



PLCs

INTRODUCCIÓN

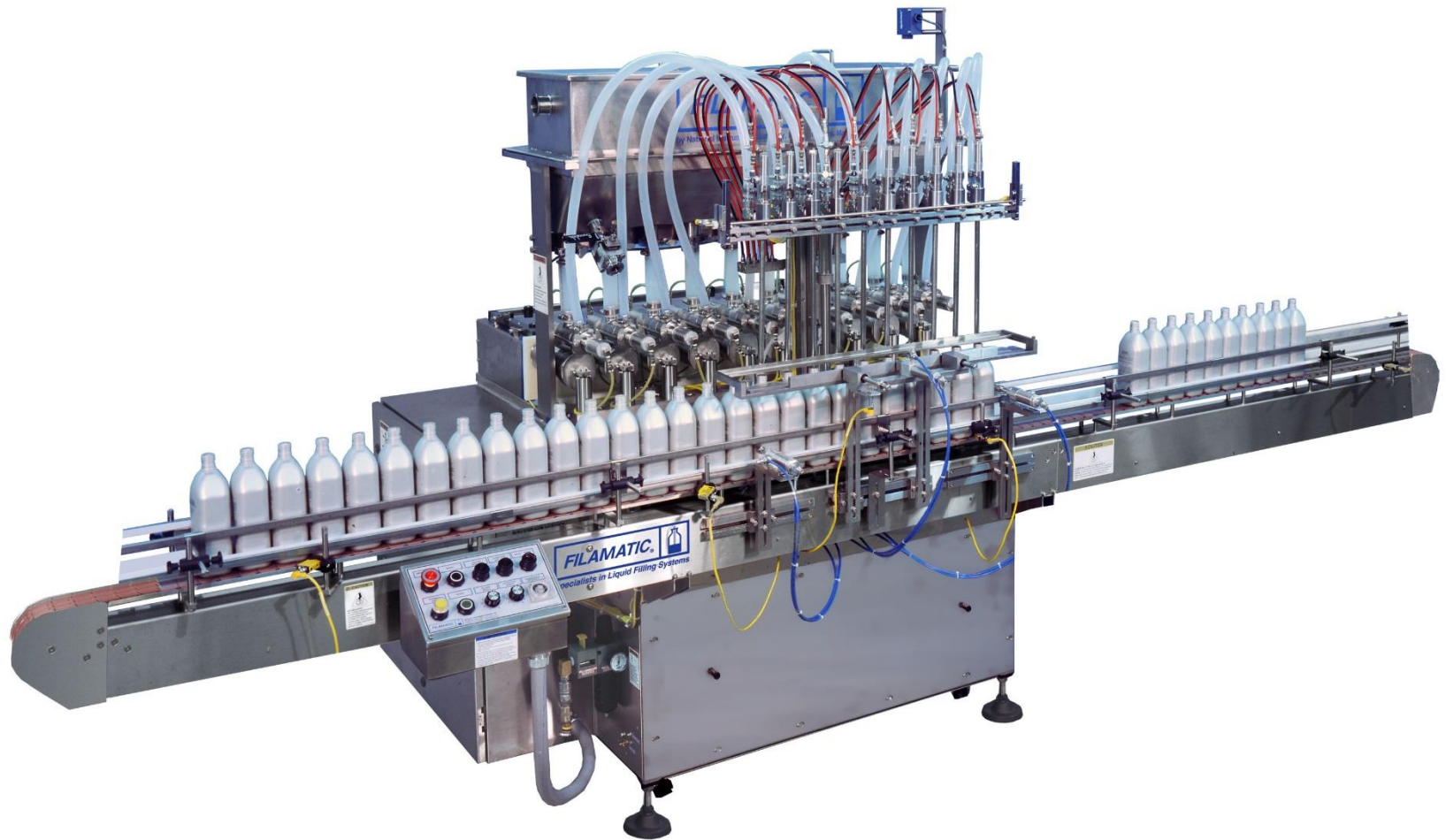


Propósito de un PLC

- **Control** de un Proceso o Máquina de producción **industrial**
- “Cerebro” de la máquina
- Herramienta de diagnóstico de la máquina

