

Sistema automatizado (PLC's)

Estandarización con autómatas programables



Sistema automatizado (PLCs)

PLC's

Felipe Mateos - Nov. 2001
Víctor M. González - May. 2004

Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

Sistema automatizado (PLCs)

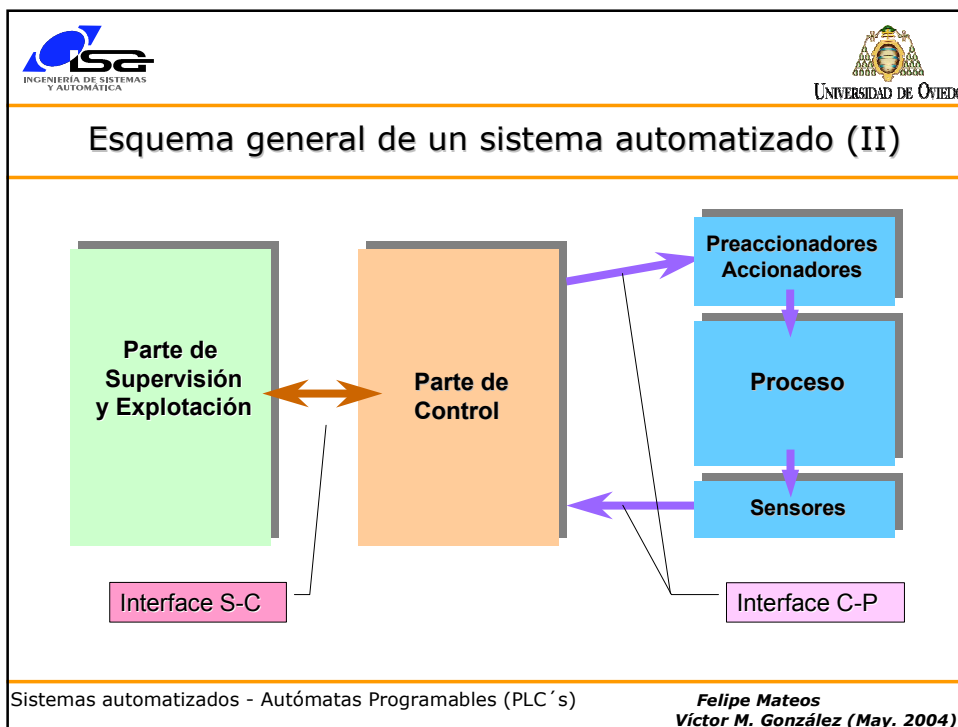
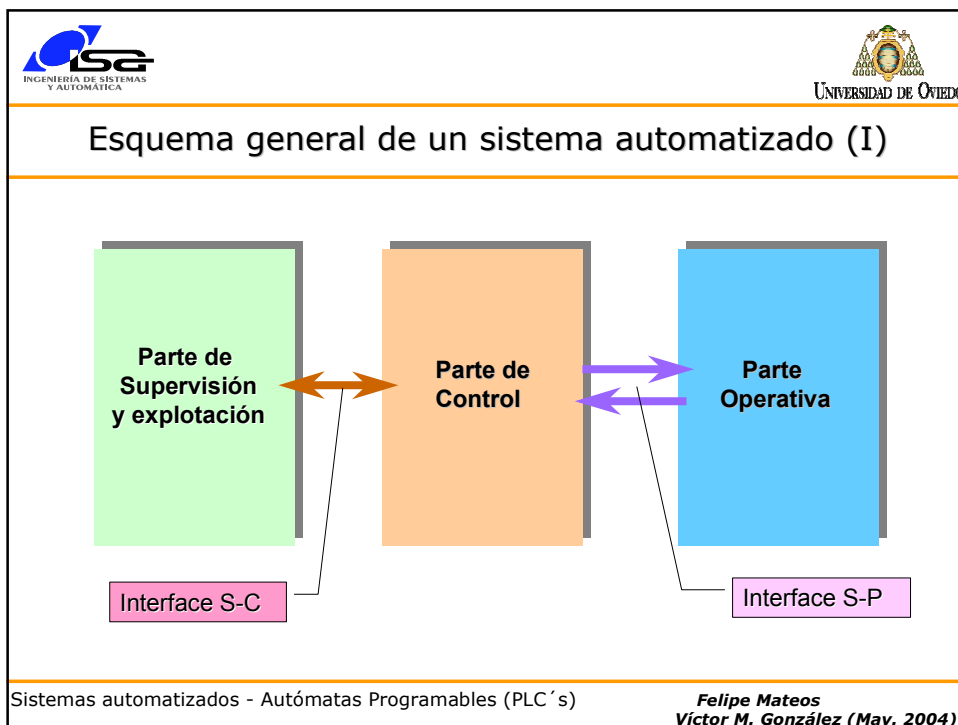
- Esquema general
- Componentes habituales (PLC)
- Breve reseña histórica
- Comparativa entre los distintos controladores

