 8 Emplazamiento para un acoplador de comunicación.
- 9 Conectores para las funciones analógicas y de conteo integradas para TSX 37-22.
- 10 Minirack de ampliación con 2 emplazamientos disponibles (posiciones 7 a 10).
- 11 Piloto indicador de tensión \approx 24 V.
- 12 Bornas de alimentación protegidas con una tapa extraíble, para conectar una alimentación auxiliar \approx 24 V en el caso de autómatas alimentados a \sim 100/240 V.
- 13 Borna de masa.
- 14 Conectores de conexión al autómata básico (bus fondo de rack y continuidad de masa).



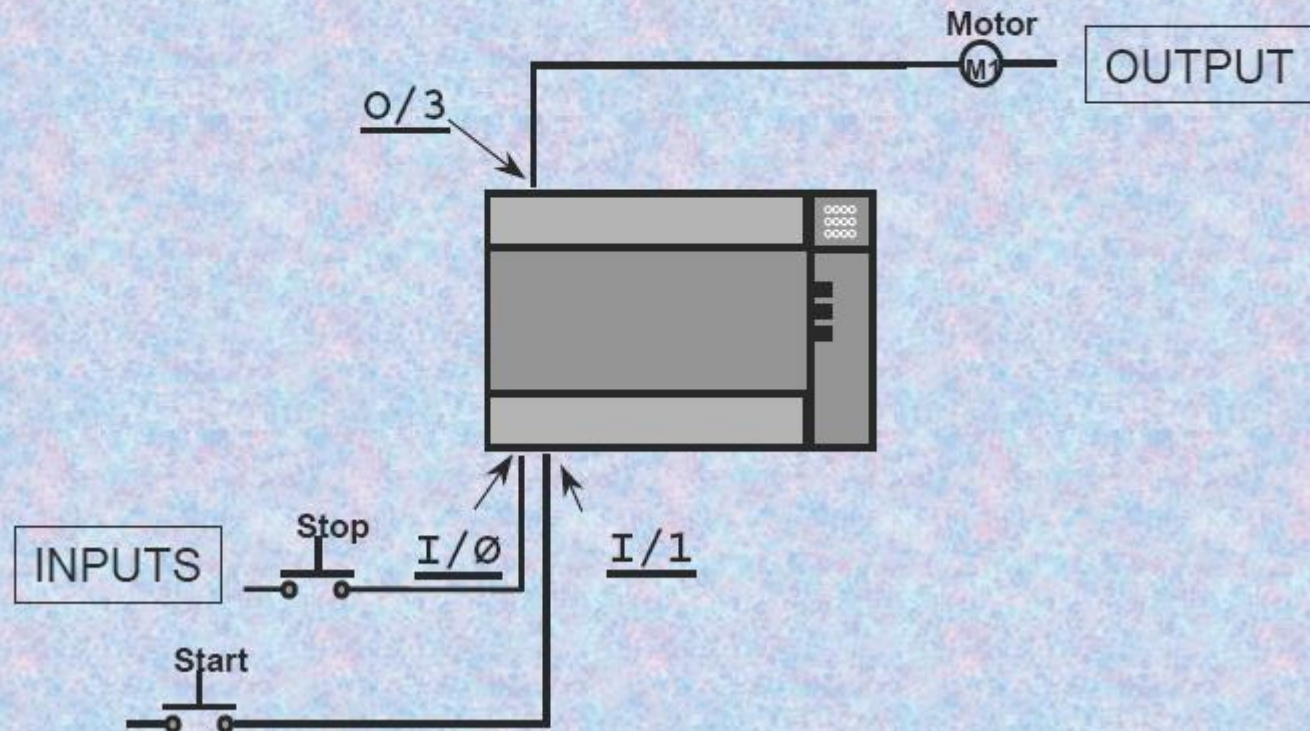
Ejemplo de arquitectura (II)

1. Salidas digitales integradas
2. LEDs de estado de las salidas digitales
3. Terminales de alimentación
4. Conmutador Stop/Run
5. Conector para el cable de ampliación
6. LEDs de estado de la CPU
7. Ranura para el cartucho de memoria
8. Puerto de comunicaciones (p. Ej. PPI)
9. Entradas digitales integradas
10. LEDs de estado de las entradas digitales
11. Fuente de alimentación integrada
12. Potenciómetros integrados
13. Módulo de ampliación
14. Fijadores para tornillo (DIN métrica M4, diámetro 5 mm)
15. Pestaña de fijación

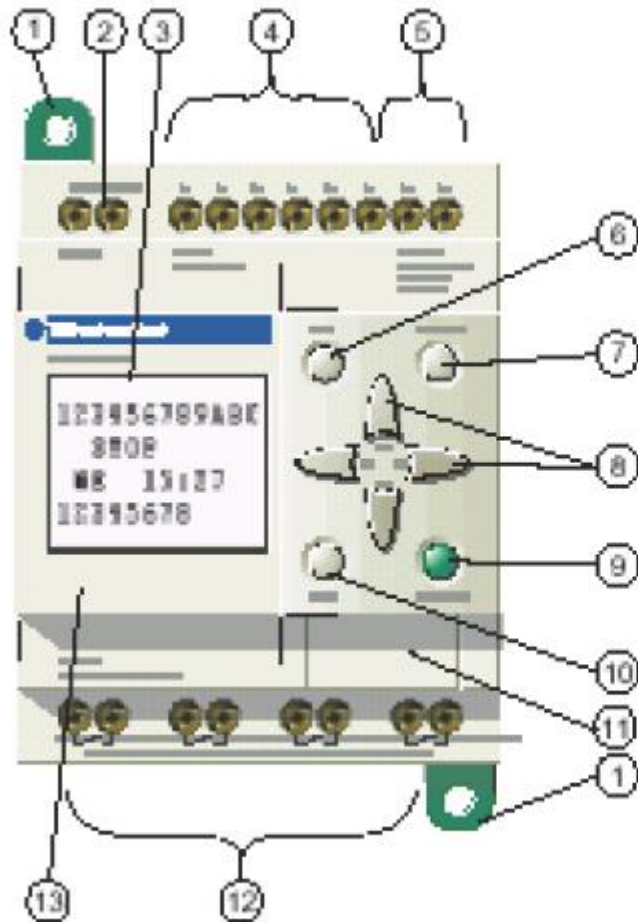


PLC Compacto

La fuente, las entradas, las salidas y el puerto de comunicaciones está contenidas en un solo bloque. Algunos PLC's compactos permiten expandir entradas y/o salidas.