Objetivo -> Máquina/Proceso

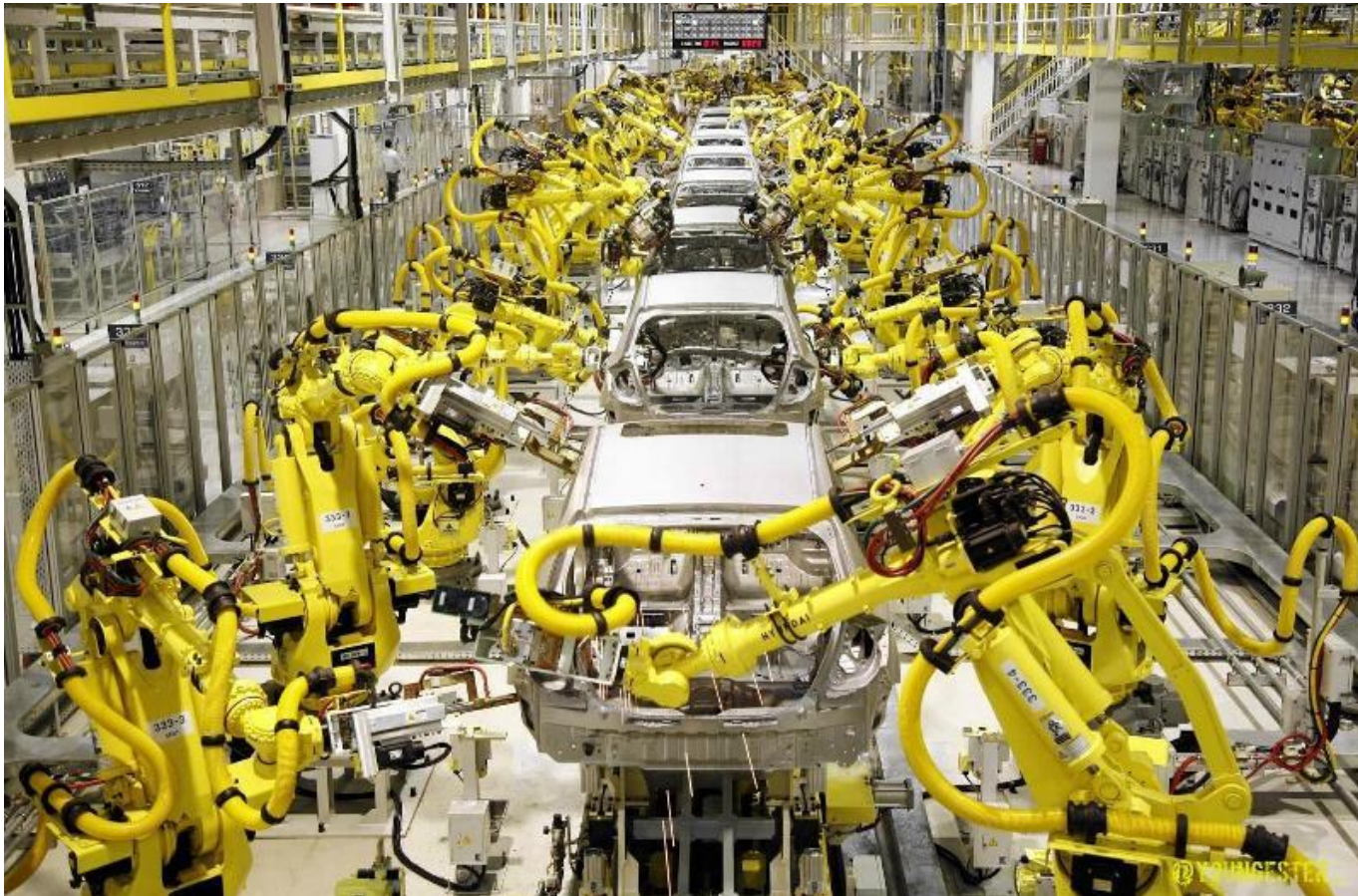
Máquina Envasadora



Rebobinadora de Papel



Línea Automotriz

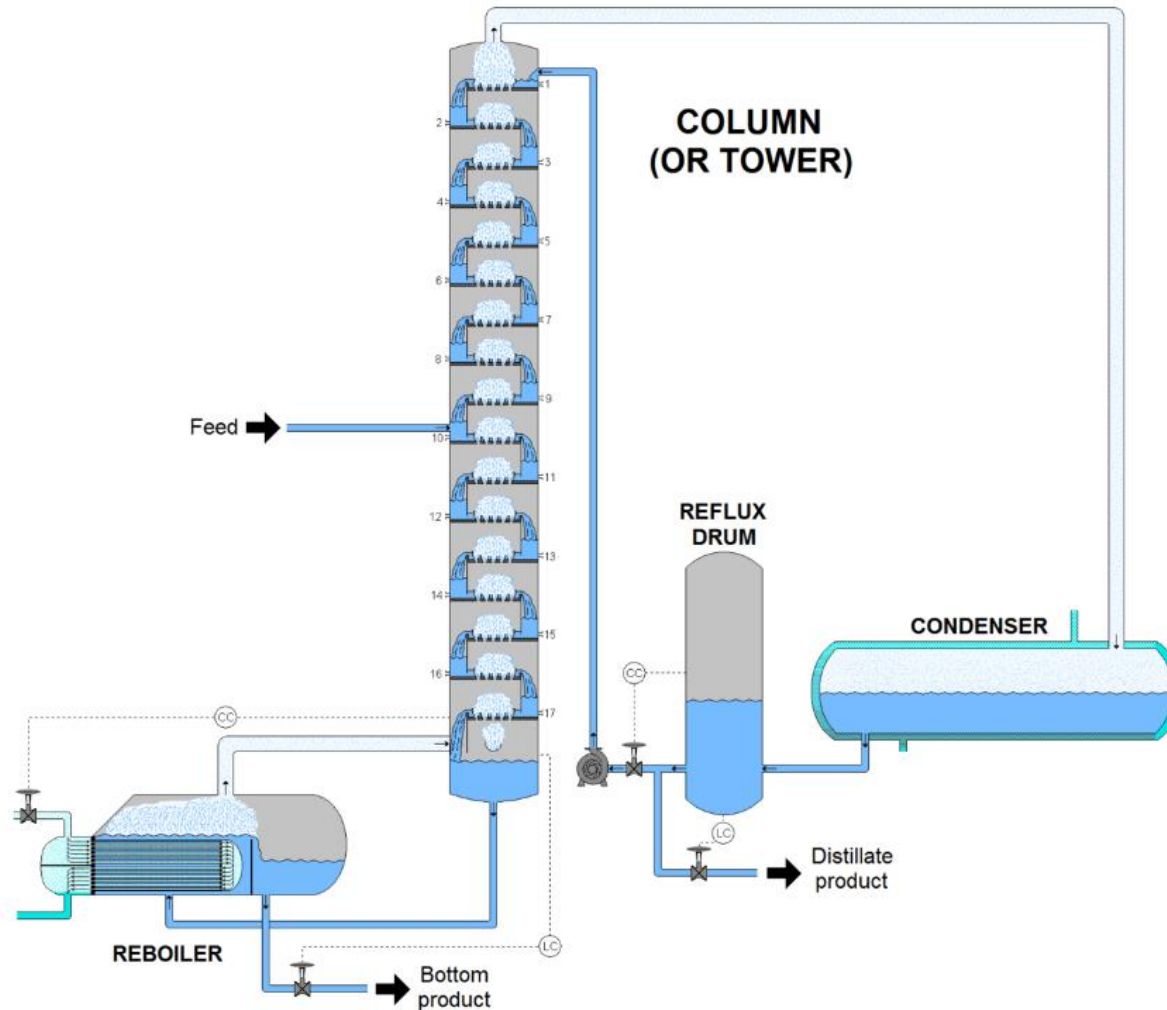




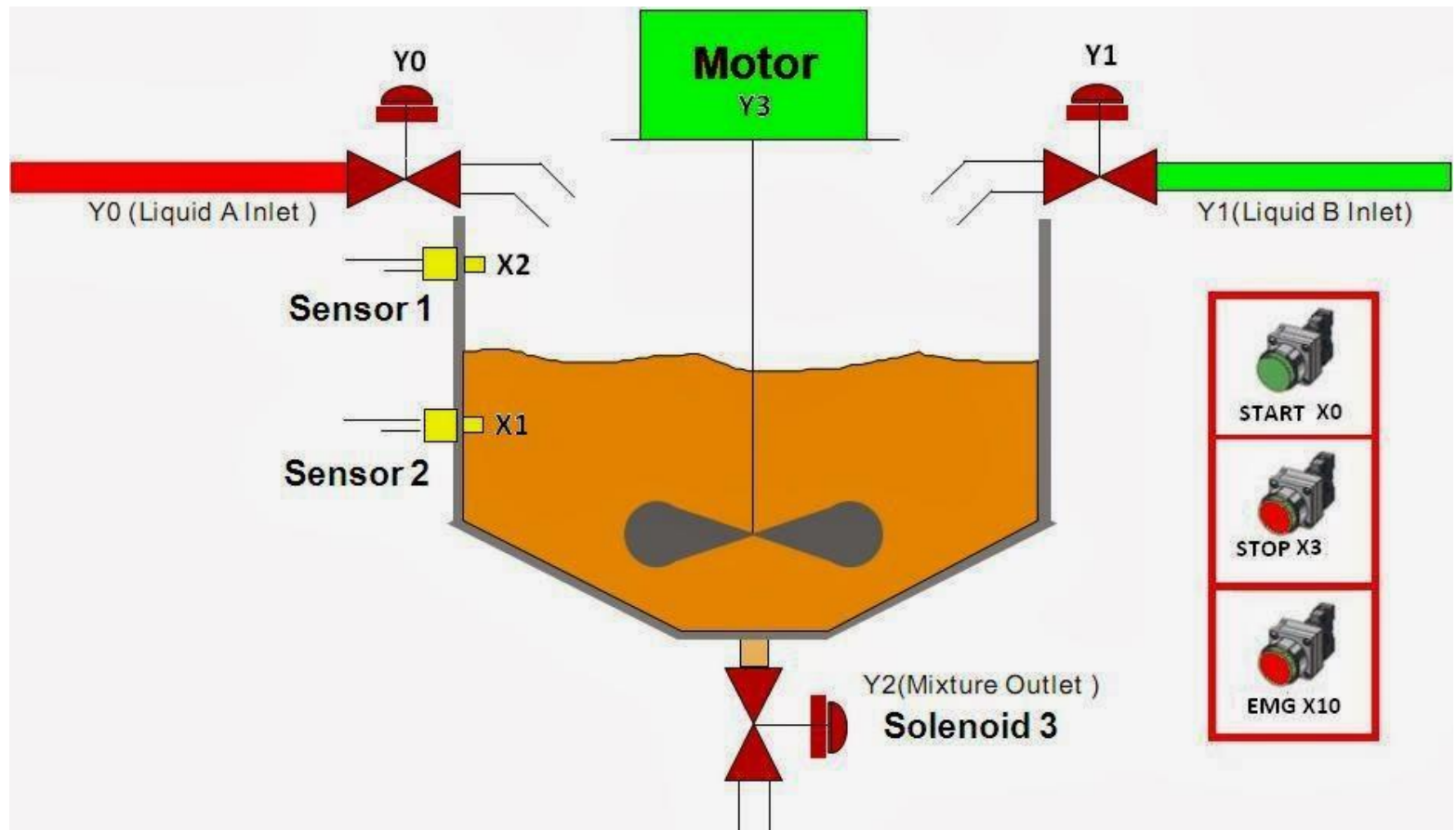
Automatización Industrial

- Video

Columna de Destilación



Aplicación Típica - Mezcla

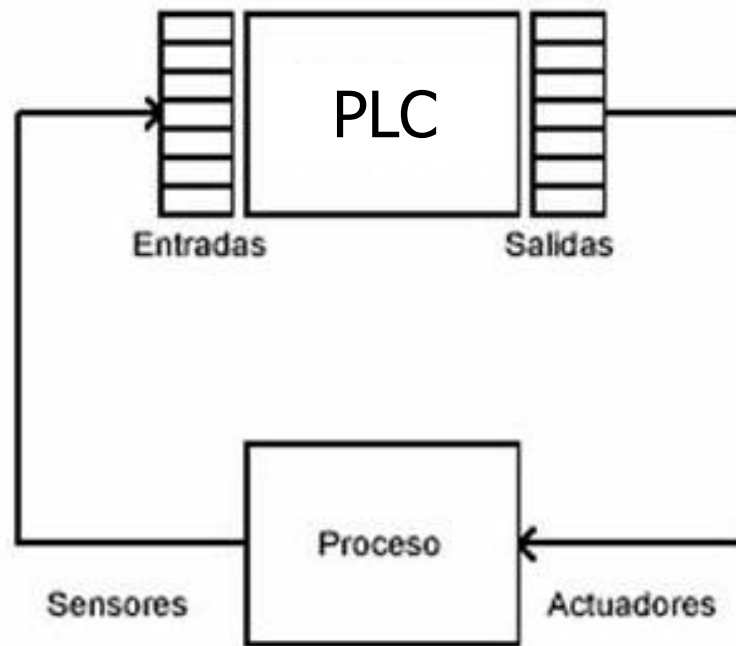




¿Qué es un PLC?

- **Programmable Logic Controller**
 - Controlador
 - Programable
 - Hardware + Software
 - Aplicación: Automatización / Control Industrial
 - Interconexión con proceso/máquina a controlar ("campo") estandarizado

¿Qué es un PLC?



- Proceso representado en el PLC por las E/S
- Cantidad de señales define el tamaño del PLC

Historia de los PLCs

Primer controlador programable: MODICON, a fines de los 60 (**MO**dular **DI**gital **CON**troller) por la compañía Bedord Associated

Objetivo: sustituir lógica de relé

Usada para automatización de procesos secuenciales en la industria

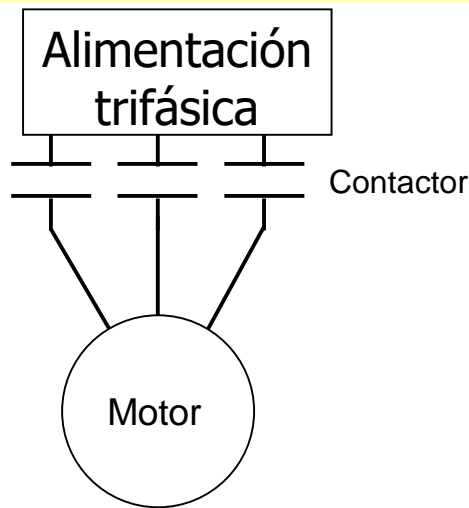
Circuitos lógicos de contactores, relés y temporizadores discretos



Historia de los PLCs

Control de máquinas por lógica de relé

Ejemplo: comando de un motor

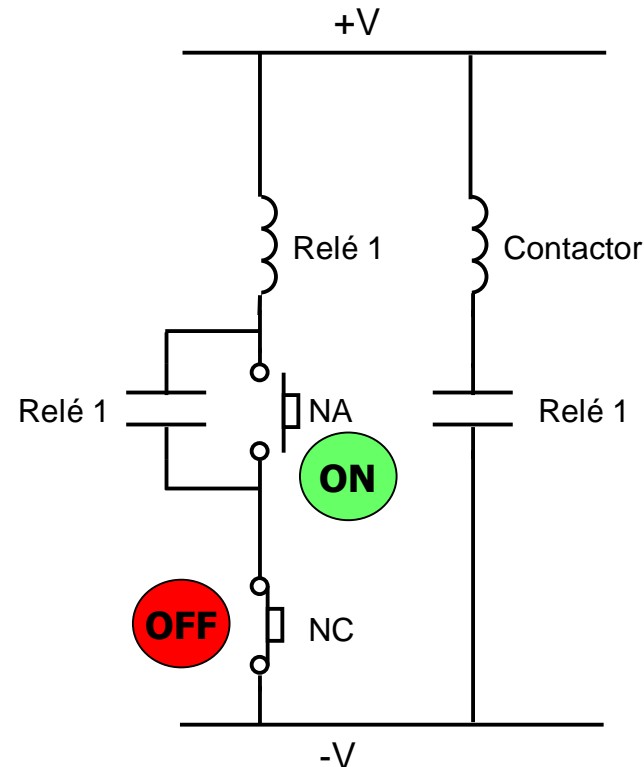


ON

Pulsador con
Contacto NA

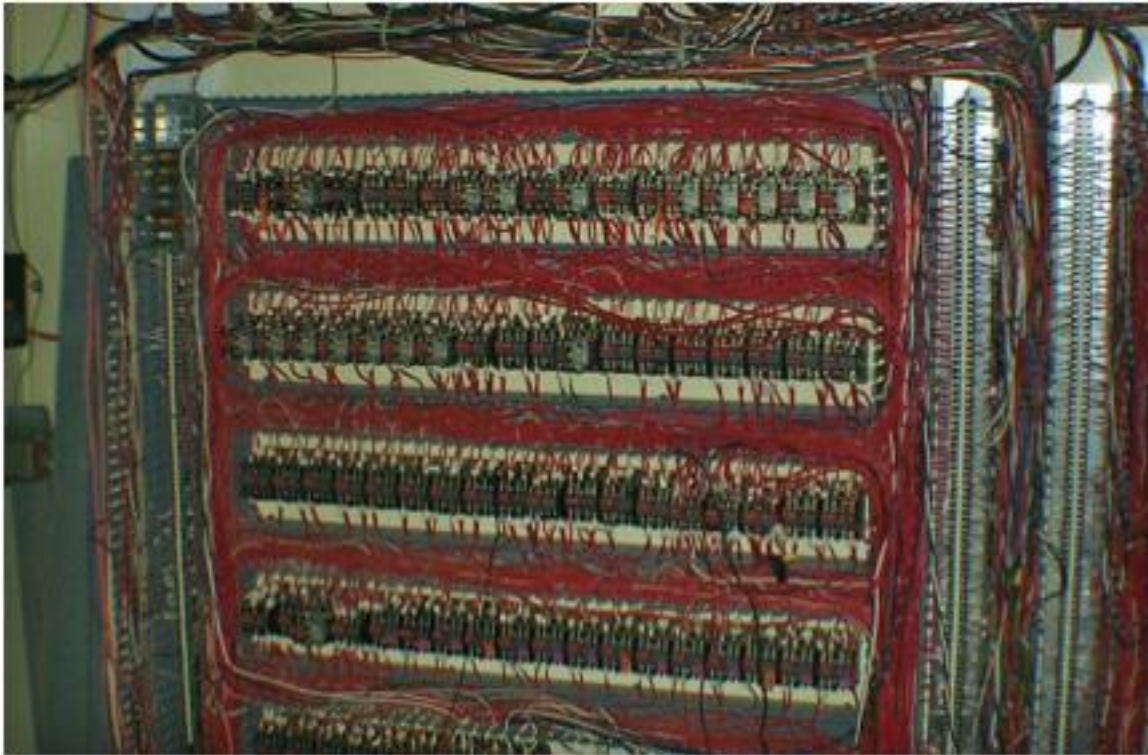
OFF

Pulsador con
Contacto NC



Historia de los PLCs

Tablero con lógica de relé



Fuente: <http://www.xl-technology.com/control-upgrades.html>



Historia de los PLCs

- Problemas con lógica de relés para control de máquinas:
 - Falta de flexibilidad para expandir el proceso
 - Gran cantidad de tiempo para realizar modificaciones
 - “Troubleshooting” involucra contactos sucios, cables flojos, identificaciones erróneas, etc.
 - “5 horas para encontrar el problema, 5 minutos para corregirlo”
- Resultado: mucho tiempo de máquinas paradas -> grandes pérdidas de producción por problemas de control