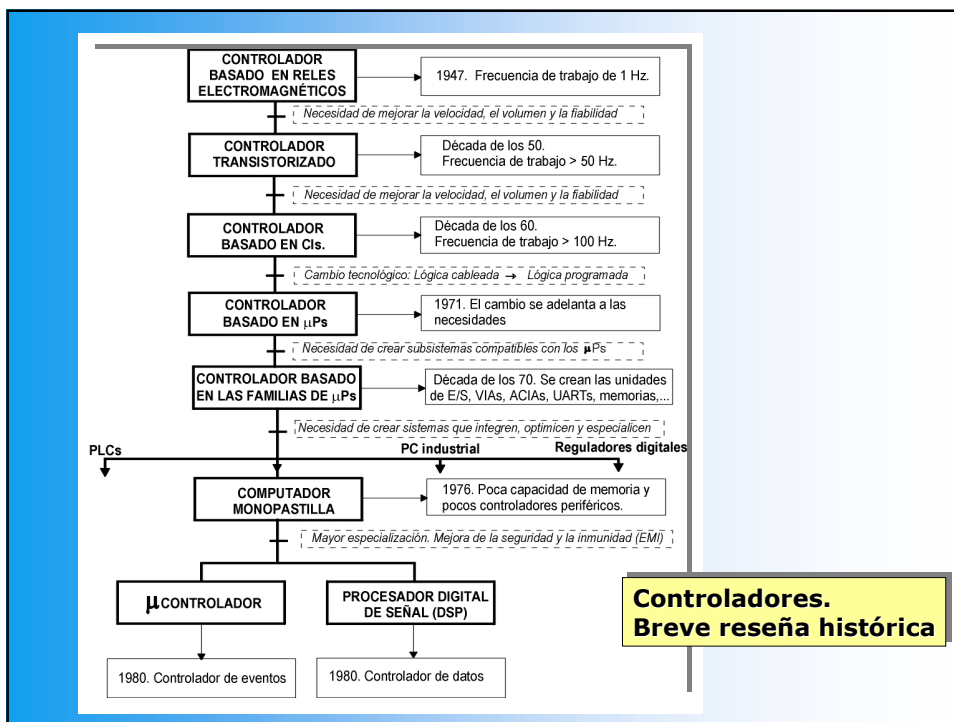
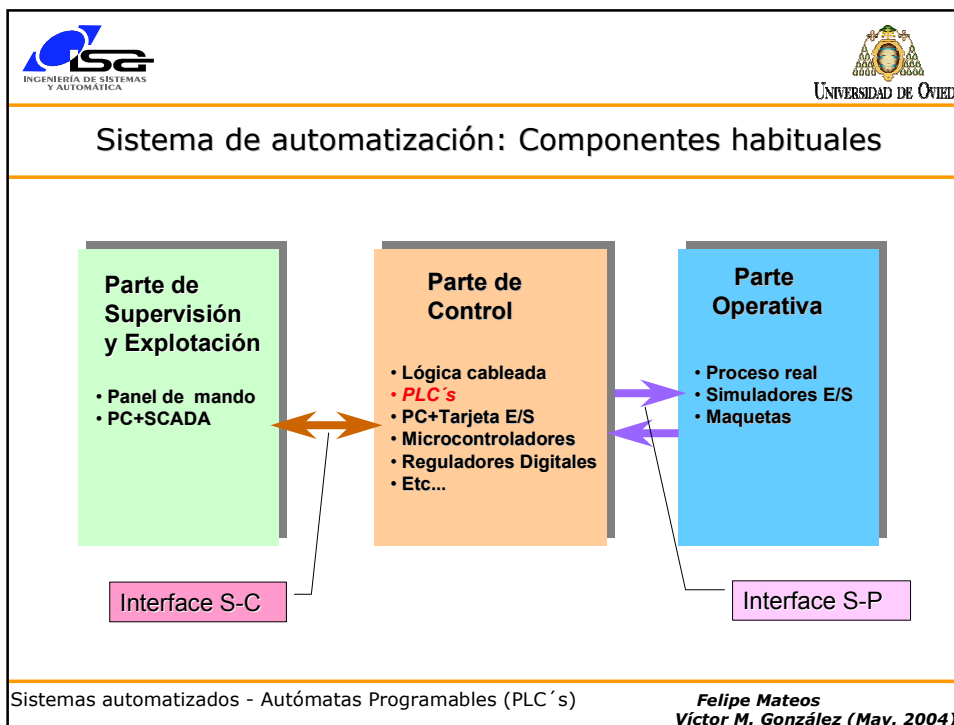
- PLC. Definición
- Concepto gráfico de PLC
- Arquitectura típica de un PLC. Ejemplos
- ¿Cómo trabaja un PLC?
- Criterios de selección. Gamas de PLCs
- Elementos de programación. Tipos de lenguajes
- Equipos de programación, diseño y explotación
- Desarrollo de un proyecto con PLCs
- El PLC y su entorno



Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)







Comparativa de los distintos tipos de controlador

CARACTERÍSTICAS DE CONTROL	CONTROLADORES COMERCIALES			
	PC INDUSTRIAL	PLC	MICRO - CONTROLADOR	REGULADOR DIGITAL
CONTROL BOOLEANO	<div style="width: 20px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
CONTROL CONTINUO	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div> ⁽¹⁾	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div> ⁽²⁾	<div style="width: 40px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
GESTIÓN O CÁLCULOS COMPLEJOS	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 25px; height: 10px; background-color: gray;"></div> ⁽³⁾	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
SERIES IMPORTANTES	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 25px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
CANTIDAD DE E/S	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 20px; height: 10px; background-color: gray;"></div>

⁽¹⁾ Siempre que se utilicen tarjetas de adquisición de datos.
⁽²⁾ Siempre que se utilicen microcontroladores de al menos 16 bits con interfaces conversores A/D y D/A y una arquitectura adecuada para procesar señales continuas.
⁽³⁾ Complementando al microcontrolador con un DSP.

Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

Comparativa de los distintos tipos de controlador

CARACTERÍSTICAS DE CONTROL	CONTROLADORES COMERCIALES			
	PC INDUSTRIAL	PLC	MICRO - CONTROLADOR	REGULADOR DIGITAL
CONTROL BOOLEANO	<div style="width: 20px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
CONTROL CONTINUO	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div> ⁽¹⁾	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div> ⁽²⁾	<div style="width: 40px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
GESTIÓN O CÁLCULOS COMPLEJOS	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 25px; height: 10px; background-color: gray;"></div> ⁽³⁾	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
SERIES IMPORTANTES	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 25px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
CANTIDAD DE E/S	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div>
CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 30px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 15px; height: 10px; background-color: gray;"></div>	<div style="width: 20px; height: 10px; background-color: gray;"></div>

Control Continuo

Sistemas Empotrados

Control Procesos

←

←

←

⁽¹⁾ Siempre que se utilicen tarjetas de adquisición de datos.
⁽²⁾ Siempre que se utilicen microcontroladores de al menos 16 bits con interfaces conversores A/D y D/A y una arquitectura adecuada para procesar señales continuas.
⁽³⁾ Complementando al microcontrolador con un DSP.

Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

¿Qué es un autómata programable?

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

Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

¿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

• 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.