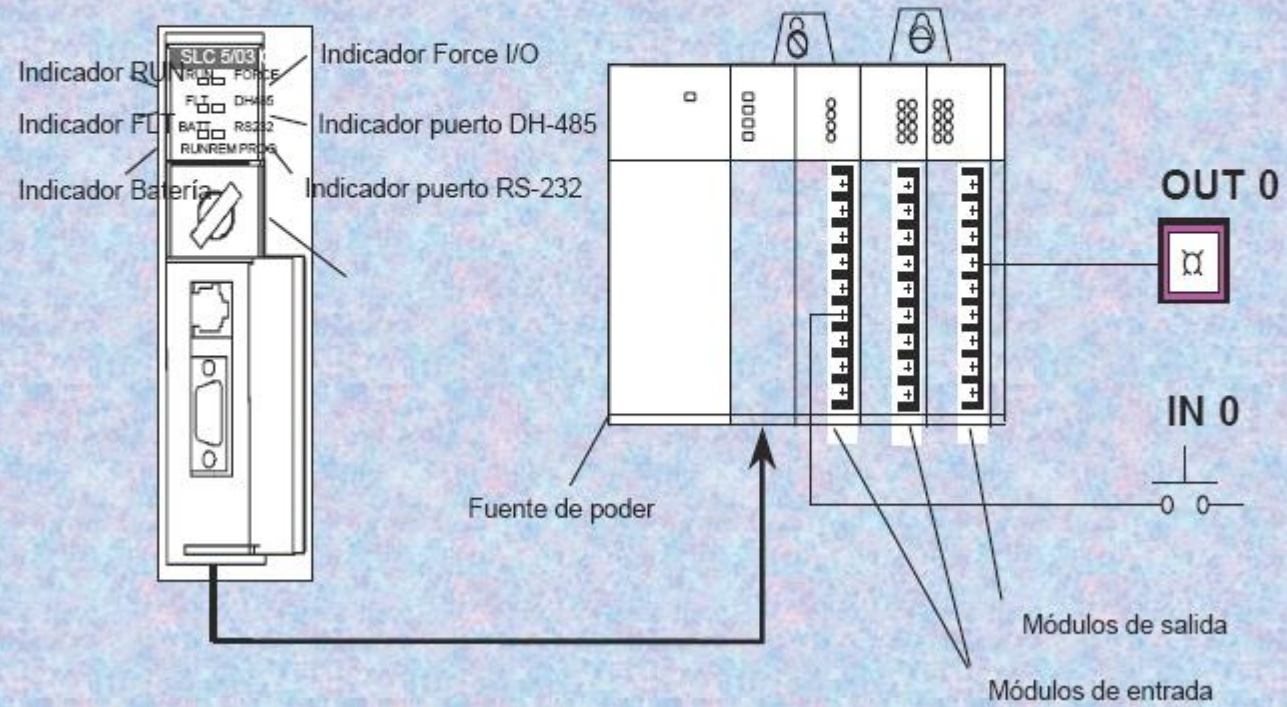
PLC Compacto



- 1 - Patillas de fijación retráctiles
- 2 - Alimentación 24 VCC en SR1 ____BD, 100/240 VCA en SR1 ____FU
- 3 - Pantalla LCD, 4 líneas, 12 caracteres
- 4 - Regleta de terminales con tornillos de las entradas 24 VCC en SR1 ____BD, 100/240 VCA en SR1 ____FU
- 5 - En SR1 ____BD entradas analógicas 0-10 voltios utilizables en TOR 24 VCC
- 6 - Botón de suprimir
- 7 - Botón de inserción de línea
- 8 - Botones de navegación o después de configuración botones pulsadores Z
- 9 - Botón de selección y validación
- 10 - Botón de escape
- 11 - Emplazamiento memoria de archivo o cable de conexión a un PC
- 12 - Regleta de terminales salidas relés
- 13 - Emplazamiento para etiqueta modificable

PLC Modular

Esta formado por módulos. Se arma sobre una base sobre la cual se instalan la CPU, la fuente de alimentación, módulos de entrada y salida y otros periféricos.



Controladores eléctricos y programables



Controladores eléctricos y programables: Campo de aplicación



Contadores Auxiliares

- Múltiples contactos
- Enclavable
- Lógica funcional única

Relés

- Adaptación de nivel y aislamiento eléctrico desde / para SIMATIC
- Conexión de pequeñas cargas monofásicas



Temporizadores

- Retardo a la conexión: Arranque de motores paso a paso con supresión de interferencias
- Retardo a desconexión: Funciones de llave
- Estrella-Triángulo: Arranque retardado de motores con intervalos de conexión de 50ms
- Multi-función: Flexible para toda aplicación, hasta 8 funciones integradas
- Contactores de acción positiva: para circuitos seguros de categoría 2.
- Contactores dorados:



Programador lógico

- Edificios:
 - Control de Iluminación
 - Ventiladores
 - Control de Acceso
 - Equipos de seguridad
- Industria:
 - Bombas/Compresores
 - Armarios
 - Control puertas
 - Sistemas de alimentación
 - Plataformas elevadoras
 - Control secuencial
 - Control de nivel
 - Control de válvulas
 - Plantas de llenado
 - Plantas de vaciado
 - Sistemas de transporte



Micro-PLC

- Edificios y construcción:
 - Ascensores, posicionadores
 - Elevadores
- Industria (máquina herramienta):
 - Empaquetado y envasado
 - Maquinaria textil
 - Tratamiento de alimentos
 - Máquinas de corte
 - Paneles, displays
 - Atornilladores
 - Prensado y
 - Fabricación de ladrillos
 - Pintura
 - Telecontrol
 - Sistemas de esterilización
 - Equipos de laboratorio
 - Máquinas de lavado

Limitaciones en el Entorno de un AP

Limitaciones en el Entorno Industrial

Los APs surgen como máquinas eléctricas diseñadas para trabajar en un entorno industrial hostil.

