



Equipos para la automatización industrial

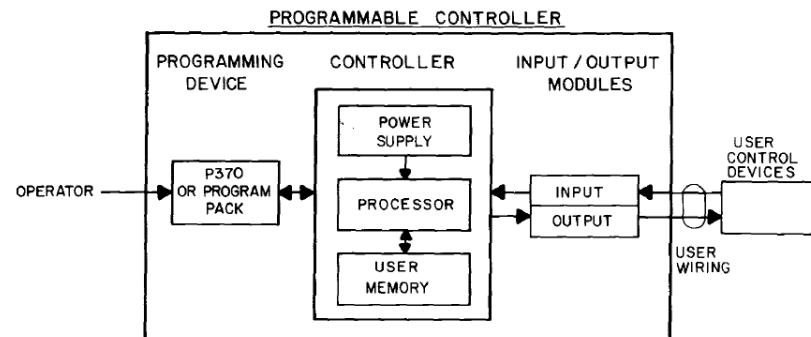
Autómatas Programables

Historia de los Autómatas Programables (II)

- En 1968, **GM Hydramatic** realiza un concurso para la propuesta de un controlador electrónico que sustituya a las soluciones de control cableado utilizadas hasta ese momento.
- La propuesta ganadora corresponde a la consultora **Bedford Associates**, que propone un Controlador Lógico Programable (**PLC**). El primer **PLC** comercial, denominado **MODICON 084**, fue presentado por esta empresa. Uno de sus componentes, *Richard E. Morley*, es considerado en la actualidad el “padre” del PLC.



Richard E. Morley



Arquitectura PLC



PLC Modicon 084



Equipos para la automatización industrial

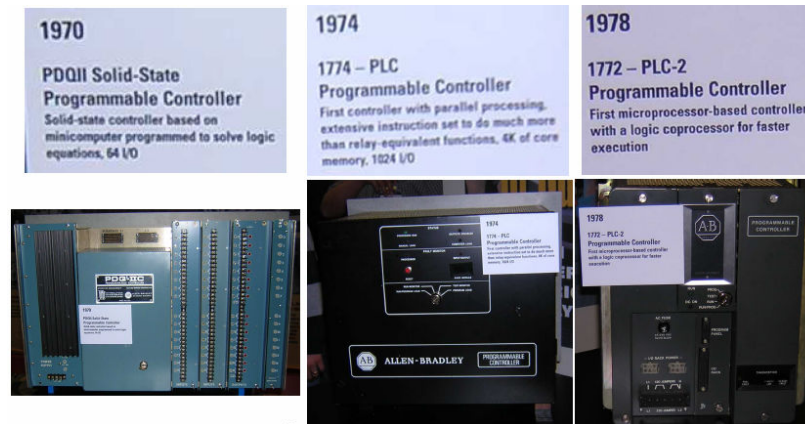
Autómatas Programables

Historia de los Autómatas Programables (III)

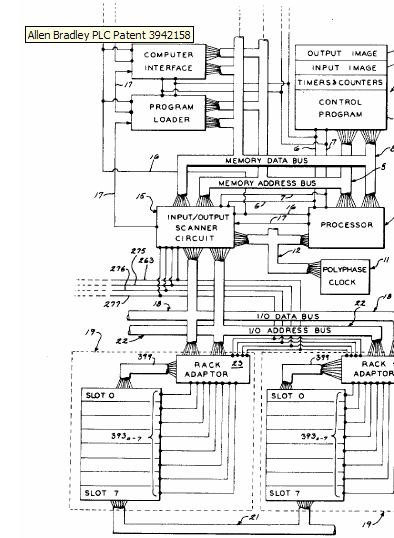
- Quien **patentó**, en 1974, el término **PLC** fue la marca **ALLEN-BRADLEY** (hoy Rockwell Automation). El *Dr. Odo J. Struger*, fallecido en 1998, es considerado el “padre” de sus PLC’s.
- El *Dr. Struger*, de origen Austriaco, trabajó para la empresa A & B durante 40 años y colaboró activamente en el **desarrollo del estándar IEC 1131-3**.