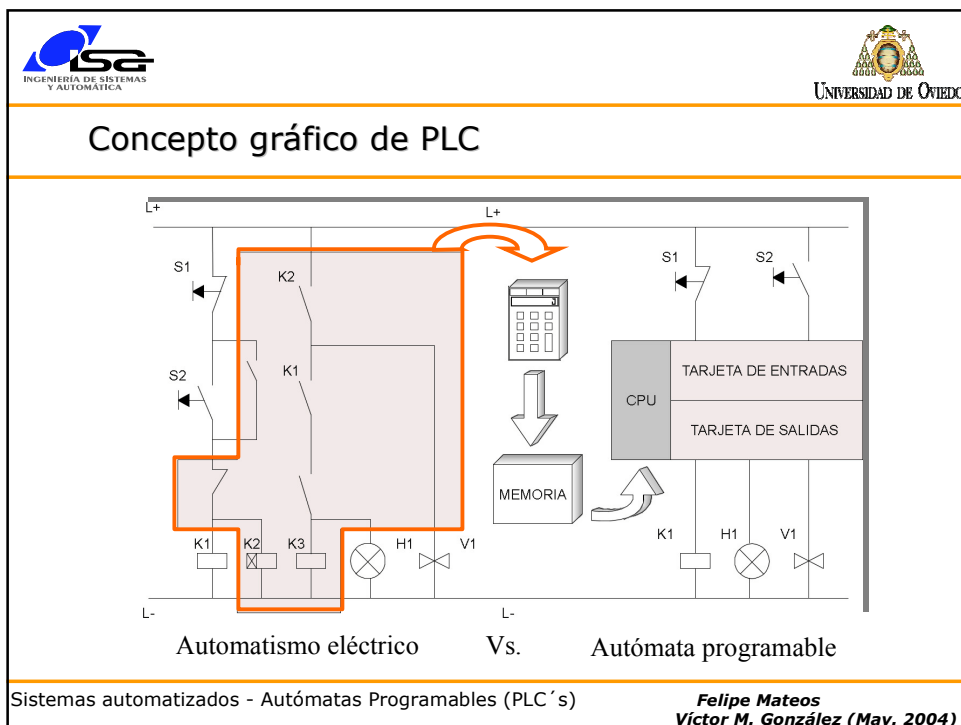
• Mantenimiento

Interfaz Hombre Máquina (HMI) muy potente.

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


Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)








Controladores eléctricos y programables: Campo de aplicación

 Contadores Auxiliares	 Temporizadores	 Programador lógico	 Micro-PLC
<ul style="list-style-type: none"> Múltiples contactos Enclavable Lógica funcional única <p>Relés</p> <ul style="list-style-type: none"> Adaptación de nivel y aislamiento eléctrico desde / para PLC Conexión de pequeñas cargas monofásicas 	<ul style="list-style-type: none"> 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: 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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

Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)
Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