• Ambiente Físico y Mecánico

Vibraciones y Choques -> afectan a contactos y soldaduras

Humedad > 80% -> condensaciones -> acelera corrosión

Humedad < 35% -> potenciales eléctricos -> alteración de la lógica de control

Temperatura elevada o baja -> afecta a la electrónica

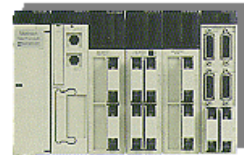
Solución = Aislamiento y estabilización térmica y de humedad



• Polución Química

Gases corrosivos, Vapores de Hidrocarburos, Polvos Metálicos, Minerales -> corrosiones en circuitos, potenciales, cortocircuitos,...

Solución = Aislamiento en cajas estancas y barnizado de circuitos impresos



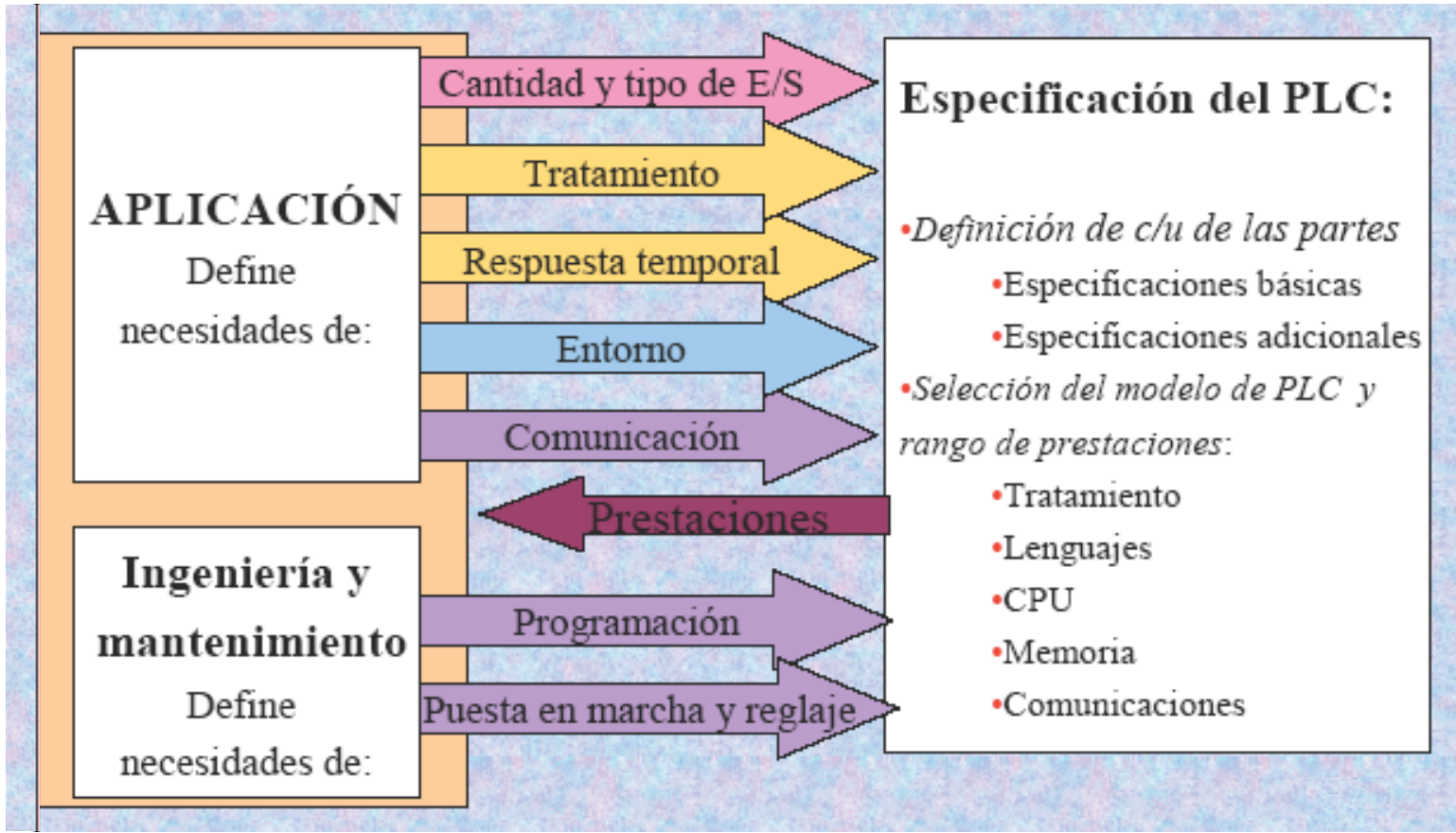
• Perturbaciones Eléctricas

f. e. m. generadas por temperaturas, reacciones químicas,

interferencias electromagnéticas -> lecturas erróneas en entradas y evaluación aleatoria de la lógica de control.

Solución = Protección electromagnética.