Historia de los PLCs

- 1968 - General Motors solicita un "controlador estándar para máquinas"
- Objetivos buscados:
 - Reducir tiempos de parada por problemas de control, fácil de mantener y programar
 - Diseño modular expandible
 - Apto para ambiente industrial (polvo, humedad, vibración, interferencia electromagnética)
 - Capacidad de ejecutar lógica





Historia de los PLCs

- Solicitud por un “Controlador Estándar para Máquinas”

STANDARD MACHINE CONTROLLER

The following list of specifications and program outline are not intended as a complete and final definition of the objectives and requirements of the Standard Machine Controller program at Hydra-matic Division. Instead, this information represents an initial description of the proposed unit as introduced to vendors and documents the planning of the project group as of June 1, 1968.

It is to be expected that modifications, additions and deletions may be made in the near future; the project group will welcome pertinent suggestions from all concerned.

June 6, 1968

William S. Stone
David C. Emmett
Edward J. O'Connell
Leonard Radionoff
William Wegryn
Clifford H. Wilford

Historia de los PLCs

- Comparativa de propuestas

June 3, 1970

<u>Design Considerations</u>	<u>DEC PDP-14</u>	<u>3-I PDQ-II</u>	<u>MODICON GM4</u>	<u>Remarks</u>
1. Input/output capability	256 inputs 256 outputs (power and storage)	256 inputs 254 outputs (power and storage)	256 ladder diagram rungs (no more than 4 inputs per rung)	PDQ-II addressing structure can handle up to 512 inputs. Requires rewiring of I/O box. DEC may have similar capability without rewiring.
2. Can outputs be used to store data during power on?	yes	yes	yes	
3. Can outputs be used to store data during power off?	Yes, if equipped with retentive feature	no	no	PDQ-II has no need for retentive memory because data may be stored in its core memory. See item 68 for retentive memory costs.
4. In addition to outputs used to store data, can memory store data?	no	yes	?	PDP-14 cannot because it has a read only memory.
5. Are inputs isolated?	no	yes	yes	Isolation is useful when multiple voltage sources are required or where sneak paths can occur. DEC inputs common in blocks of 8 inputs only.
6. Will basic power supply handle full system of 256 inputs and 256 outputs?	no	yes	-	If most systems require substantially fewer than 256 inputs/256 outputs, this may cause a PDQ-II cost disadvantage.
7. Are programmable timers available?	no	yes	yes	} Programmable timers may be used over and over and cannot have their time changed unknowingly. They are awkward if time values for a particular operation must change often. The converse of both statements is true for analog timers. Analog timers also require additional wiring costs and mounting space.
8. Are adjustable analog timers available?	yes	not yet	no	
9. Operating temperature range	0-55°C. at case of NEMA Enclosures	0-60°C. Ambient	0-60°C. Ambient	Actual successful operation in environmental chamber to over 65°C has made it possible to raise the PDQ-II to 60°C.

Historia de los PLCs

Primer controlador programable: MODICON, a fines de los 60 (**MO**dular **DI**gital **CON**troller)





Historia de los PLCs

Primer controlador programable: MODICON, a fines de los 60 (**MO**dular **DI**gital **CON**troller)

Objetivo: sustituir lógica de relé

Usada para automatización de procesos secuenciales en la industria

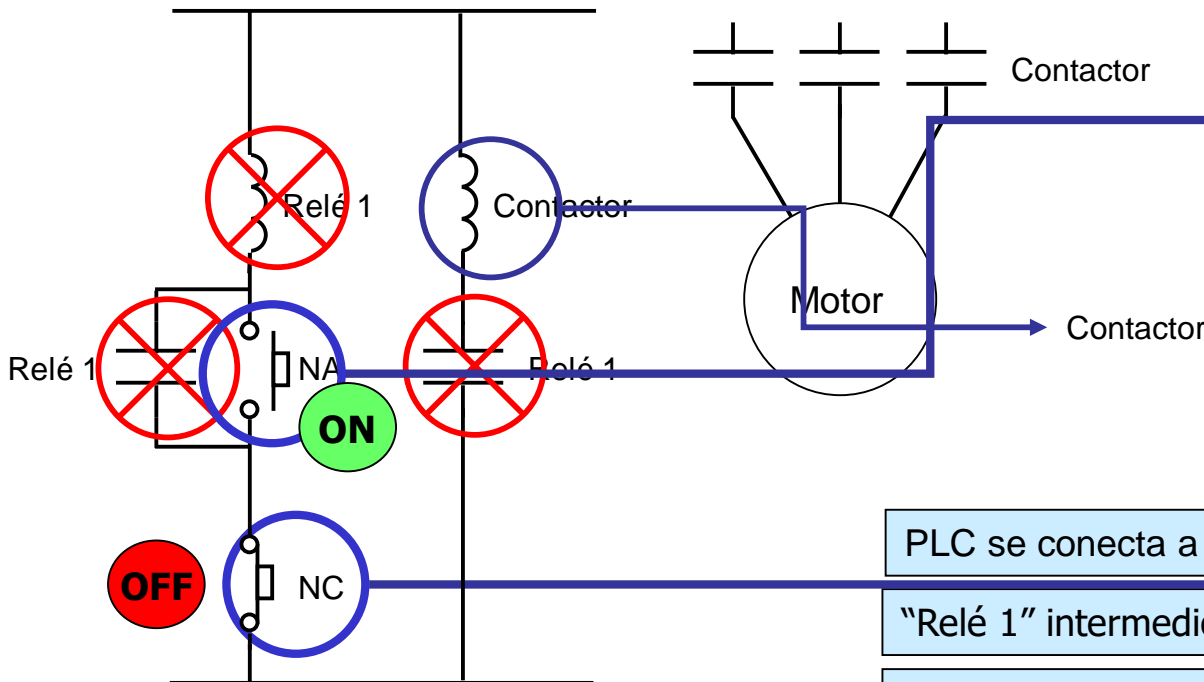
Circuitos lógicos de contactores, relés y temporizadores discretos

Primer cambio cualitativo con el PLC:
reprogramación de la lógica sin cambios importantes de cableado, reemplazando relés mecánicos por relés virtuales

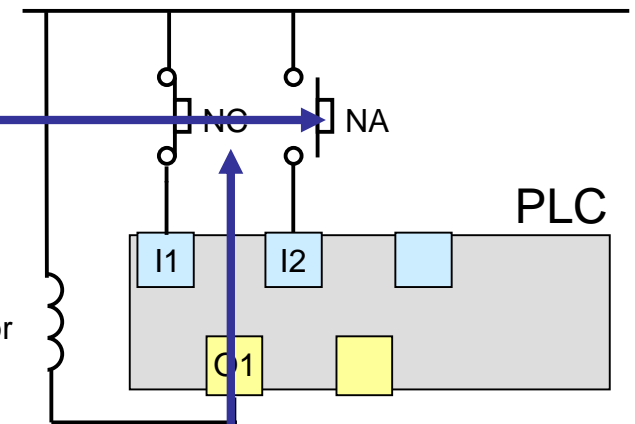
Historia de los PLCs

Ejemplo: uso de PLC para encendido de un motor

Circuito por lógica de relé



Circuito por PLC



PLC se conecta a las entradas y salidas de la planta

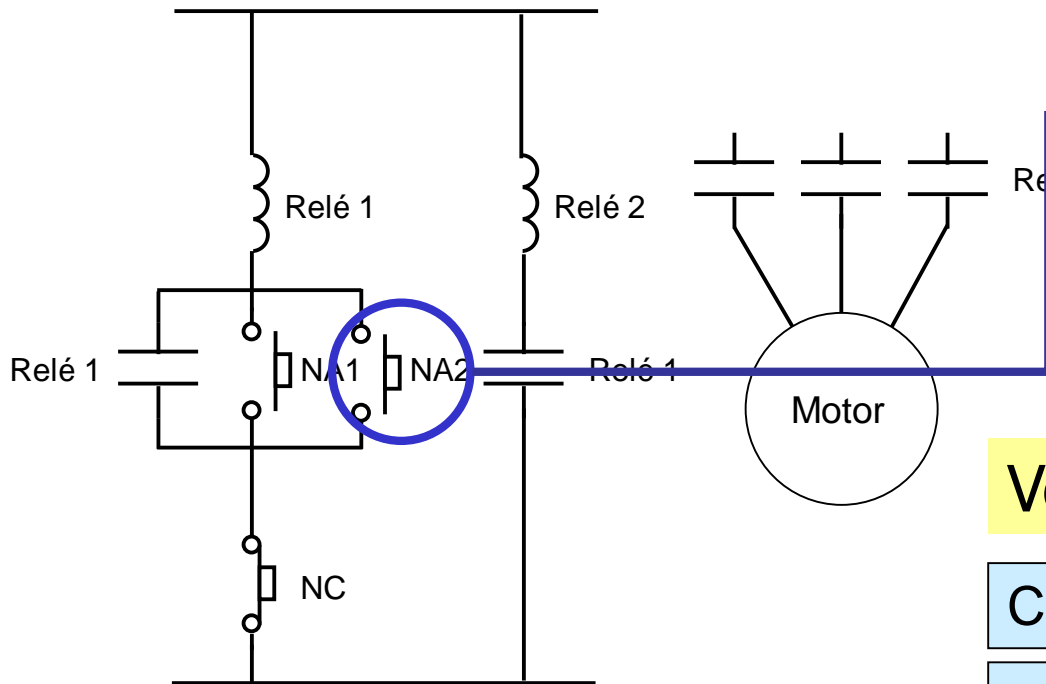
"Relé 1" intermedio se reemplaza por software del PLC

Los eventuales temporizadores se reemplazan por temporizadores de software del PLC