Limitaciones en el Entorno de un AP

Limitaciones en el Entorno Industrial


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

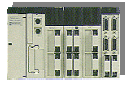
- Ambiente Físico y Mecánico**

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**

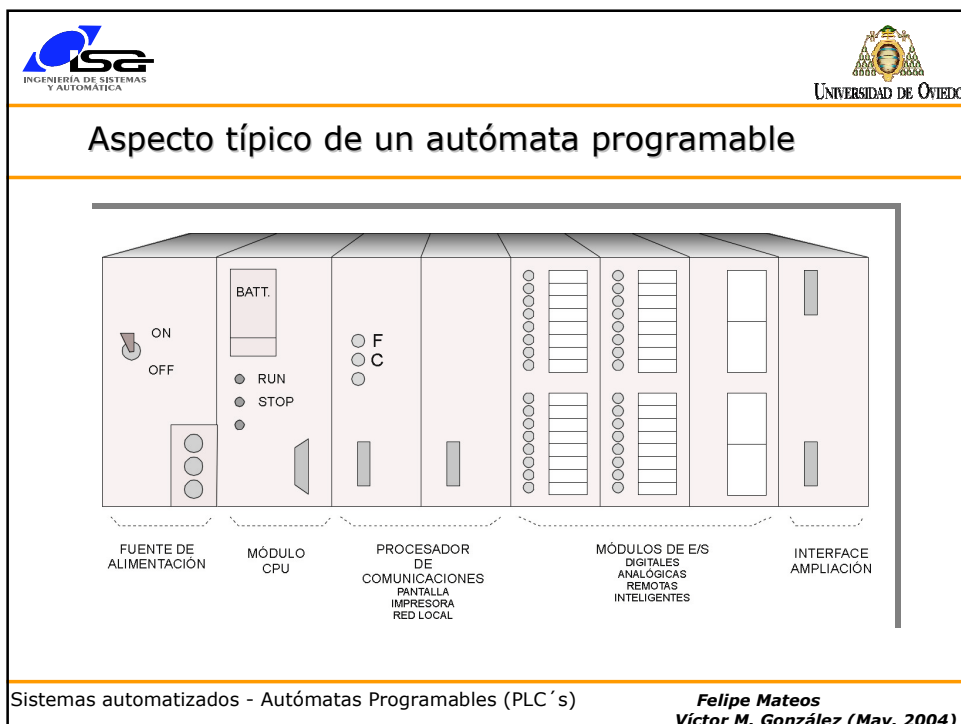
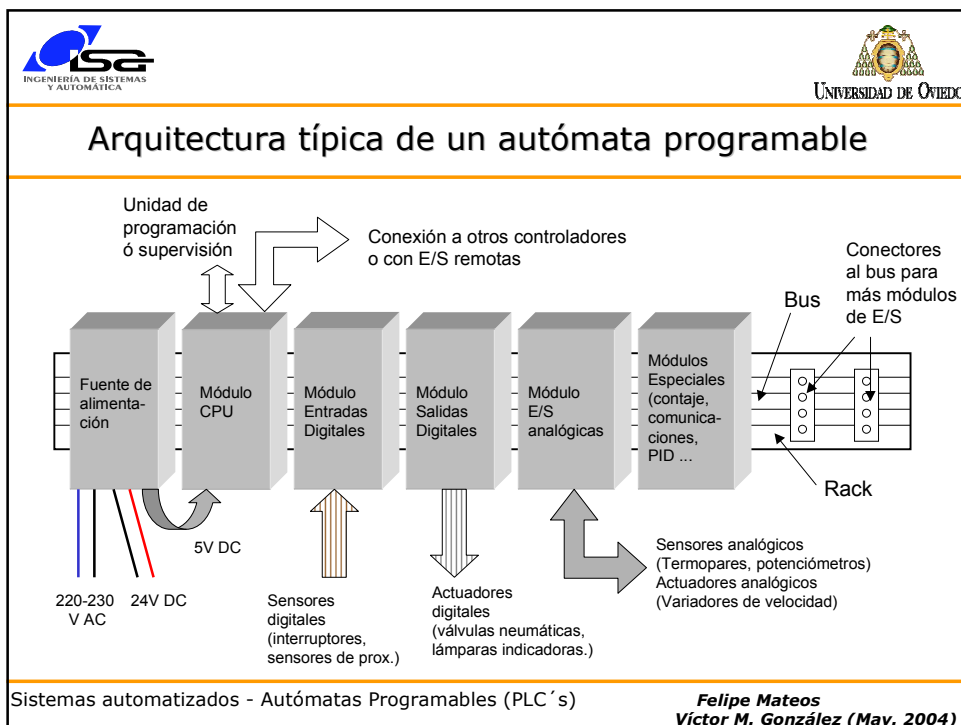
Gases corrosivos, Vapores de Hidrocarburos, Polvos Metálicos, Minerales -> corrosiones en circuitos, potenciales, cortocircuitos, ...
Solución = Aislamiento en cajas estancas y barnizado de circuitos impresos
- Perturbaciones Eléctricas**

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.





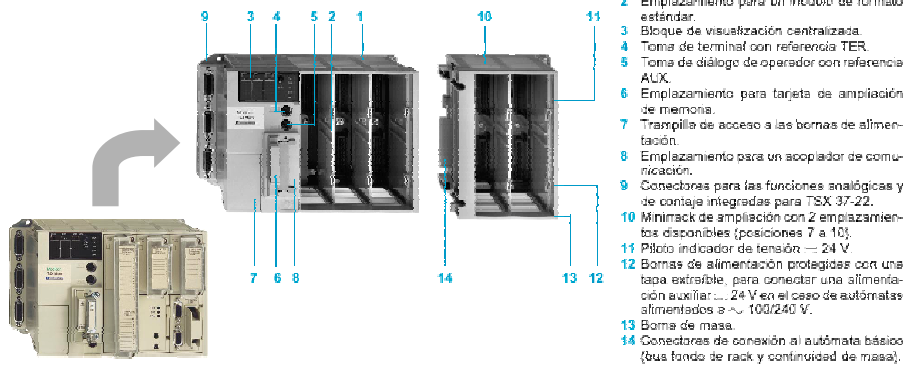
Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)
Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)



Ejemplo de arquitectura (I)