Especificación de PLC

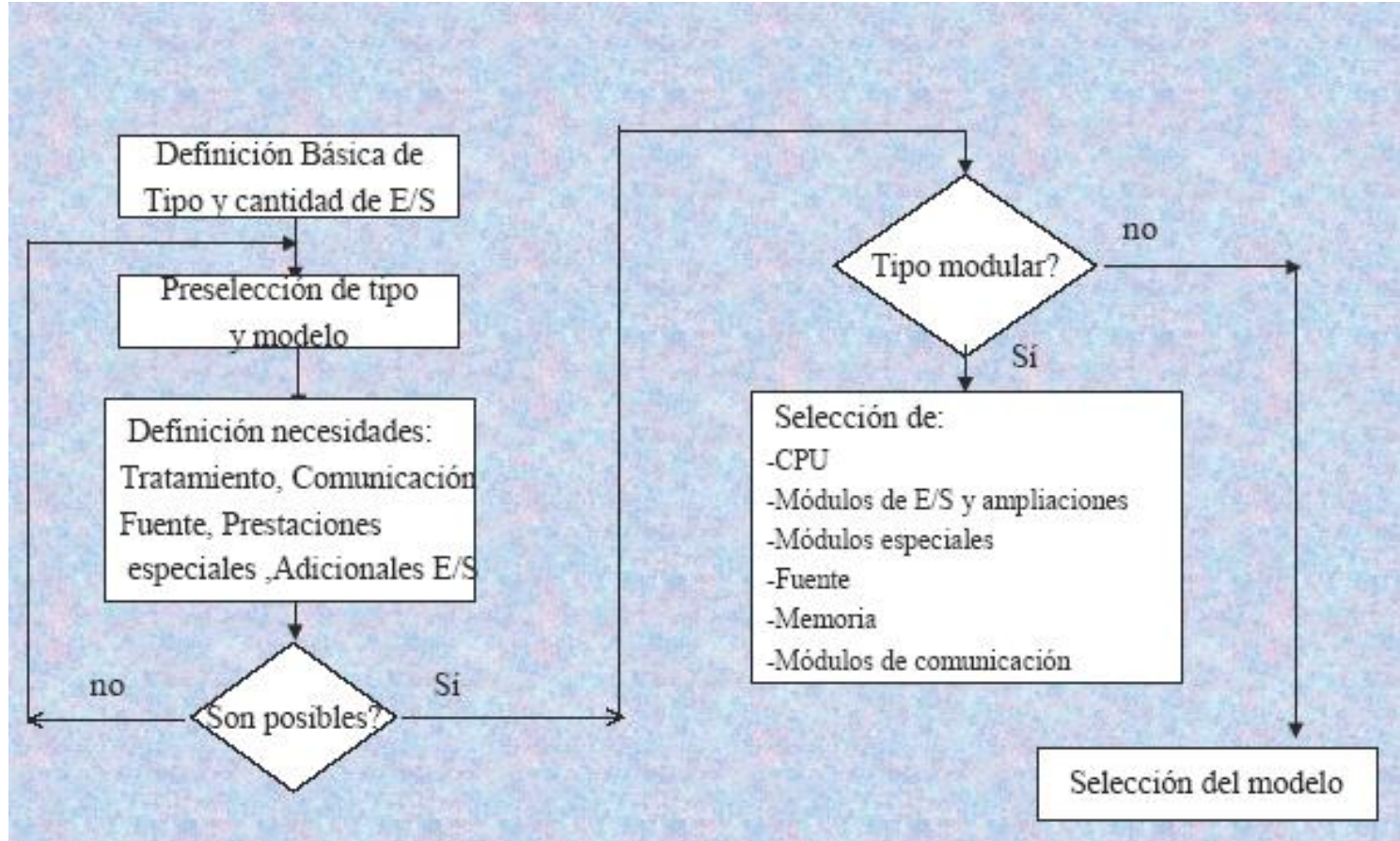


Especificación de PLC

- **Por tamaño**
 - ✓ Clasificación variable según fabricante
 - **Micro: menos de 32 I/O**
 - **Small: menos de 128 I/O**
 - **Medium: menos de 1024 I/O**
 - **Large: mas de 1024 I/O**

- **Por disposición**
 - **Relé Inteligente**
 - **Compacto**
 - **Modular**

Especificación de PLC



Especificación de E/S Digitales

- Cantidad y tipo de entradas digitales

- ✓ Modularidad (4,8,16,32,64)
- ✓ Cantidad de entradas por común
- ✓ Con o sin protección eléctrica incorporada
- ✓ Rápidas o normales (con filtro antiparásito)

- Cantidad y tipo de salidas digitales

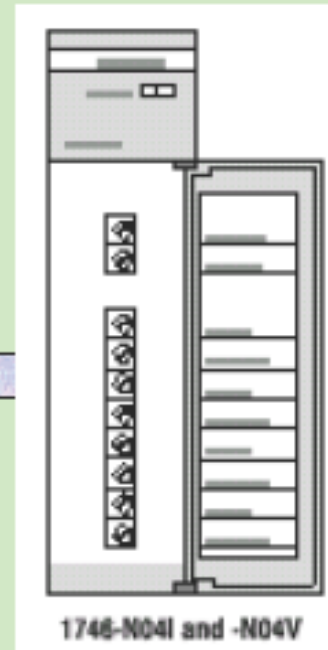
- ✓ A relé, transistor, Triac (depende del actuador)
- ✓ Tensión y consumo (necesidad de relés intermedios)
- ✓ Modularidad (4,8,16,32)
- ✓ Cantidad de salidas por común
- ✓ Con o sin protección eléctrica incorporada



Especificación de E/S Analógicas

- Cantidad y tipo de entradas analógicas
 - ✓ 4-20 mA, 0-10 V, termocupla, etc.
 - ✓ Resolución en bits (8, 12, 16) con o sin signo
 - ✓ Modularidad(1,2,4,8,16)
 - ✓ Con o sin multiplexado de conversor A/D
 - ✓ Con indicación de alarma o nivel
 - ✓ Con tratamiento de señal

- Cantidad y tipo de salidas analógicas
 - ✓ 4-20 mA, 0-10 V, etc.
 - ✓ Resolución en bits (8, 12, 16) con o sin signo
 - ✓ Modularidad (2,4,8,16)
 - ✓ Con o sin protección



Módulos de Comunicación

Serie ASCII:

Sin protocolo para comunicar periféricos (impresora, modem)

- Cantidad de ports
- Tipo de ports (RS232, RS485)



Modulo ASCII PLC5

Red:

- Utilizan un protocolo
- redes propietarias: Modbus, Uni Telway, Sinec, Data Highway
- Fieldbus: Foundation Fieldbus, Profibus, WorldFIP, ControlNet, CAN, Device-Net, ASi, etc
- Alta Velocidad: Ethernet y similares

E/S distantes:

- Para transmitir señales a distancia via:
 - Fibra óptica
 - Radio
- Utilizan protocolos propietarios gral. No accesibles



Modulo IEN PLC5

Especificación de Módulos de E/S Especiales

Conteo:

- Cantidad de entradas
- Frecuencia de conteo C/s alarmas
- C/s tratamiento
- C/s salidas digitales

Posicionamiento y ctrl de eje

- Cantidad de E/S
- Complejidad del tratamiento
- Cantidad de ejes

PID:

- Funciones de control
- Cantidad de lazos
- Tipos de señal
- Programación

Coprocador

Realiza una parte del programa

- E/S
- tratamiento
- Tipo de CPU
- Memoria



Modulo coprocador PLC5

BCD

- De entrada o salida
- Cantidad de dígitos
- C/s tratamiento

Especificación Procesador, Memoria y Fuente

- **Procesador definido por capacidad de módulos y expansiones**

- Necesidades de tratamiento
 - ✓ Velocidad. Tiempo de Scan. Watch Dog
 - ✓ Tipo (lógico, aritmético)
 - ✓ Variables
 - Tipo: Bit- Byte – Palabras de 16 o 32 bits- Tablas- Bloques
 - Existencia de variables sistema
 - Cantidad de módulos de función (temporizadores, contadores, aritméticos...)
 - Constantes
 - Cantidad y tipo de variables internas
 - ✓ Monotarea o multitarea
 - ✓ Organización en bloques
- Lenguajes disponibles
- Necesidad de comunicación incorporada