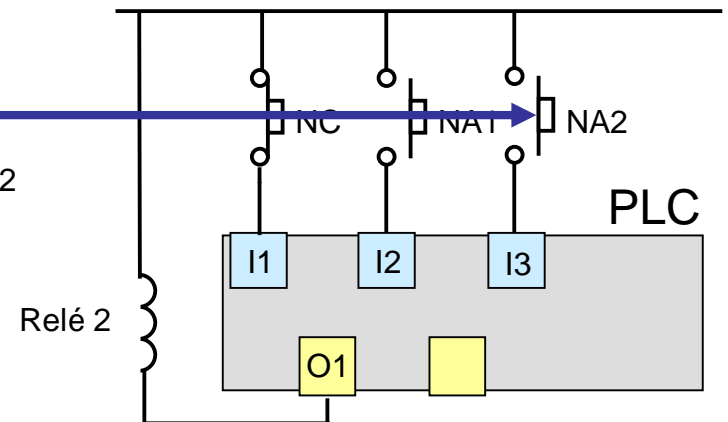
Historia de los PLCs

Si se agrega un botón adicional de arranque

Circuito por lógica de relé



Circuito por PLC



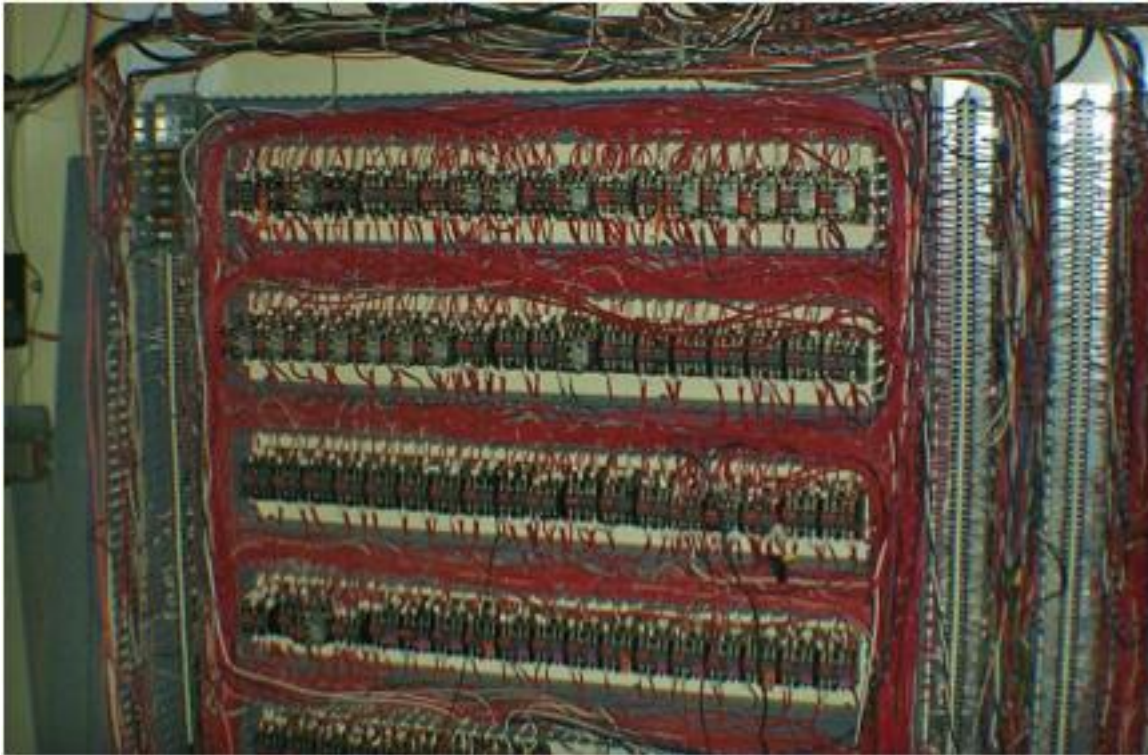
Ventajas:

Cambia hardware por software

Flexibilidad & Confiabilidad

Historia de los PLCs

Tablero con lógica de relé



Tablero con PLC





Historia de los PLCs

Etapa 2 (años 70): evolución de microprocesadores y difusión de conversores AD

Comunicaciones (protocolo MODBUS de MODICON)

Permite descentralización del sistema

Se agregan entradas y salidas analógicas

Recolección de datos y realización de control

Etapa 3 (años 80): evolución de los microprocesadores y aparición del PC

Programación de lenguajes gráficos desde ambientes de desarrollo de PCs

Realizada antes por consolas especiales

Mayor capacidad de procesamiento por microcontroladores más potentes

INTEL, Motorola, AMD

Etapa 4 (años 90): estandarización

Estandarización de protocolos de comunicaciones y de lenguajes

IEC 61131-3: define 5 lenguajes

Introducción de microprocesadores

INTEL 386 y Motorola 68000



Arquitectura de un PLC

Un PLC se compone de una CPU, memoria, entradas y salidas

Diferencias con PC:

El PLC tiene menos recursos, no tiene interfaz gráfica

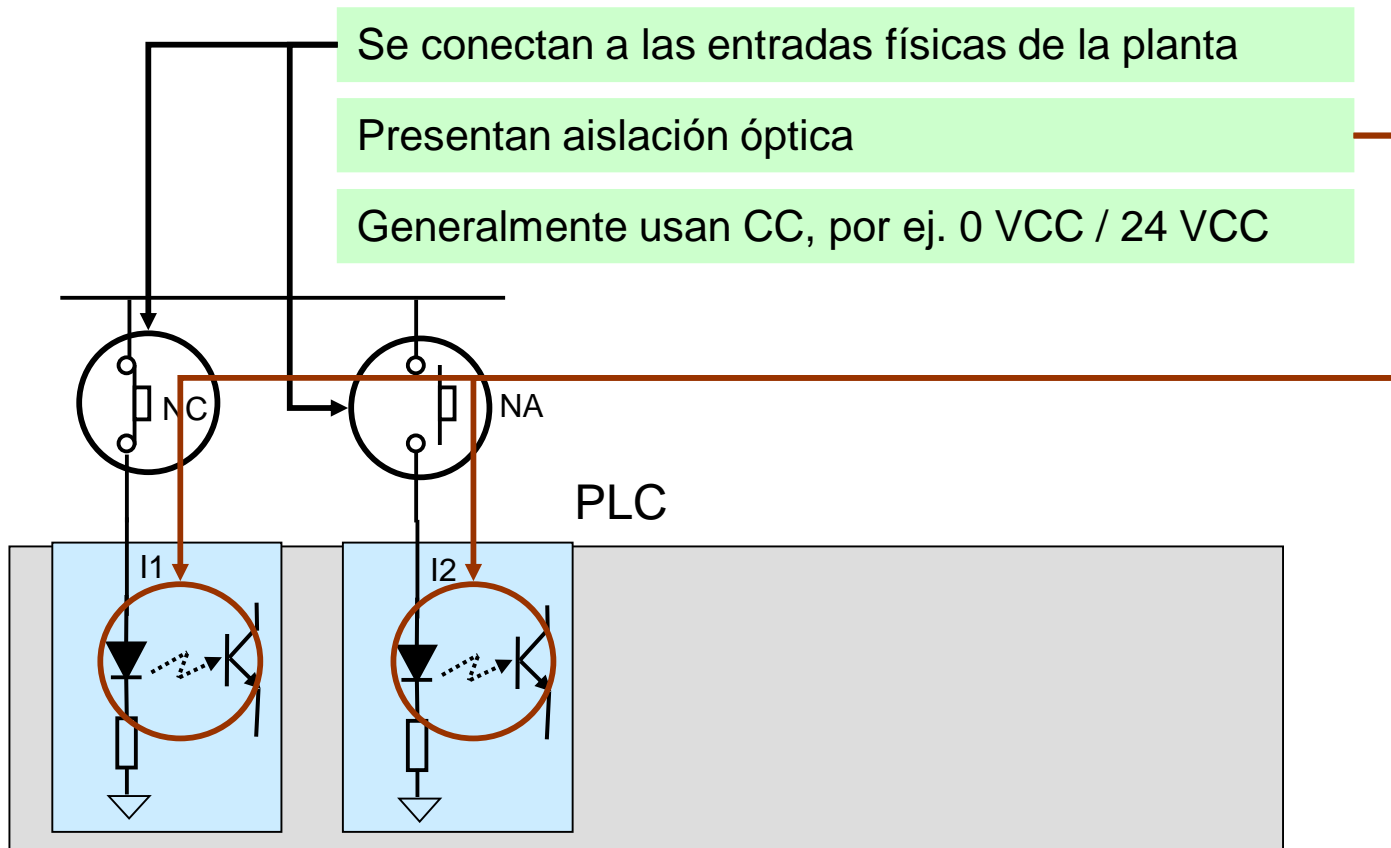
El hardware del PLC es de mejor calidad, mayor confiabilidad

El sistema operativo del PLC es más robusto

IMPORTANTE: La seguridad de un sistema no depende de un PLC estándar

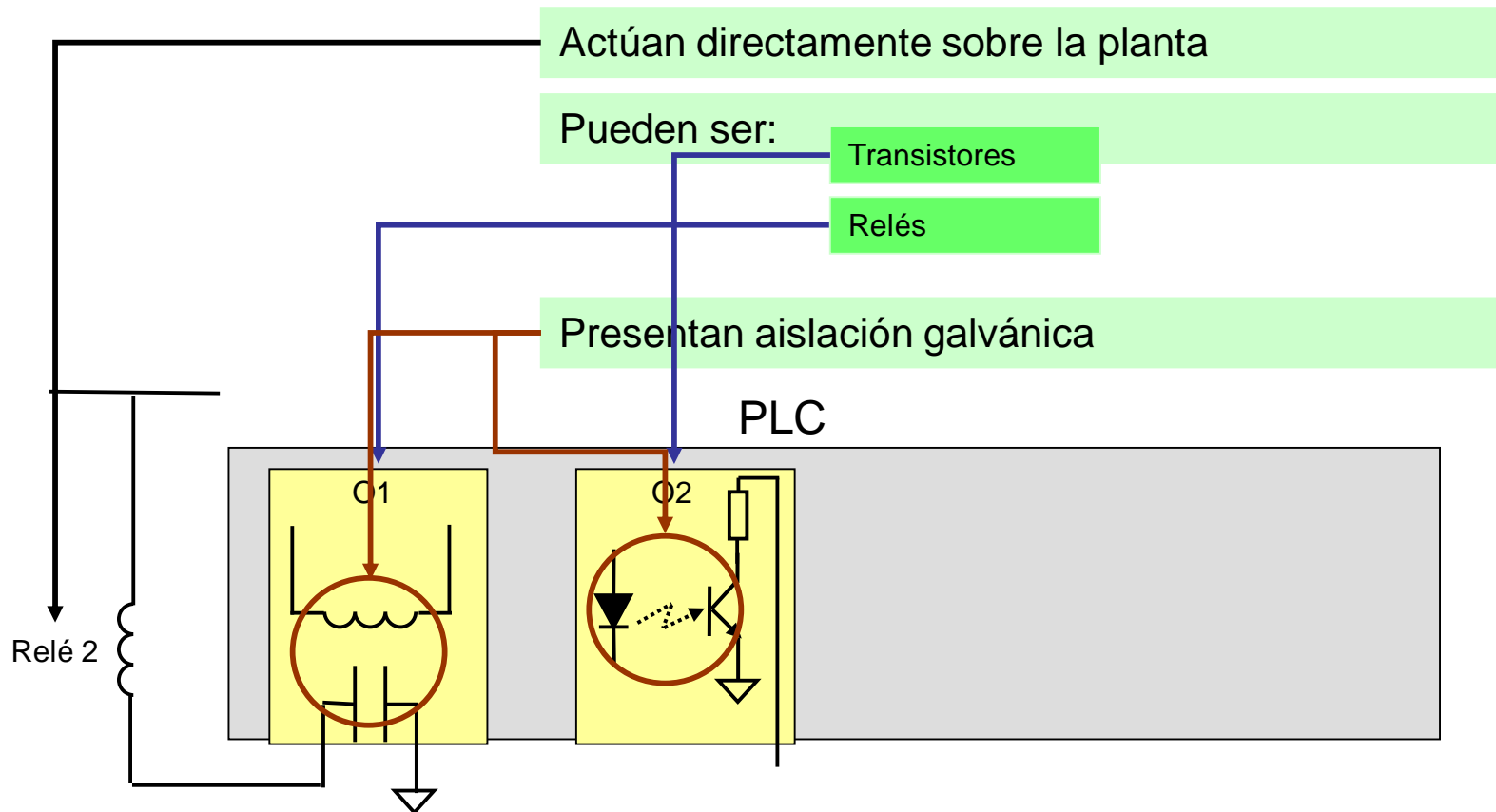
Arquitectura de un PLC

Entradas digitales del PLC:



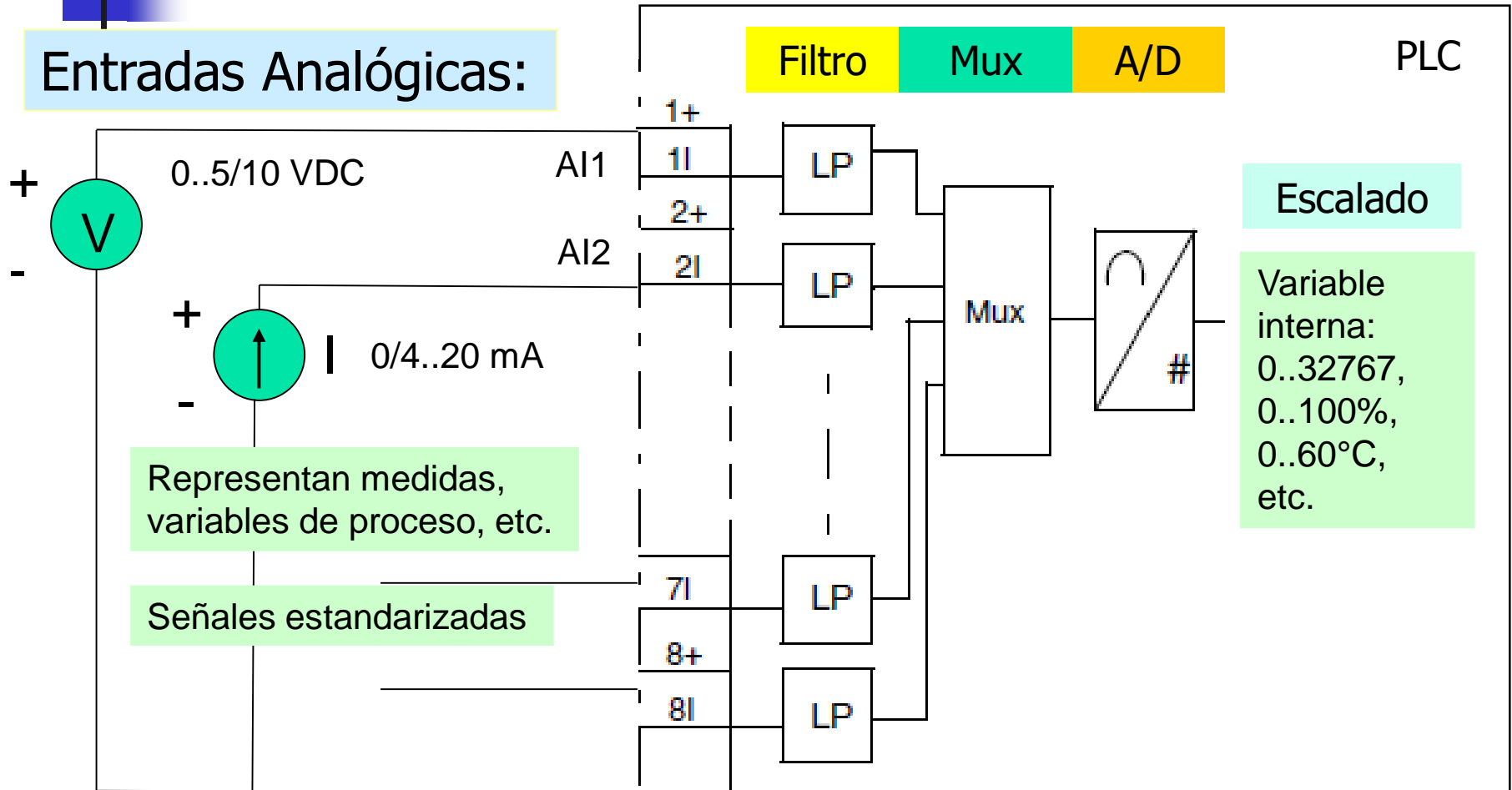
Arquitectura de un PLC

Salidas digitales del PLC:



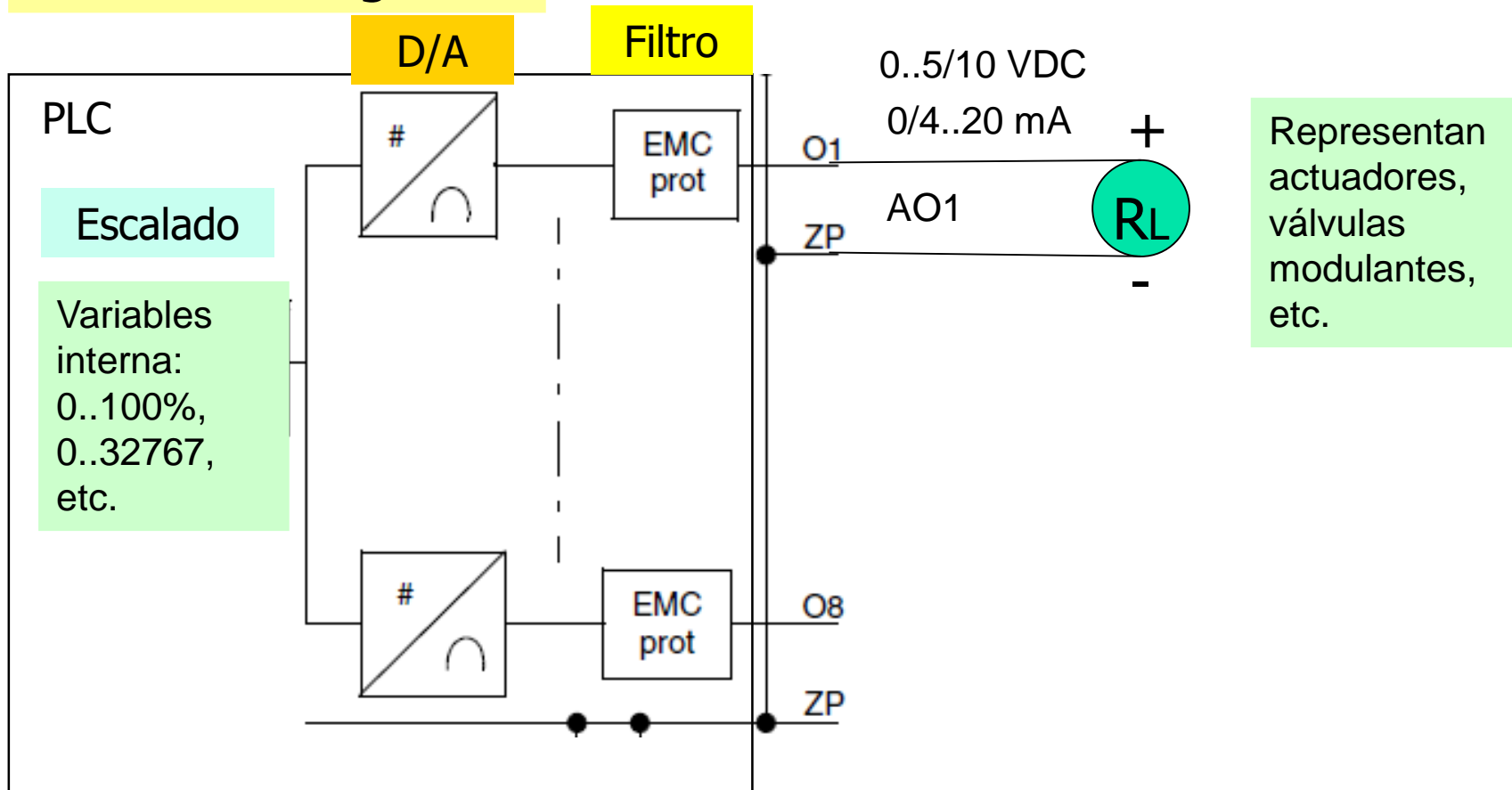
Arquitectura de un PLC

Entradas Analógicas:



Arquitectura de un PLC

Salidas Analógicas:



Arquitectura de un PLC

El PLC ejecuta un Sistema Operativo (SO)

El SO ejecuta cíclicamente:

El período de ejecución se denomina “Tiempo de ciclo” del PLC

Cada ciclo se divide en 3 etapas:

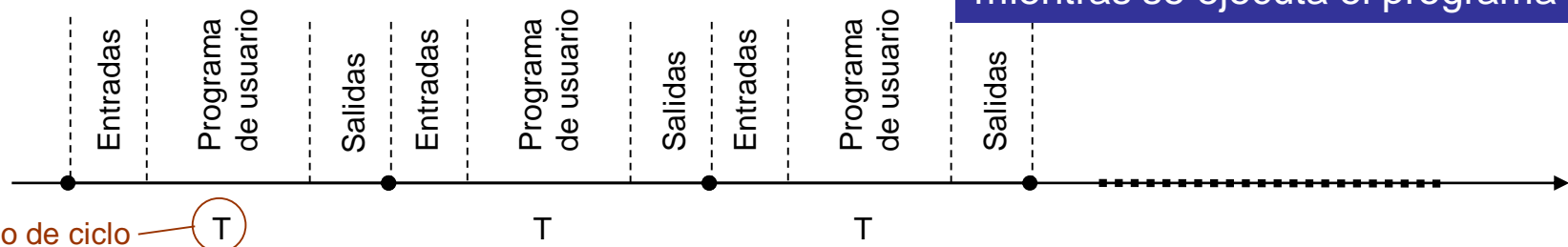
1 Actualización de entradas físicas y de comunicaciones