Descripción

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

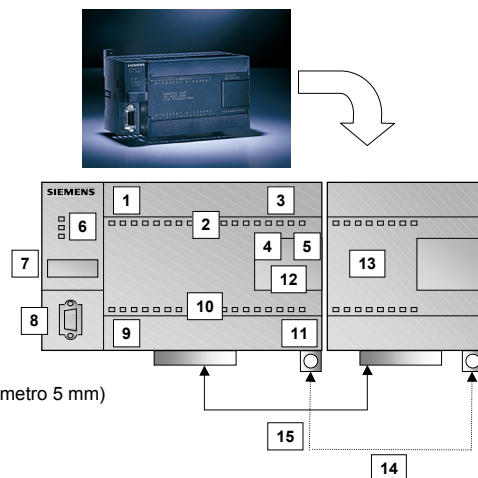


Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

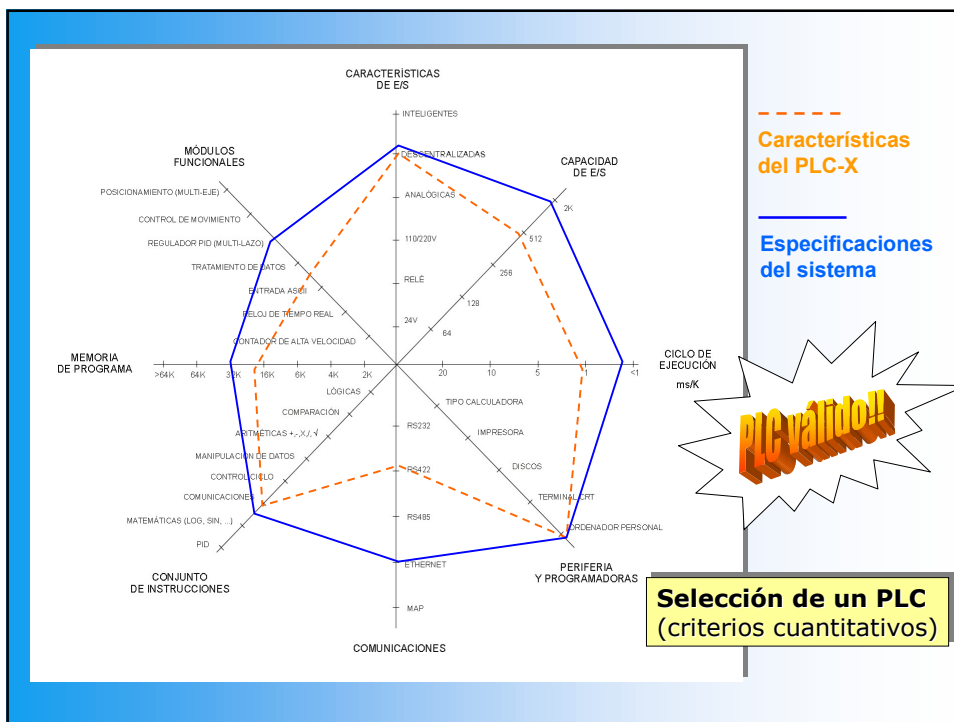
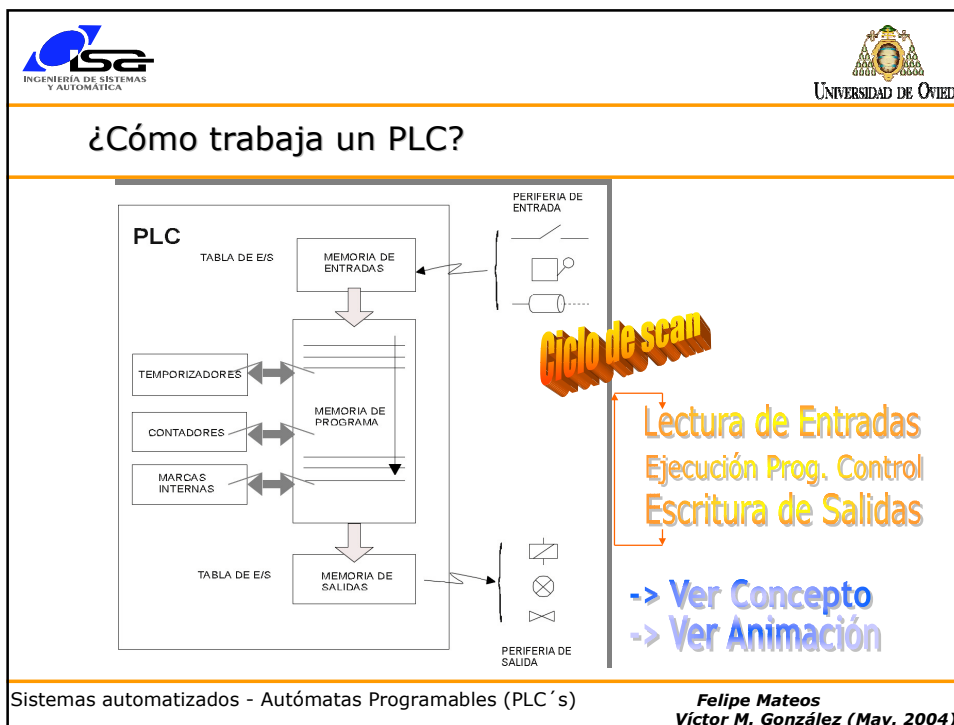
Ejemplo de arquitectura (II)