Odo J. Struger



Evolución de los PLC's de A&B



Patente PLC

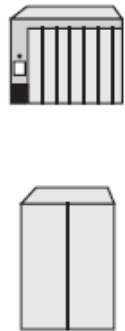


Equipos para la automatización industrial

Autómatas Programables

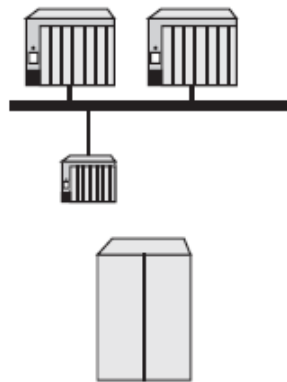
Evolución de los Autómatas Programables

Nace el AP
basado en un
procesador.



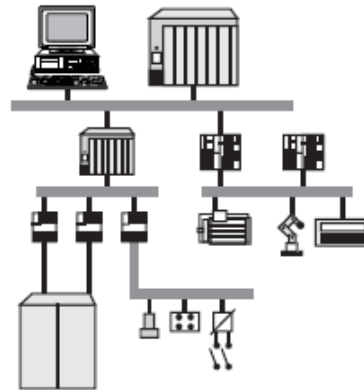
1975

Los AP se
conectan
en red.



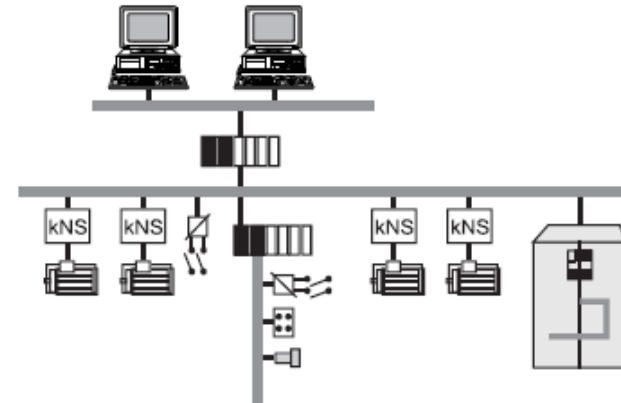
1980

Los procesos de control
se complican y se
descentralizan: redes
de AP más pequeños.



1994

Los armarios de distribución de
conexiones se sustituyen por redes de
control que comunican los AP entre sí
y con los dispositivos de campo.



2000

Evolución de los Autómatas Programables basados en microprocesador en **Europa**



Equipos para la automatización industrial

Autómatas Programables

Estructura lógica de un A.P.

- CPU
 - Unidad de control.
 - ROM sistema operativo.
 - Memoria de programa.
 - Acumulador.
 - Imágenes de proceso de entradas y salidas.
 - Temporizadores, contadores y marcas.
- Periferia
- Comunicaciones