2 Ejecución del programa de usuario

3 Actualización de salidas físicas y de comunicaciones

Las salidas no cambian mientras se ejecuta el programa

Se ignoran los cambios en las entradas mientras se ejecuta el programa

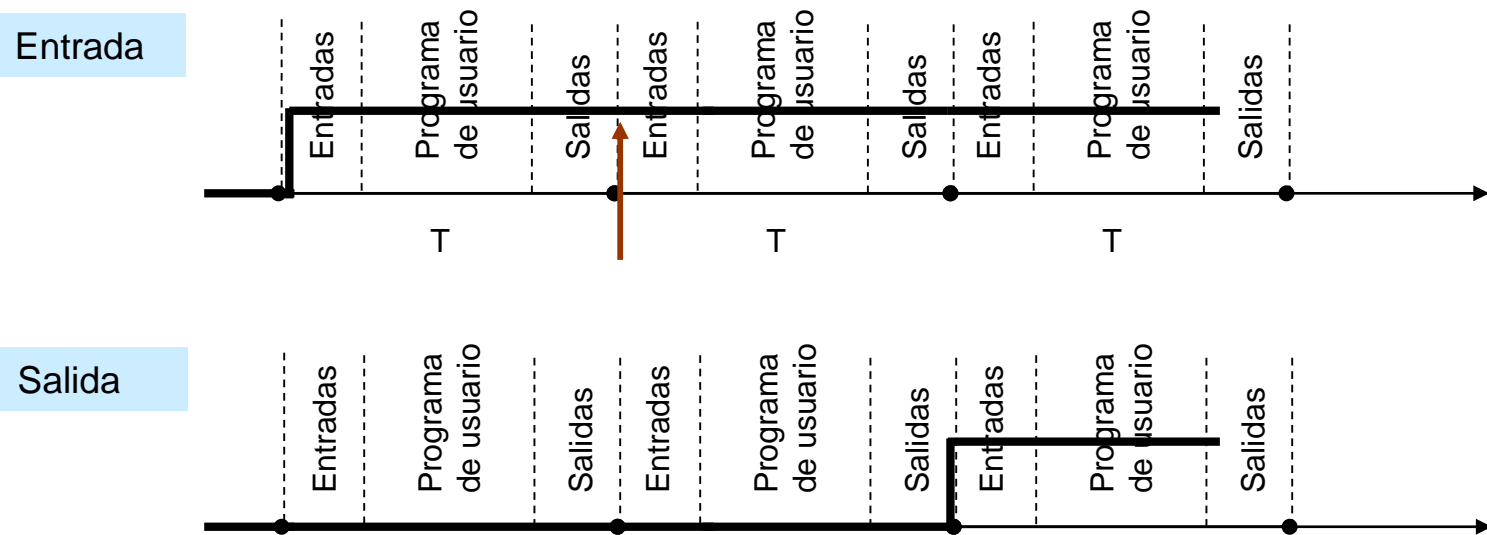


Tiempo de ciclo

Tiempo de respuesta

Se considera un programa de usuario que activa una salida inmediatamente después que se activa una entrada digital

Tiempo de respuesta: tiempo desde el cambio de la entrada hasta que cambia la salida correspondiente

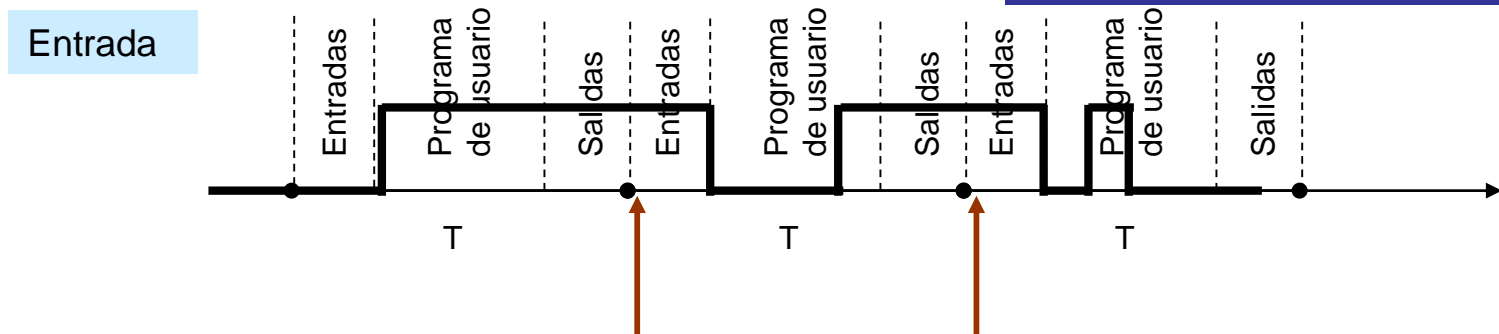


Tiempo de respuesta máximo (peor caso): 2 tiempos de ciclo

Ancho mínimo de entradas

Ancho mínimo de pulso de entrada digital para ser procesado

1 tiempo de ciclo





La memoria del PLC

Estructura de la memoria

Memoria no accesible

Contiene datos y programas del SO

Memoria de programa de usuario y configuración

Accesible sólo en tiempo de desarrollo

Memoria accesible

Accesible por el programa de usuario.

Memoria de E/S

Se actualiza durante la actualización de E/S

Memoria de Lectura/Escritura



Tipos de datos de un PLC

Las localidades de la memoria accesible se agrupan formando datos. Hay 4 tipos de datos básicos:

Datos binarios (1 bit) - BOOL

Palabras (2 bytes) - WORD

Palabras dobles (4 bytes) - DWORD

Flotantes - REAL

Un dato puede ser variable o constante:

Constante: valor no se puede modificar en ejecución del programa

Variable: valor se puede modificar en ejecución del programa



Dirección del dato

Un dato del PLC se refiere por su dirección. Existen 3 espacios de direcciones:

Espacio de entrada

Espacio de salida

Datos internos (memoria de Lectura / Escritura)



Dirección del dato

Componentes de una dirección: %ABX.Y

Código de 2 letras AB

A - Primer letra distingue el espacio

I: Dirección de entrada

Q: Dirección de salida

M: Dirección de Dato interno

B - Segunda letra distingue el tipo de dato

X: bit

B: byte

W: word

D: double word

Código de números, formato X.Y

X = Dirección/Segmento

Y = Bit (para variables binarias)

Ejemplos:

Entrada digital 0: %IX4000.0

Salida digital 0: %QX4000.0

Entrada analógica 0: %IW0

Variable interna: %MW0



Comunicaciones

Modo de funcionamiento del PLC en redes de comunicaciones: aislado o en red de comunicaciones

Módulos remotos de entradas y salidas situados lo más cerca posible de los sensores y actuadores

Otros PLCs

Ahorro de cableado vs el costo de los equipos

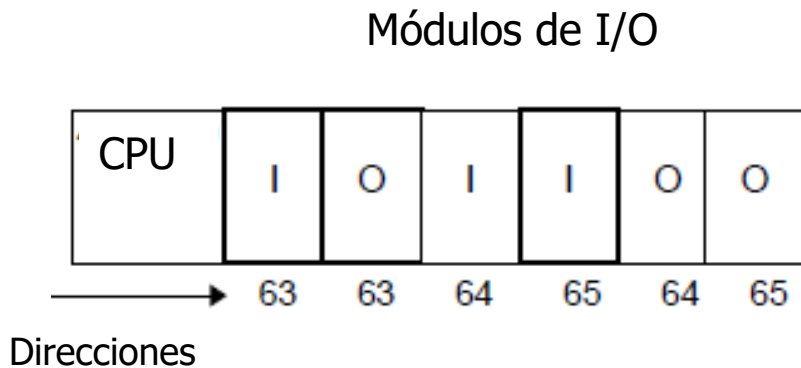


Construcción Modular

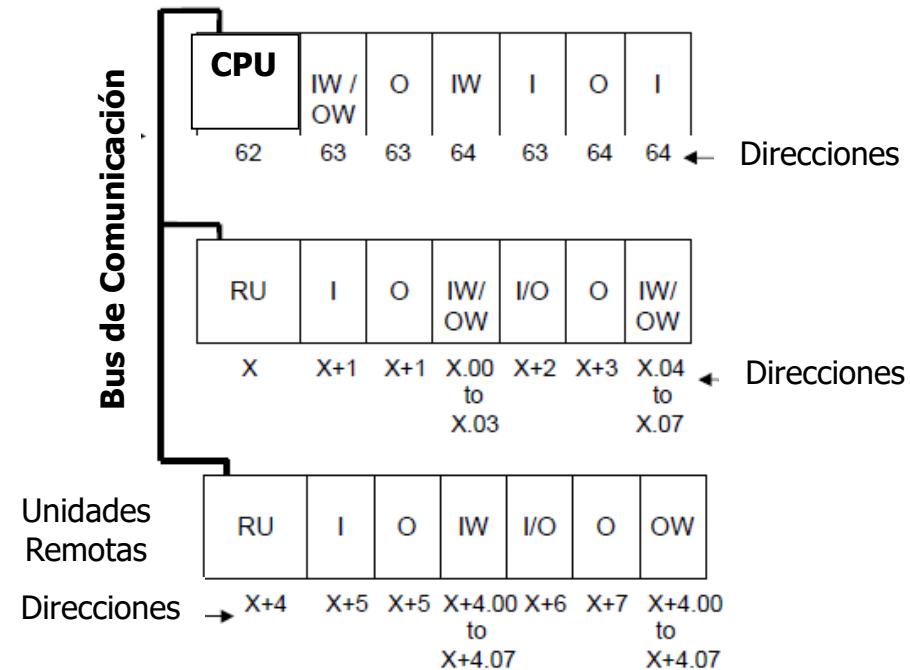
- CPU
- Interfaces de comunicación
- Módulos de I/O
- Módulos de I/O especiales

Arquitecturas

- "Stand-Alone" o Centralizado



- Decentralizado o Distribuido





Lenguajes de Programación

- Norma IEC 61131-3 especifica 5 lenguajes:
 - Gráficos: LD, FBD, SFC
 - Texto: IL, ST
- El detalle y alcance de esta norma se presenta posteriormente en el curso