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



Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)





Selección de un PLC (criterios cualitativos)

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

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

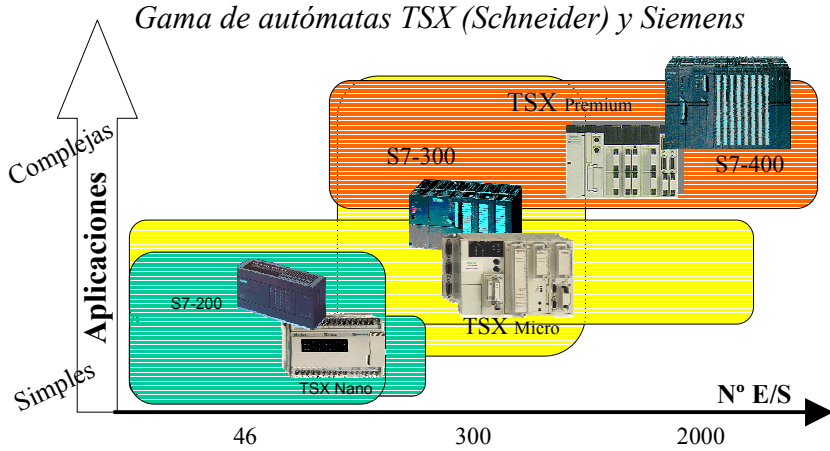
Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

**Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)**

Gama de PLCs en distintos fabricantes



Gama de autómatas TSX (Schneider) y Siemens



The diagram illustrates the range of PLCs from Siemens (S7-200, S7-300, S7-400) and Schneider (TSX Nano, TSX Micro, TSX Premium) plotted against application complexity (Simple to Complex) and I/O count (46 to 2000). The y-axis represents 'Aplicaciones' (Applications) from 'Simples' to 'Complejas'. The x-axis represents 'Nº E/S' (I/O count) with markers at 46, 300, and 2000. Siemens S7-200 is shown in a green box at the bottom left. TSX Nano is shown in a blue box below TSX Micro. TSX Micro is shown in a yellow box. S7-300 and TSX Premium are shown in an orange box at the top right. S7-400 is shown in a blue box at the top right.

Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

**Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)**

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...

Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

Lenguajes de programación

SFC

```

graph TD
    Start([Start]) -- S_01 --> Paso_1[Paso_1]
    Paso_1 -- Transición_02 --> Paso_2[Paso_2]
    Paso_2 -- Transición_Fin --> End([End])
          
```

LD

```

graph LR
    S01[S_01] --> AND1[AND]
    S02[S_02] --> AND1
    AND1 --> S03[S_03]
    S03 --> Manual[Manual]
          
```

IL

```

LD Entrada_Manual
OR Entrada_Automática
AND Desbloqueo
ST Funcionamiento
LD Entrada_01
          
```

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

ST

```

IF Data = "EOF" THEN
  FOR Index:=1 TO 128 DO
    X:=Read_Data(Datafield[Index]);
    IF X > 2500 THEN Alarma:=TRUE;
  END_IF;
END_FOR;
END_IF;
          
```

FBD

```

graph LR
    S01[S_01] -- XOR --> TON[Tiempo_01]
    S02[S_02] --> TON
    S03[S_03] --> TON
    TON -- T#12s400ms --> Lampara[Lámpara]
    TON --> Tiempo_actual[Tiempo actual]
          
```

Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)









Diagrama de Escalera (LD)



- Conjunto estandarizado de símbolos de programación de "relés en escalera"
- Nace en los USA como reflejo de los esquemas eléctricos estándar empleados en lógica cableada

A	B	C
		


Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

Lista de Instrucciones (IL)



- Modelo de ejecución basado en un acumulador (pila) simple
- Basado en el lenguaje Alemán "Anweisungsliste", AWL
- Sólo se permite una operación por línea
- Cada operación opera sobre uno o dos operandos