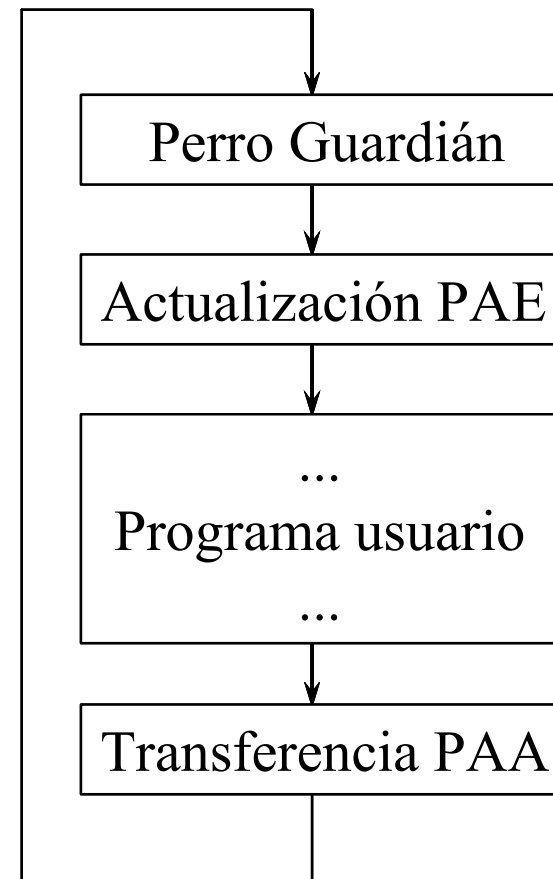


Equipos para la automatización industrial

Autómatas Programables

Procesamiento cíclico del programa

- Concepto de ciclo de programa.
- Perro guardián.
- Actualización PAE (imagen entradas).
- Instrucciones.
- Transferencia PAA (imagen salidas).





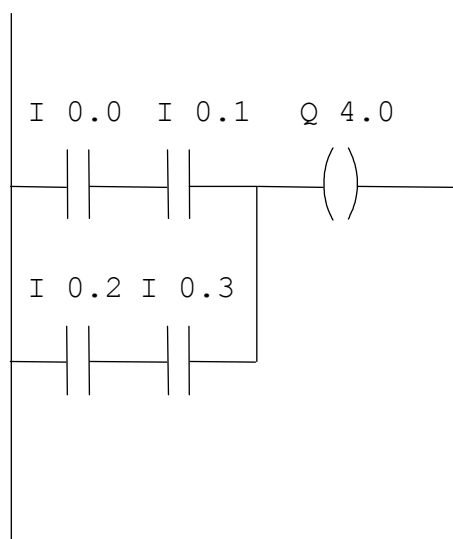
Equipos para la automatización industrial

Autómatas Programables

Lenguajes de Programación básicos (IEC 61131-3)

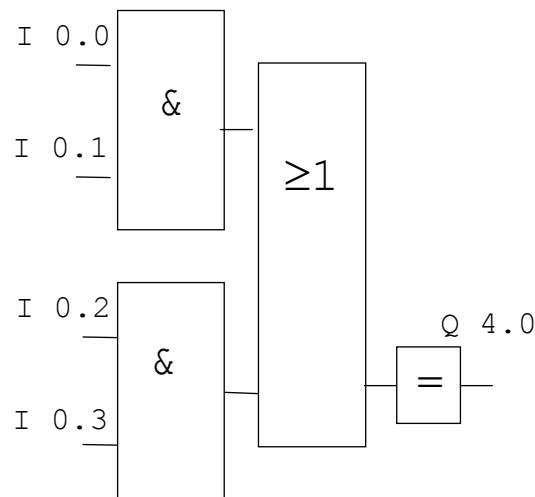
LD

Diagrama de contactos



FBD

Diagrama de funciones



IL

Lista de instrucciones

```
AND  I    0.0
AND  I    0.1
OR
AND  I    0.2
AND  I    0.3
ST   Q    4.0
```



Equipos para la automatización industrial

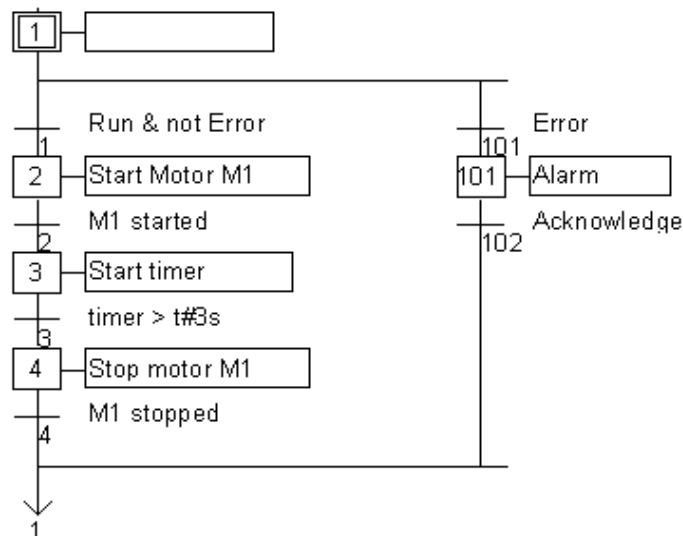
Autómatas Programables

Lenguajes de Programación avanzados (IEC 61131-3)