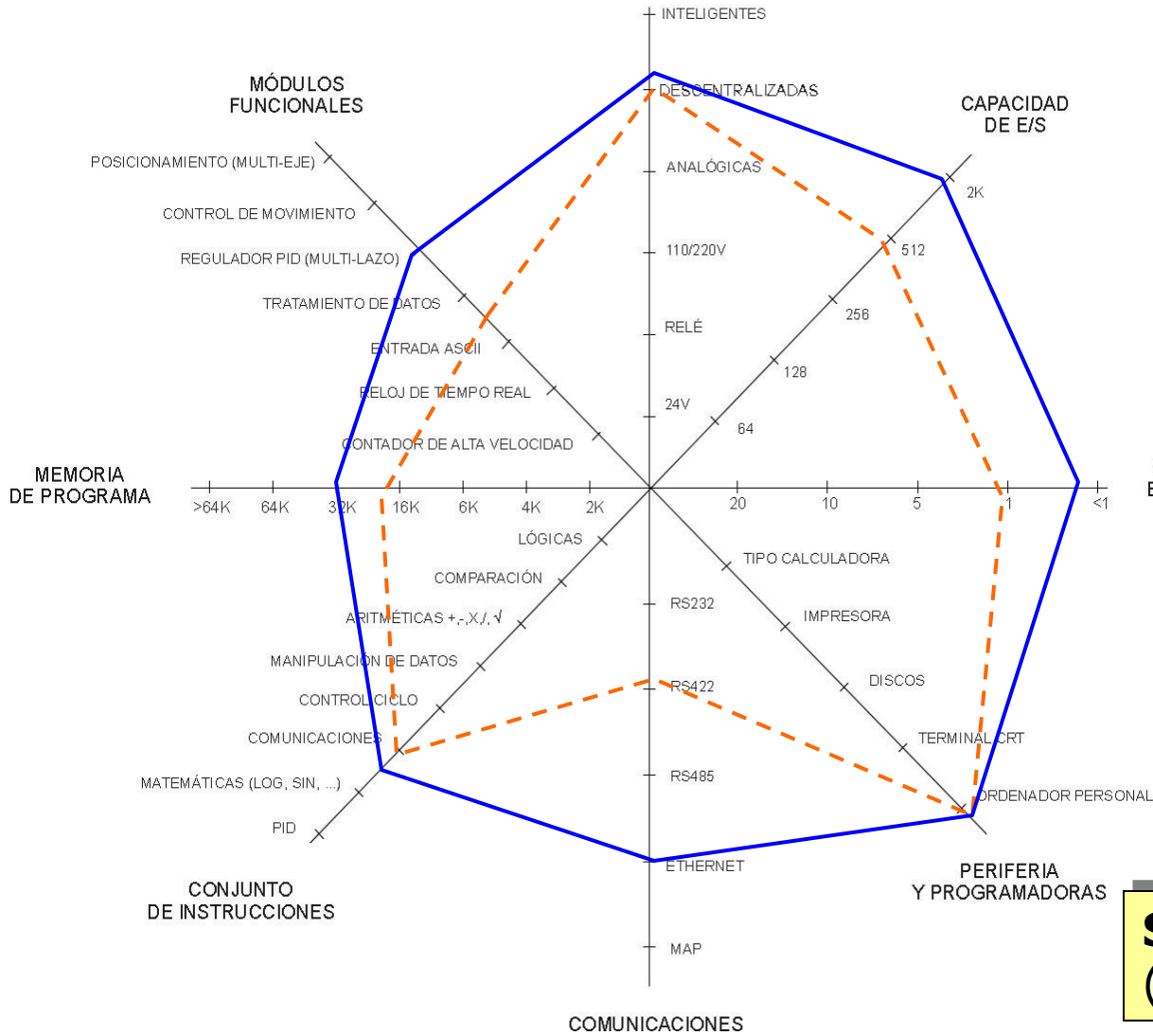
- **Memoria**

- ✓ Capacidad total y posibilidades de distribución en áreas
- ✓ Posibilidad de resguardo
- ✓ Posibilidad de cartucho externo
- ✓ Pila de Back-up

- **Fuente**

- Se define al final
- ✓ Tensión y capacidad
 - ✓ Protección eléctrica

CARACTERÍSTICAS DE E/S



Características del PLC-X

Especificaciones del sistema

CICLO DE EJECUCIÓN
ms/K

PLC válido!!

Selección de un PLC
(criterios cuantitativos)