LD	A
ANDN	B
ST	C

Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

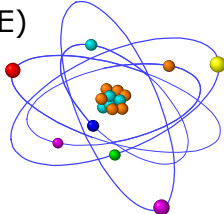
Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

Texto Estructurado (ST)

- 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())

C:= A AND NOT B



Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)



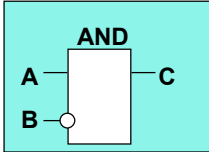
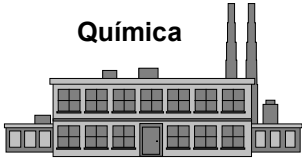



Diagrama de Bloques Funcionales (FBD)

- Lenguaje gráfico ampliamente usado en Europa
- Permite elementos de programa que aparecen como bloques conectados en una forma análoga a un diagrama de circuito electrónico de puertas lógicas
- Se usa en muchas aplicaciones que implican el flujo de información o datos entre componentes de control

AND


Química

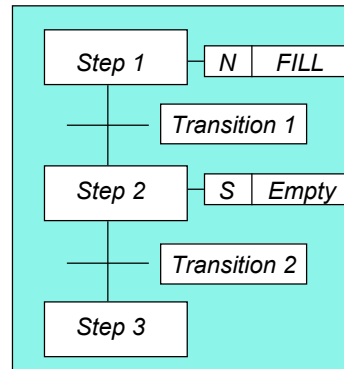


Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

Diagrama Funcional Secuencial, SFC

- Potente técnica gráfica para describir el comportamiento secuencial de un programa de control
- Se usa para particionar un problema de control
- Facilita el rápido diagnóstico de problemas en el algoritmo de control
- Los elementos son ETAPAS con BLOQUES DE ACCIÓN y TRANSICIONES
- Permite secuencias alternativas y paralelas



Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

 Felipe Mateos
 Víctor M. González (May. 2004)

Equipos para la programación y explotación

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

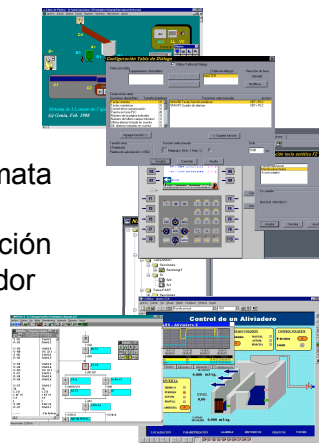


Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

 Felipe Mateos
 Víctor M. González (May. 2004)

Algunos programas de diseño y explotación

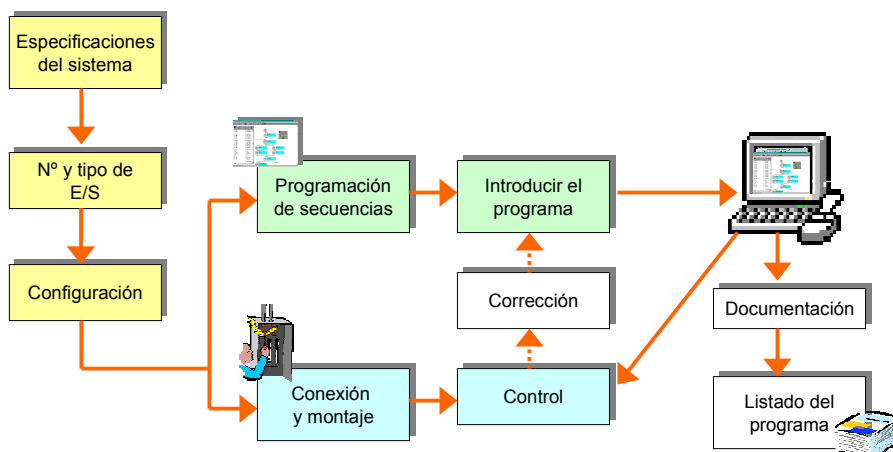
- Herramientas de simulación
- Diseño e instalación de aplicaciones
- Desarrollo de funciones C
- Tratamiento en lógica difusa
- Puesta a punto de programas de autómeta
- Servidor OPC + SCADA
- Visualizar, ajustar y gobernar la instalación
- Aplicaciones para terminales de operador
- Software de comunicaciones



Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

Desarrollo de un proyecto con PLCs



Sistemas automatizados - Autómatas Programables (PLC's)

Felipe Mateos
Víctor M. González (May. 2004)