SFC

Diagrama de funciones secuenciales

(*Programa en SFC con simple divergencia y convergencia*)



ST

Texto estructurado

```
FUNCTION_BLOCK HYSTERISIS
VAR_INPUT
    XIN1, XIN2 : REAL;
    EPS : REAL; (*Hysterisis band*)
END_VAR
VAR_OUTPUT
    Q : BOOL := 0
END_VAR
IF Q THEN
    IF XIN1 < (XIN2-EPS) THEN
        Q := 0 (*XIN1 decreasing*)
    END_IF;
ELSIF XIN1 > (XIN2 + EPS ) THEN
    Q := 1; (*XIN1 increasing*)
END_IF;
END_FUNCTION_BLOCK
```




Equipos para la automatización industrial

Autómatas Programables

Familia de Autómatas Programables (SIMATIC S7)

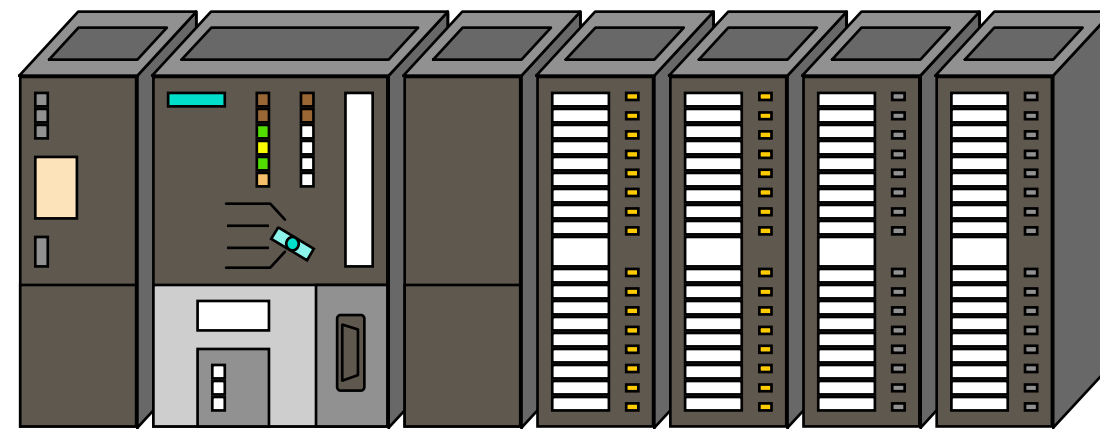




Equipos para la automatización industrial

Autómatas Programables

Configuración Modular de los A.P. (SIMATIC S7-300)



↓
PS
(opcional)

↓
CPU

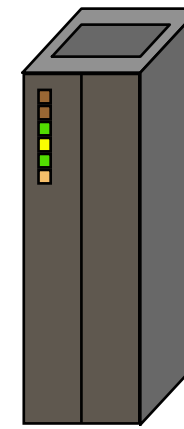
↓
IM
(opcional)