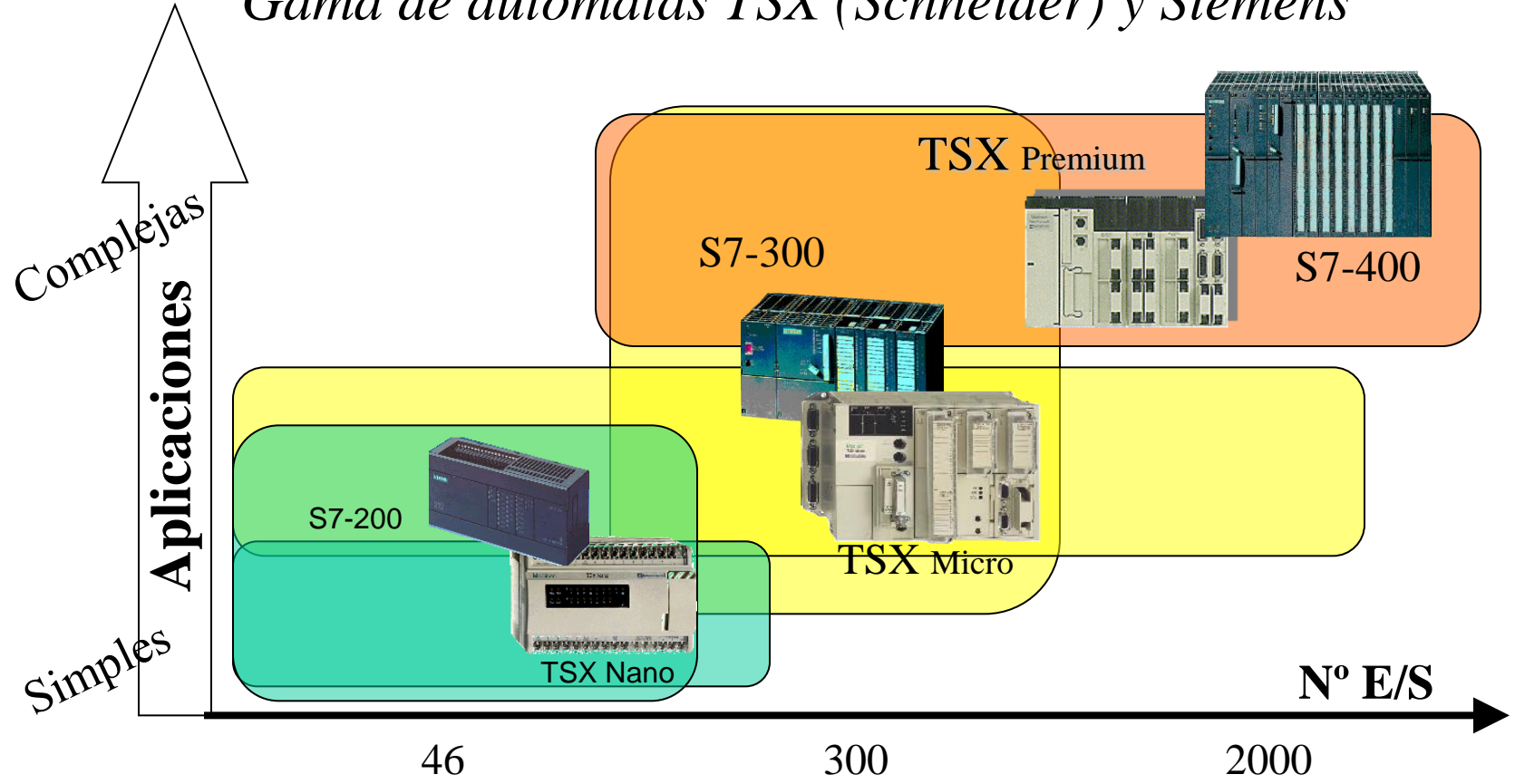
Selección de un PLC (criterios cualitativos)

- Ayudas al desarrollo de programas
- Fiabilidad del producto
- Servicios del proveedor
- Normalización en planta
- Compatibilidad con equipos de otras gamas
- *Costo*
- Previsión de repuestos

**Son las más importantes
en la elección del PLC**

Tipos de PLCs en distintos fabricantes

Gama de autómatas TSX (Schneider) y Siemens



Elementos de programación

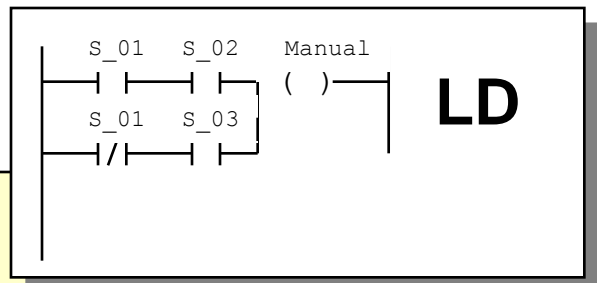
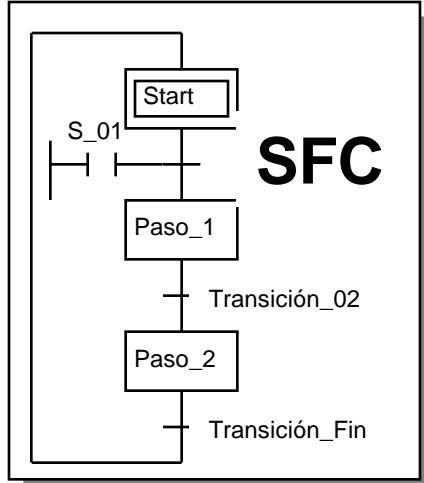
4 Lenguajes de programación + Grafcet (SFC)

- Lenguajes gráficos
 - Diagrama de escalera (“Ladder Diagram”, **LD**)
 - Diagrama de Bloques Funcionales (“Function Block Diagram, **FBD**)
- Lenguajes literales
 - Lista de instrucciones (“Instruction List”, **IL**)
 - Texto estructurado (“Structured Text”, **ST**)

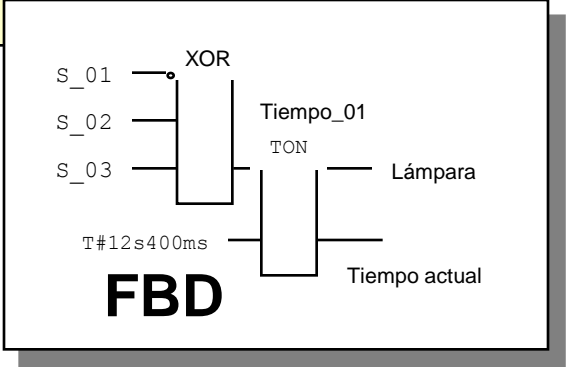
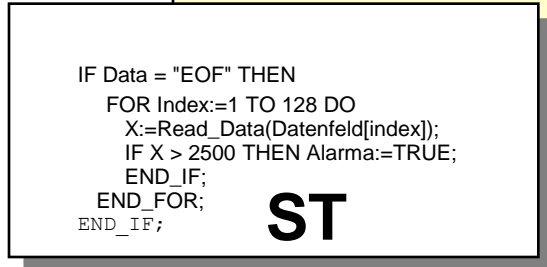
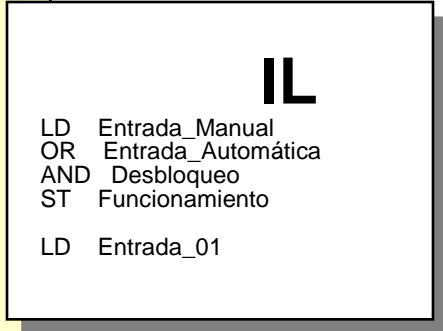
La selección del lenguaje de programación depende de la experiencia del programador, de la aplicación concreta, del nivel de definición de la aplicación, de la estructura del sistema de control y del grado de comunicación con otros departamentos de la empresa...