PLC del Laboratorio

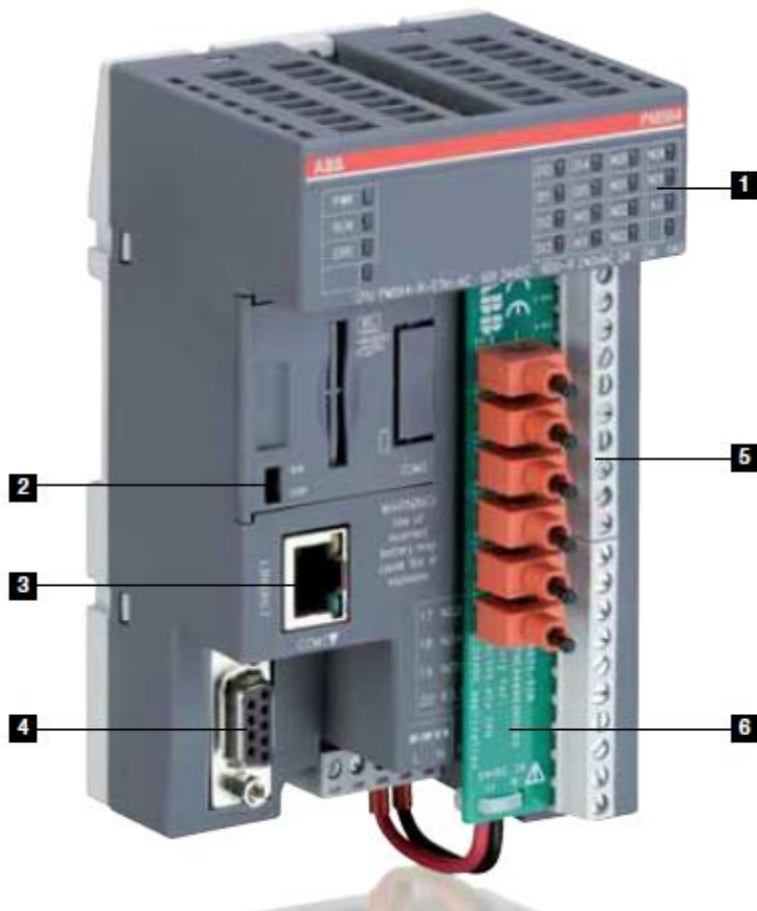
- Marca: ABB
- Serie: AC500
- Modelo: AC500-eCo
- CPU: PM554-T-ETH
- Alimentación: 24 VDC
- Memoria: 128 kB
- I/O (Onboard):
 - 8 entradas digitales 24VDC
 - 6 salidas digitales 24 VDC, transistor



PLC del Laboratorio

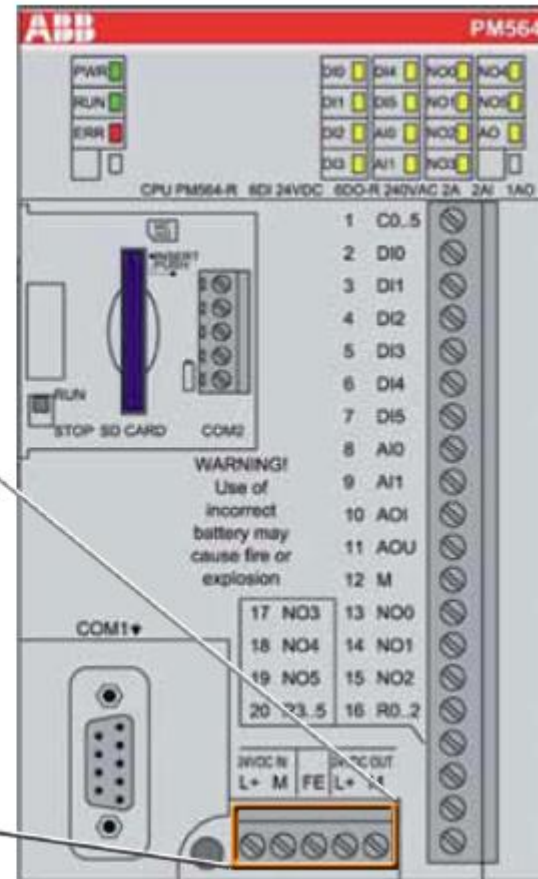
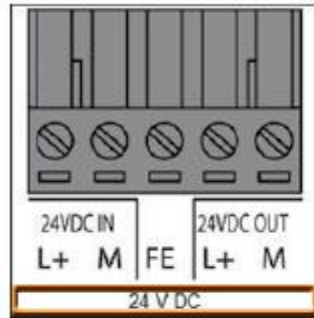
- Puertos de comunicación:
 - 1 x Ethernet TCP/IP
 - 1 x Serial RS485 (ej: MODBUS)
- Módulo de entradas analógicas: AI562
 - 2 entradas de RTD (temperatura)
- 2 x Relés auxiliares, bobina de 24 VDC, contactos para 220 VAC

PLC AC500-eCo PM554

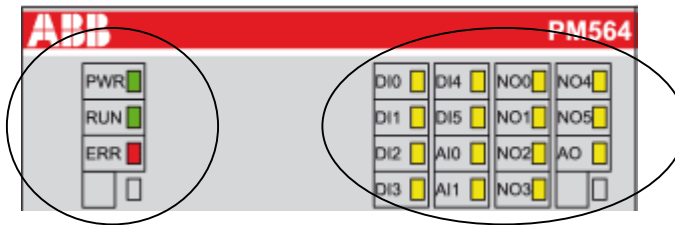


- 1** Status LED indicators
CPU operation and onboard I/O status
- 2** Run / Stop Switch
Control CPU operation
- 3** Ethernet CPU (in selected models)
with RJ45 Port
- 4** COM1
Online access, Modbus RTU, CS31-Bus master,
ASCII
- 5** Integrated onboard I/O
Convenient cost effective solution
- 6** Simulator input, inserted into the terminals and
screws tightened

PLC AC500-eCo PM554



PLC AC500-eCo PM554

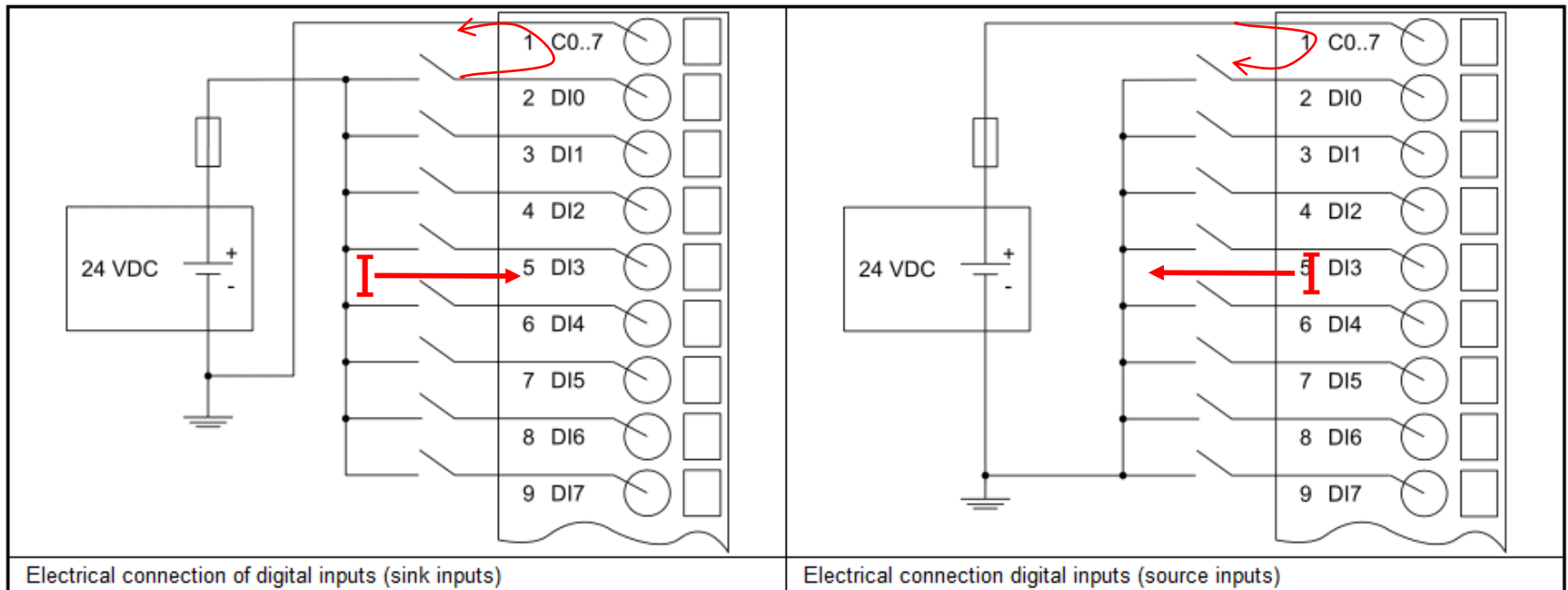


Estado de I/Os digitales

LED	Status	Color	LED = ON	LED = OFF	LED flashing
PWR	Power supply	green	Power supply present	Power supply missing	--
RUN	RUN/STOP Status	green	CPU is in status RUN	CPU is in status STOP	Fast flashing (4 Hz): The CPU is reading/writing data to the SD Memory Card. If the ERR-LED is also flashing, data is written to the Flash-EEPROM. Slow flashing (1 Hz): The firmware update from the SD Memory Card has been finished successfully.
ERR	Error indication	red	An error occurred	No errors or only warnings encountered (E4-errors). The LED behaviour by the error classes 2 to 4 is configurable.	with 4 Hz (fast): displays together with the RUN LED a currently running firmware-upgrade or writing data to the Flash-EPROM.

Entradas Digitales – PLC Lab

The following figure shows the electrical connection of the digital inputs to the PM554 CPUs:



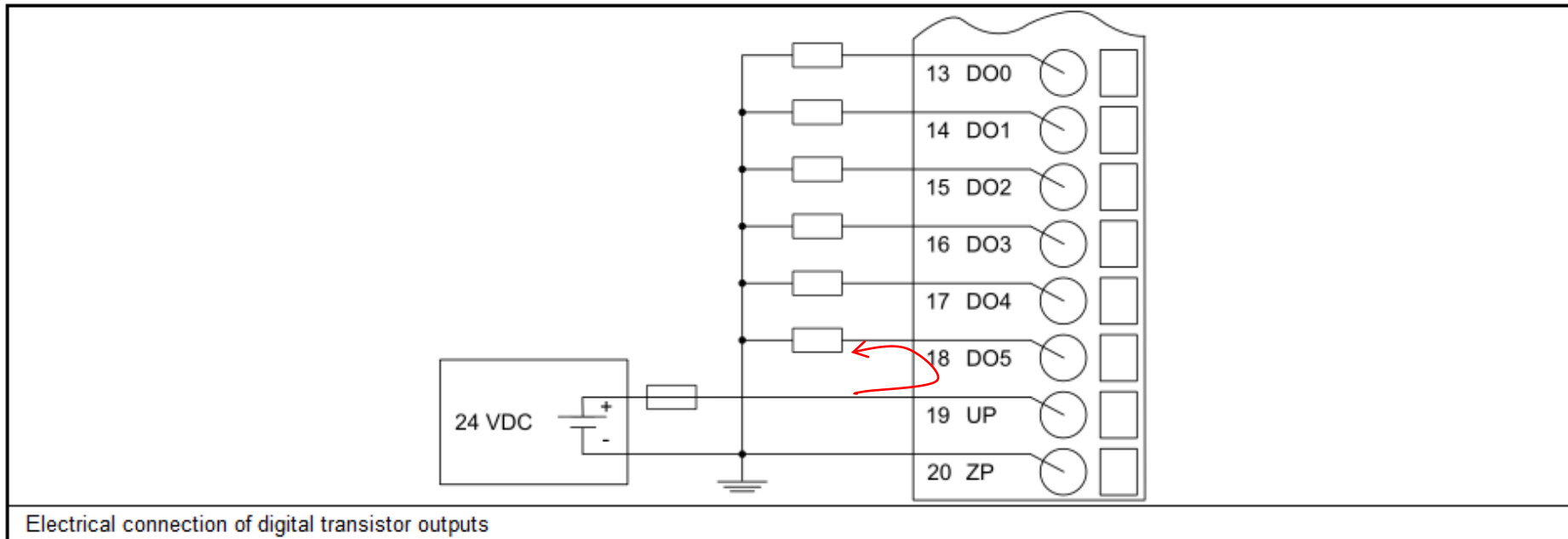
Sink

Source

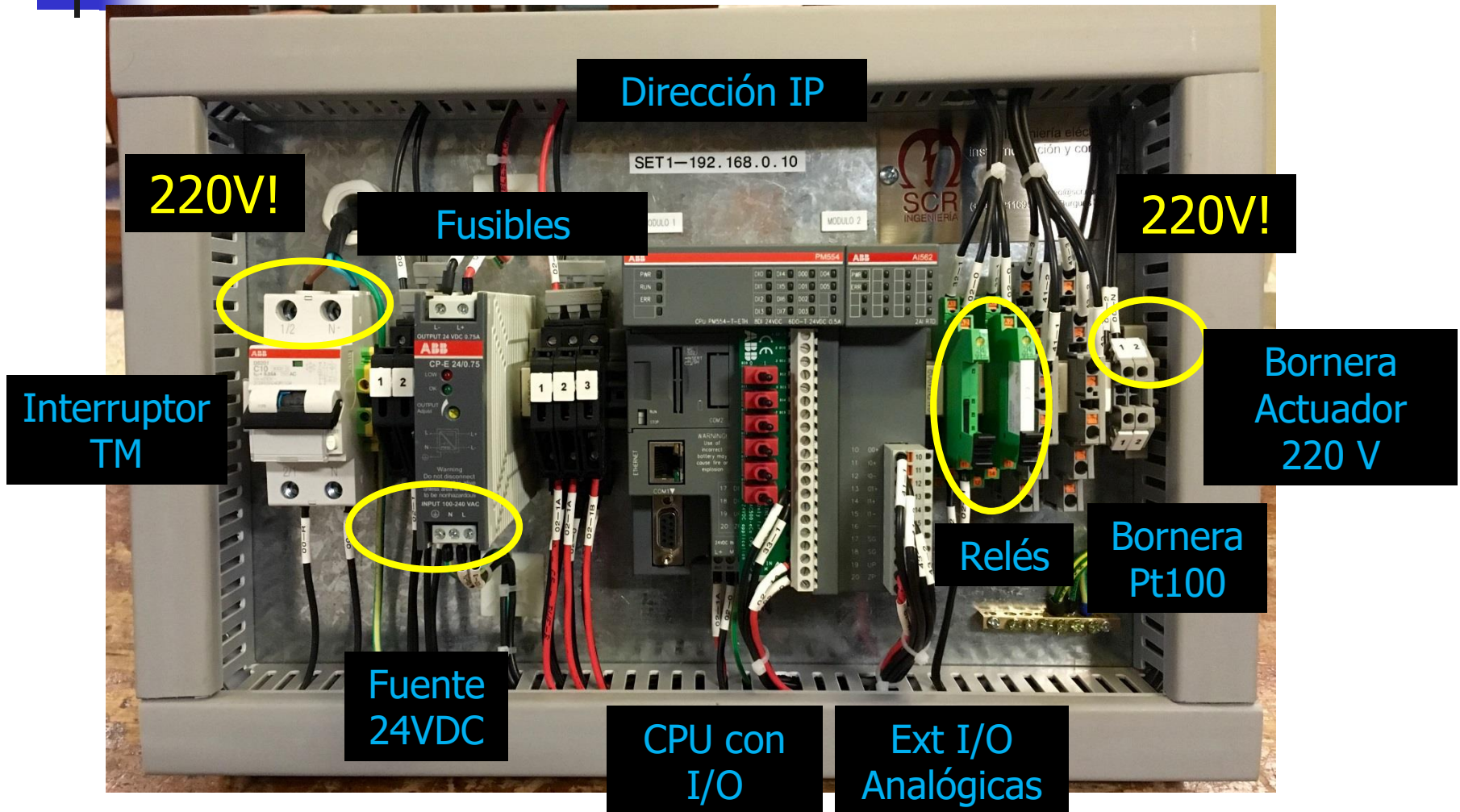
Usado en el laboratorio

Salidas Digitales – PLC Lab

The following figure shows the electrical connection of the digital transistor outputs to the PM554-T CPUs:

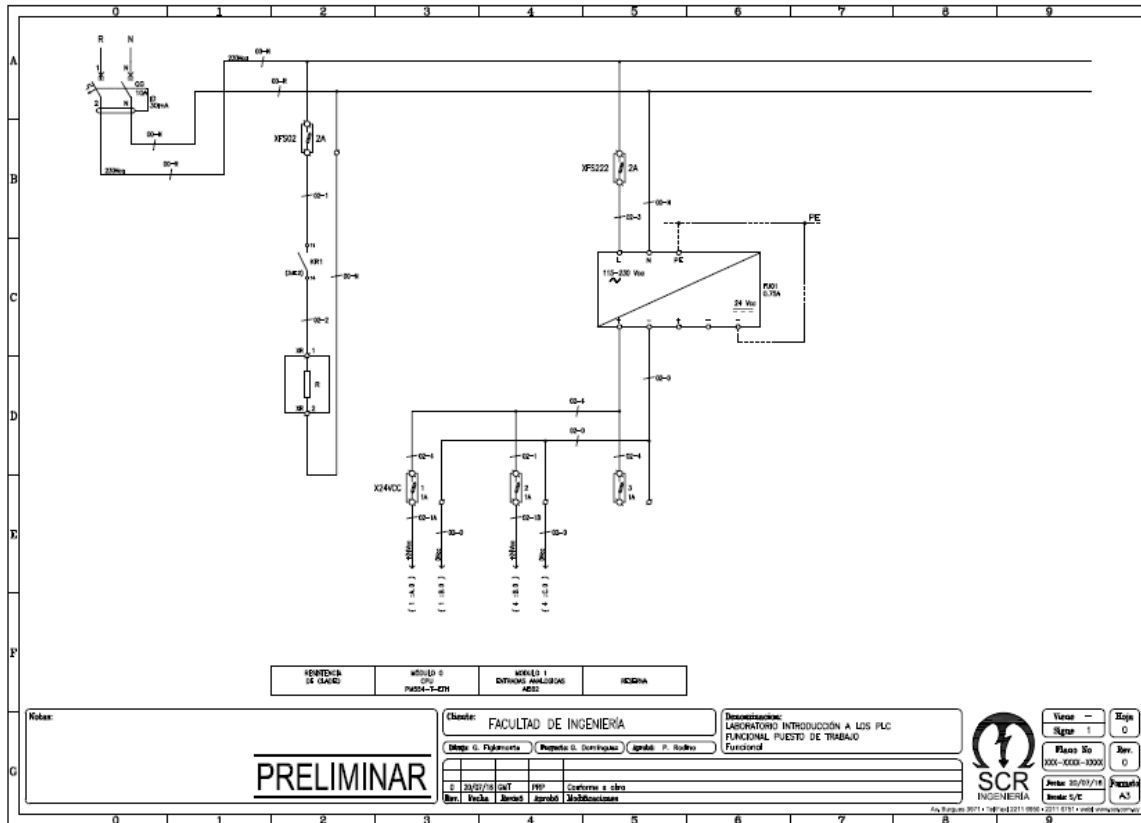


Set del Laboratorio

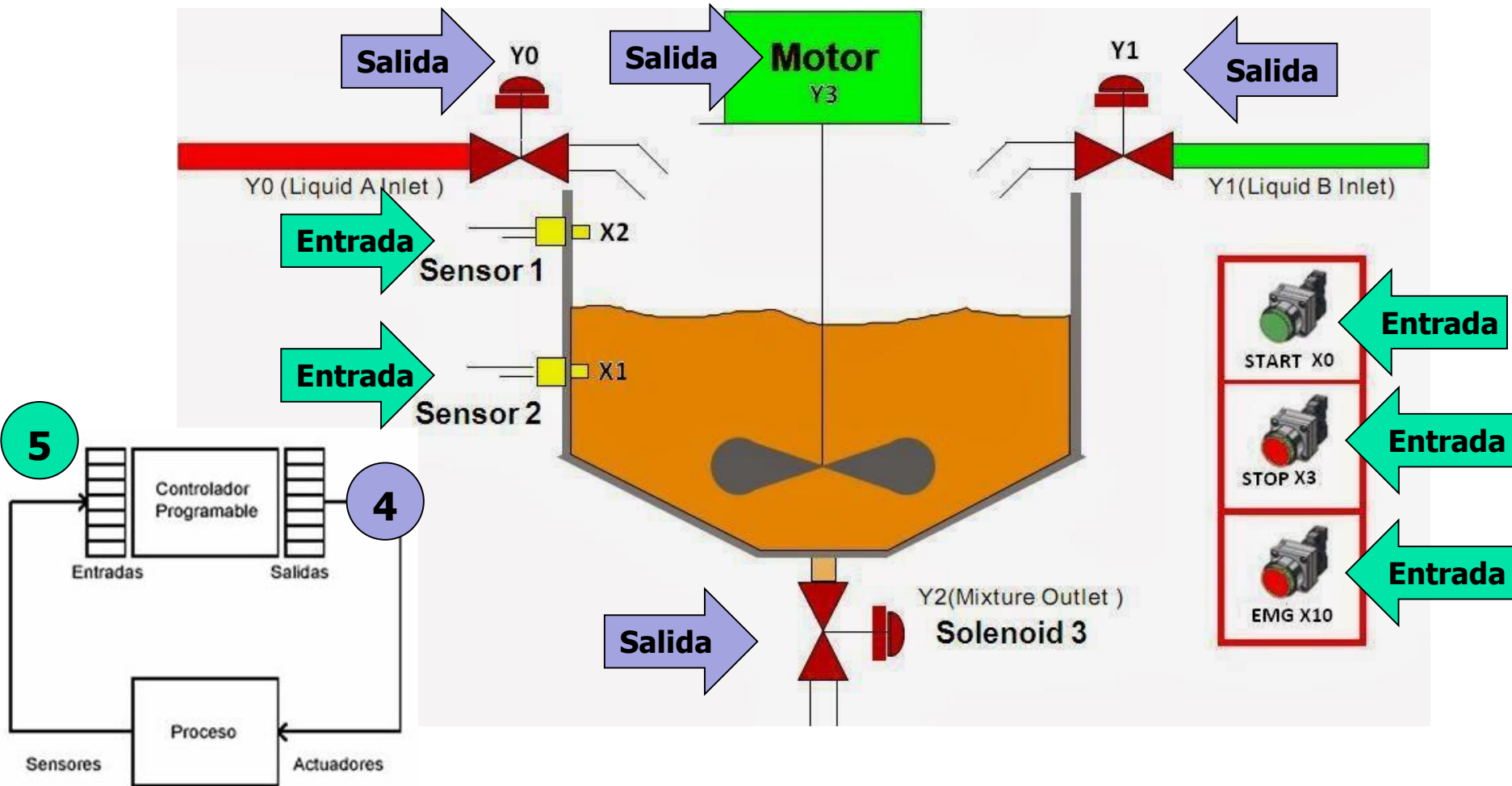


Set del Laboratorio

- Planos en página del curso



Aplicación Típica - Mezcla





Evolución de los PLCs

- Capacidad
- Costo
- Aplicaciones cubiertas
- Importancia al día de hoy
- Vinculación con IOT, 4.0

Industria 4.0