↓
SM: DI

↓
SM: DO

↓
SM: AI

↓
SM: AO



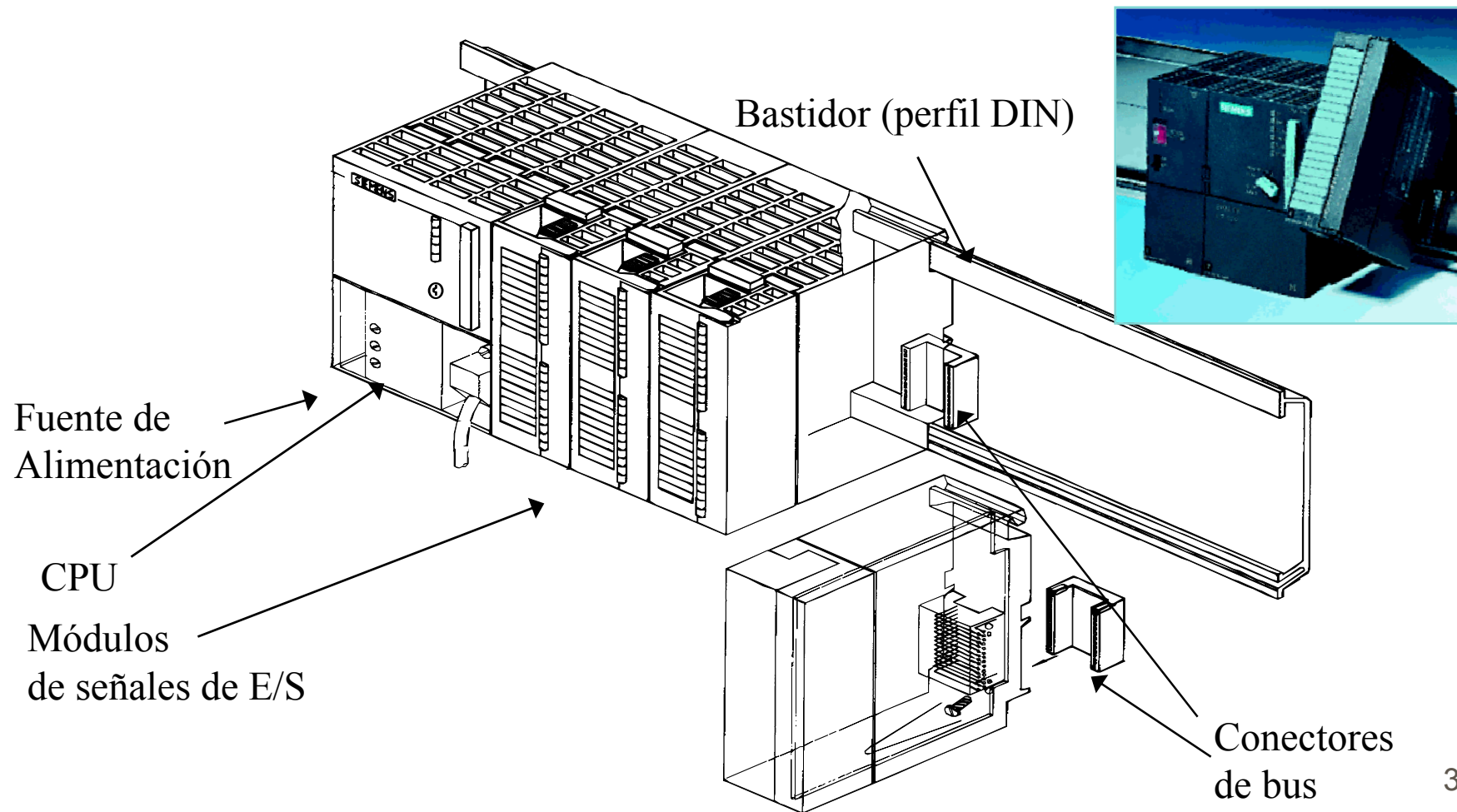
CP:
- Punto-a-Punto
- PROFIBUS
- Ethernet Industrial



Equipos para la automatización industrial

Autómatas Programables

Configuración Modular de los A.P. (SIMATIC S7-300)





Equipos para la automatización industrial

Autómatas Programables

Gama de Módulos Periféricos (SIMATIC S7-300)