Lenguajes de programación



Programación con lenguajes conocidos de PLC ... y lenguaje de alto nivel



Equipos para la programación y operación

- De ajuste
- De programación y mantenimiento
- Puesto de trabajo, PC
- Visualizadores con pantalla alfanumérica
- Terminales con pantalla alfanumérica
- Visualizadores con pantalla semigráfica
- Panel de operación y control
- Terminales con pantalla gráfica
- Estaciones de diálogo y control

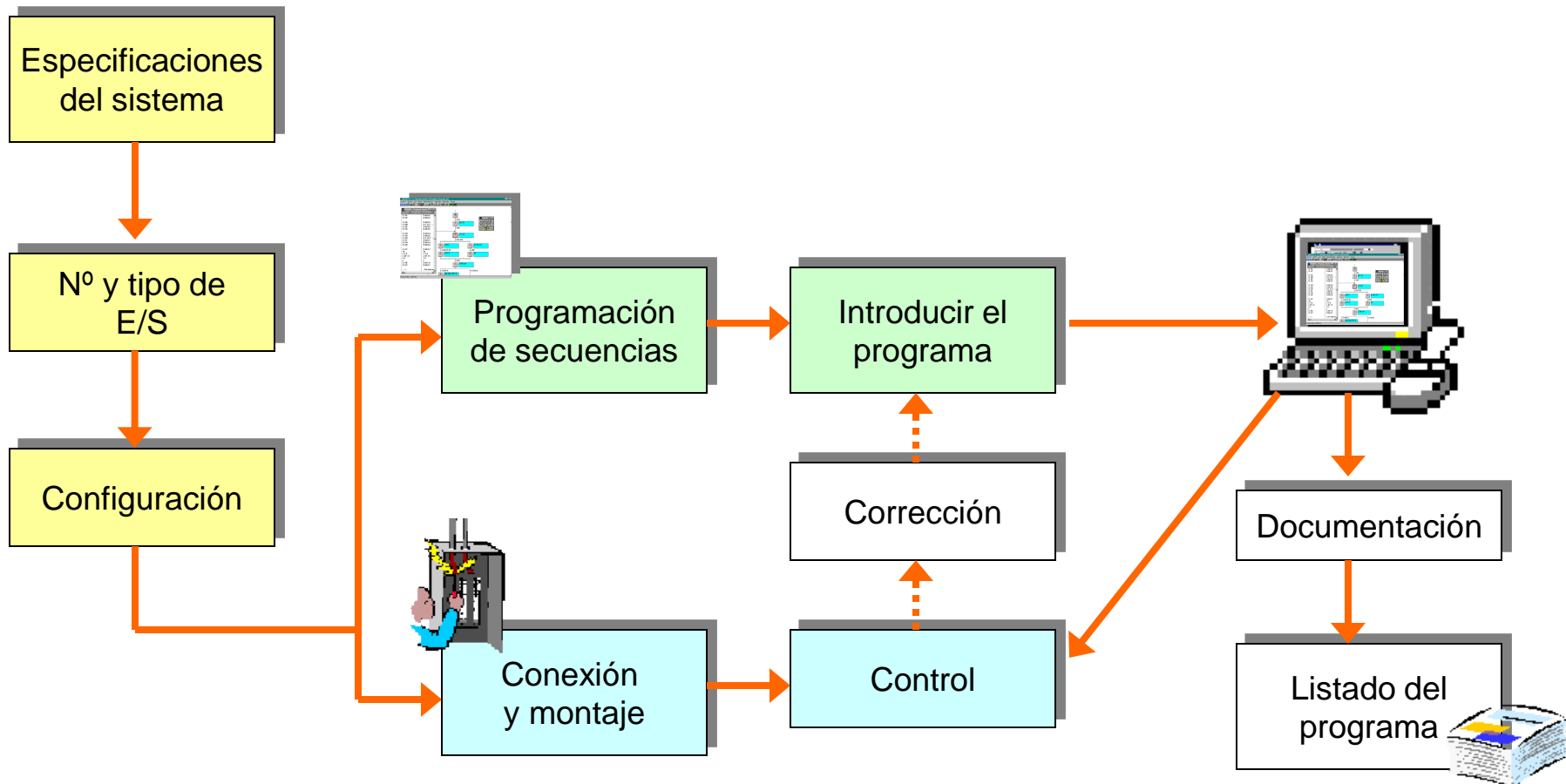


Algunos programas de diseño y operación