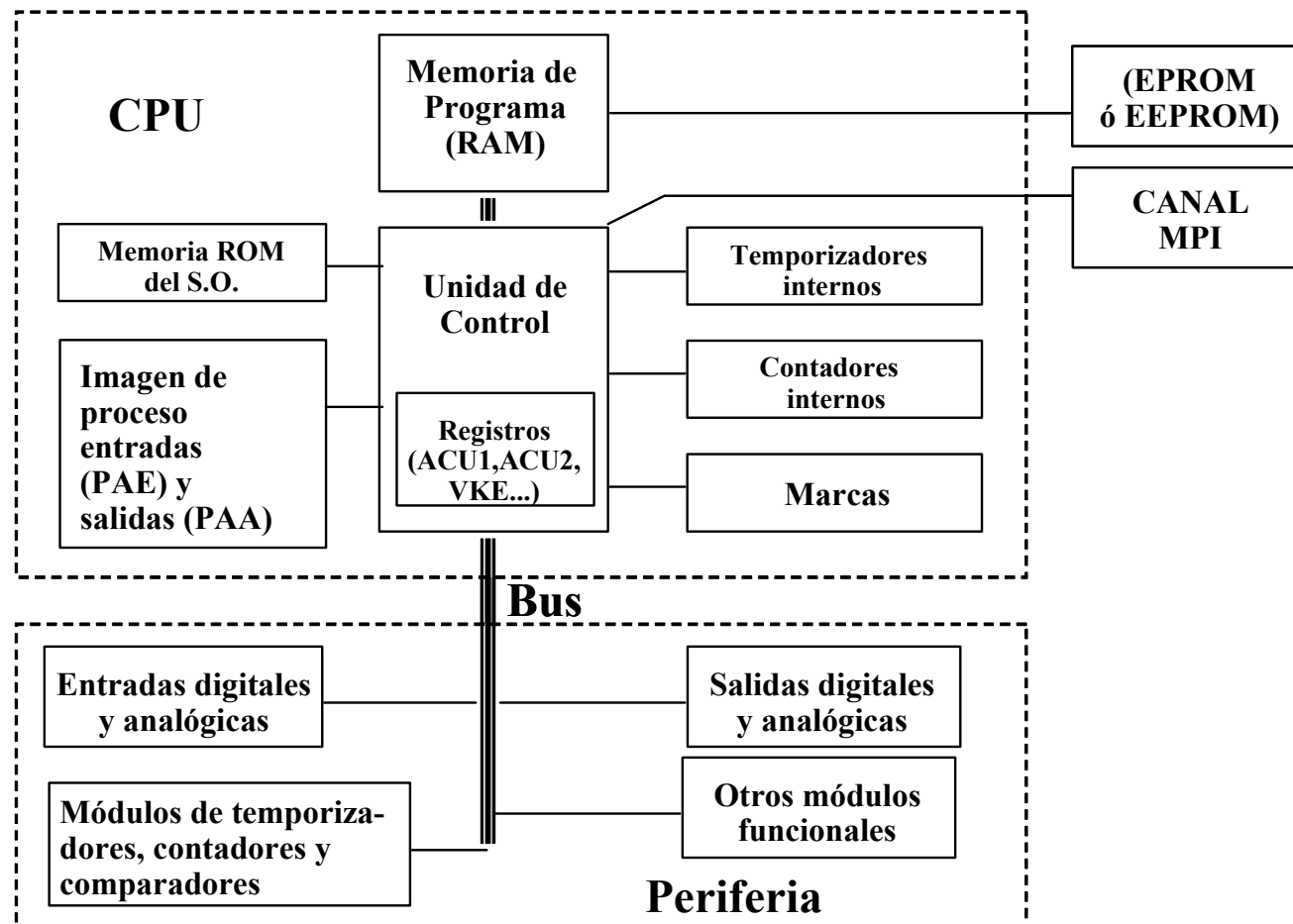
- Entradas digitales (SM-DI).
- Salidas digitales (SM-DO).
- Entradas analógicas (SM-AI).
- Salidas analógicas (SM-AO).
- Módulos de aplicación específica (FM,CP).
 - Reguladores PID.
 - Encoders.
 - Buses de campo. Comunicaciones industriales.