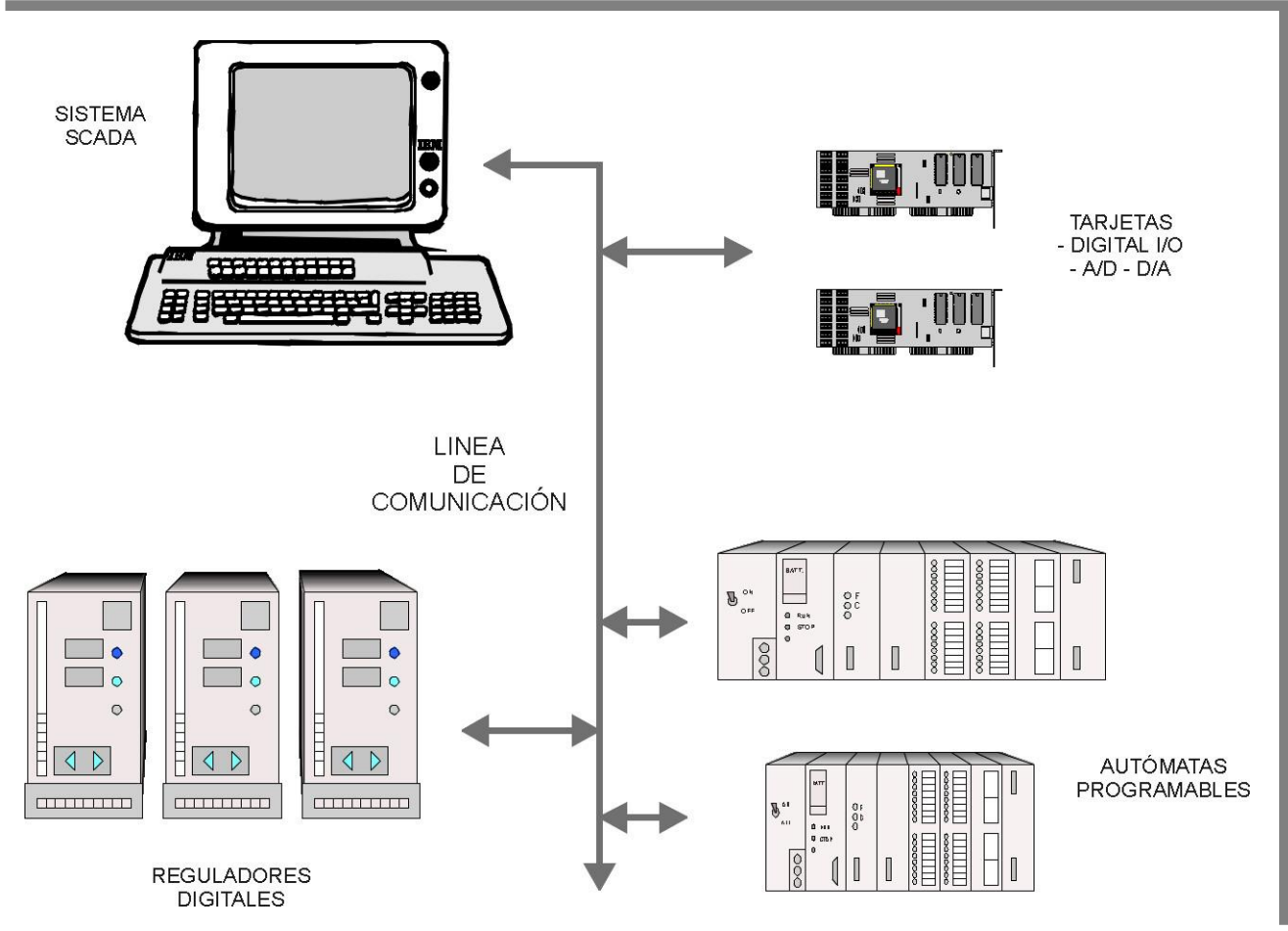
- Herramientas de simulación
- Diseño e instalación de aplicaciones
- Desarrollo de funciones C
- Tratamiento en lógica difusa
- Puesta a punto de programas de autómatas
- Servidor OPC
- Visualizar, ajustar y gobernar la instalación
- Aplicaciones para terminales de operador
- Software de comunicaciones



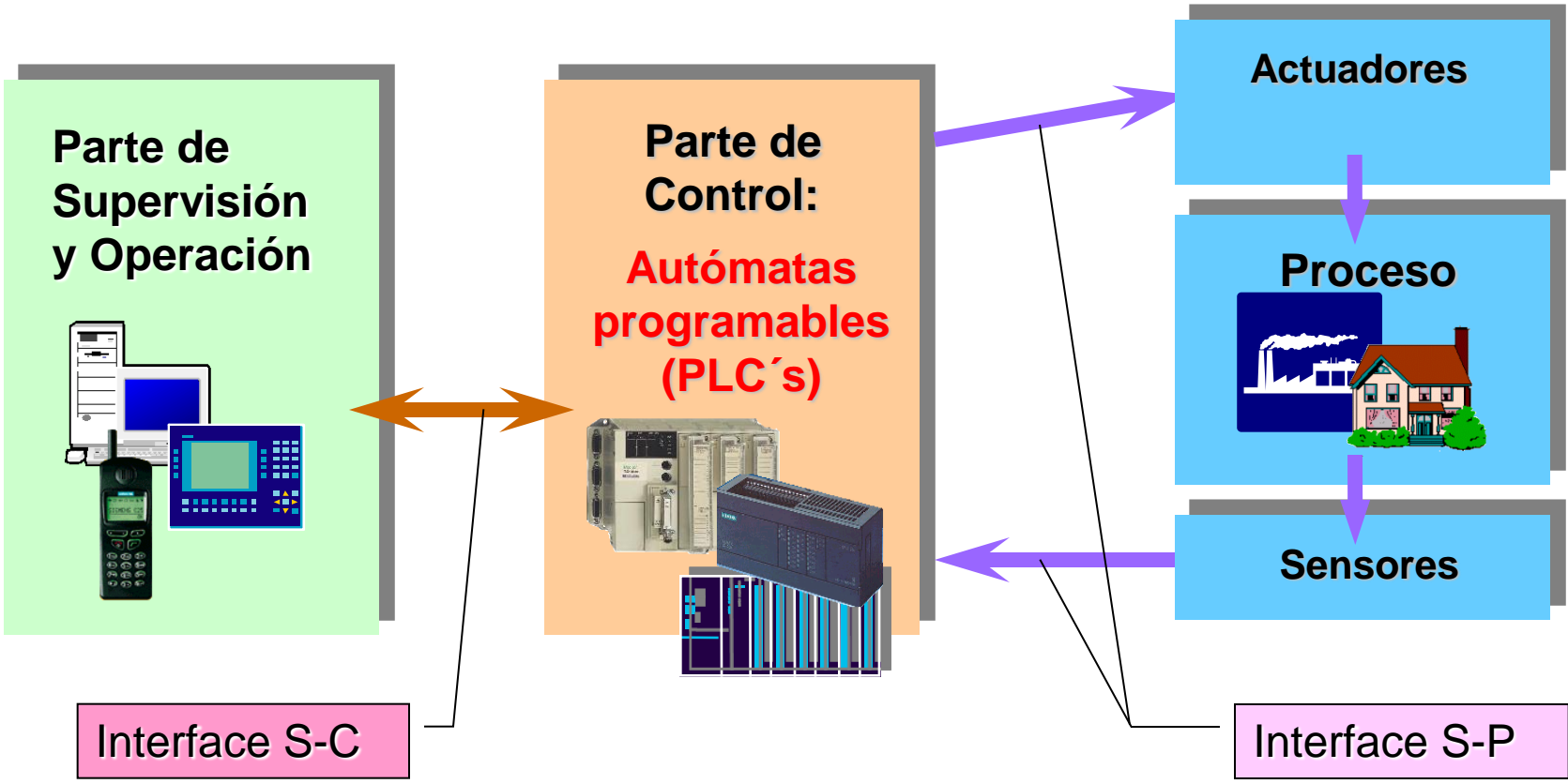
Desarrollo de un proyecto con PLCs



Entorno de los autómatas programables



El PLC y su entorno



FIN PLC