Equipos para la automatización industrial

Autómatas Programables

Estructura lógica de un A.P. (SIMATIC S7)





Equipos para la automatización industrial

Autómatas Programables

Datos técnicos de la familia de CPU's S7-300

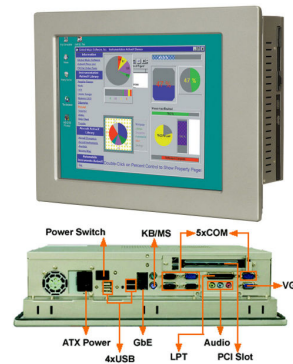
Características	CPU 313	CPU 314	CPU 315	CPU 312 IFM	CPU 314 IFM	CPU 315-2 DP	CPU 316-2 DP	CPU 318-2 DP
Memoria de usuario								
Memoria de carga	12 kB	24 kB	48 kB	6 kB	24 kB	48 kB	128 kB	256 + 256 kB
Memoria de carga (integrada)	20 kB	40 kB	80 kB	20 kB	40 kB	88 kB	192 kB	64 kB
Memoria de carga (insertada)	512 kB	512 kB	512 kB	—	—	512 kB	512 kB	4 MB
Tiempo de ejecución								
Operaciones de bit	0,6 µs	0,3 µs	0,3 µs	0,6 µs	0,3 µs	0,3 µs	0,3 µs	0,1 µs
Carga/transf. (Word)	2 µs	1 µs	1 µs	2 µs	1 µs	1 µs	1 µs	0,1 µs
16-bits-coma fija (+/-)	3 µs	2 µs	2 µs	3 µs	2 µs	2 µs	2 µs	0,1 µs
IEEE-coma flotante (+/-)	60 µs	50 µs	50 µs	60 µs	50 µs	50 µs	50 µs	0,6 µs
Operandos								
Marcas (Bit)	2.048	2.048	2.047	1.024	2.048	2.048	2.048	8.192
Marcas de impulso	8	8	8	8	8	8	8	8
Temporizadores	128	128	128	64	128	128	128	512
Contadores	64	64	64	32	64	64	64	512
Tipo de módulos/cantidad								
FB	128	128	128	32	128	128	128	1.024
FC	128	128	128	32	128	128	128	1.024
DB	127	127	127	127	127	127	127	2.047
Periféricos conectables								
E/S digitales	128	512	1.024	32	512	1.024	1.024	1.024
E/S analógicas	32	64	128	8	64	128	128	128
Zona de dirección máxima	64/64	128/128	256/256	16/16	128/128	256/256	256/256	512/512
Comunicaciones integradas en la unidad central	MPI	MPI	MPI	MPI	MPI	MPI, DP	MPI, DP	MPI, DP



Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

- Los **Computadores Industriales** son sistemas electrónicos de control constituidos por un **computador de propósito general** adecuadamente diseñado y montado para poder trabajar en el entorno de un proceso industrial continuo o discreto y soportar las **condiciones ambientales adversas** (polvo, temperatura, interferencias EM, ...). Aquellos cuyo sistema **físico** (hardware) es **equivalente** al del computador personal conocido como "**PC**" (**IBM**, 1981) han gozado en los últimos años de una gran aceptación.



Diferentes formatos de Computadores Industriales



Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

Historia de los Computadores Industriales (I)

- Históricamente, la utilización del computador en aplicaciones industriales se inició (de forma casi coincidente con la comercialización del "PC" en 1980) para llevar a cabo las tareas **IHM** (visualización,...) y **CAD** (edición, puesta en marcha y depuración) de los **programas de control** asociados a los sistemas electrónicos de control de procesos, como los **PLC**, **DCS**, **CNC**, ...

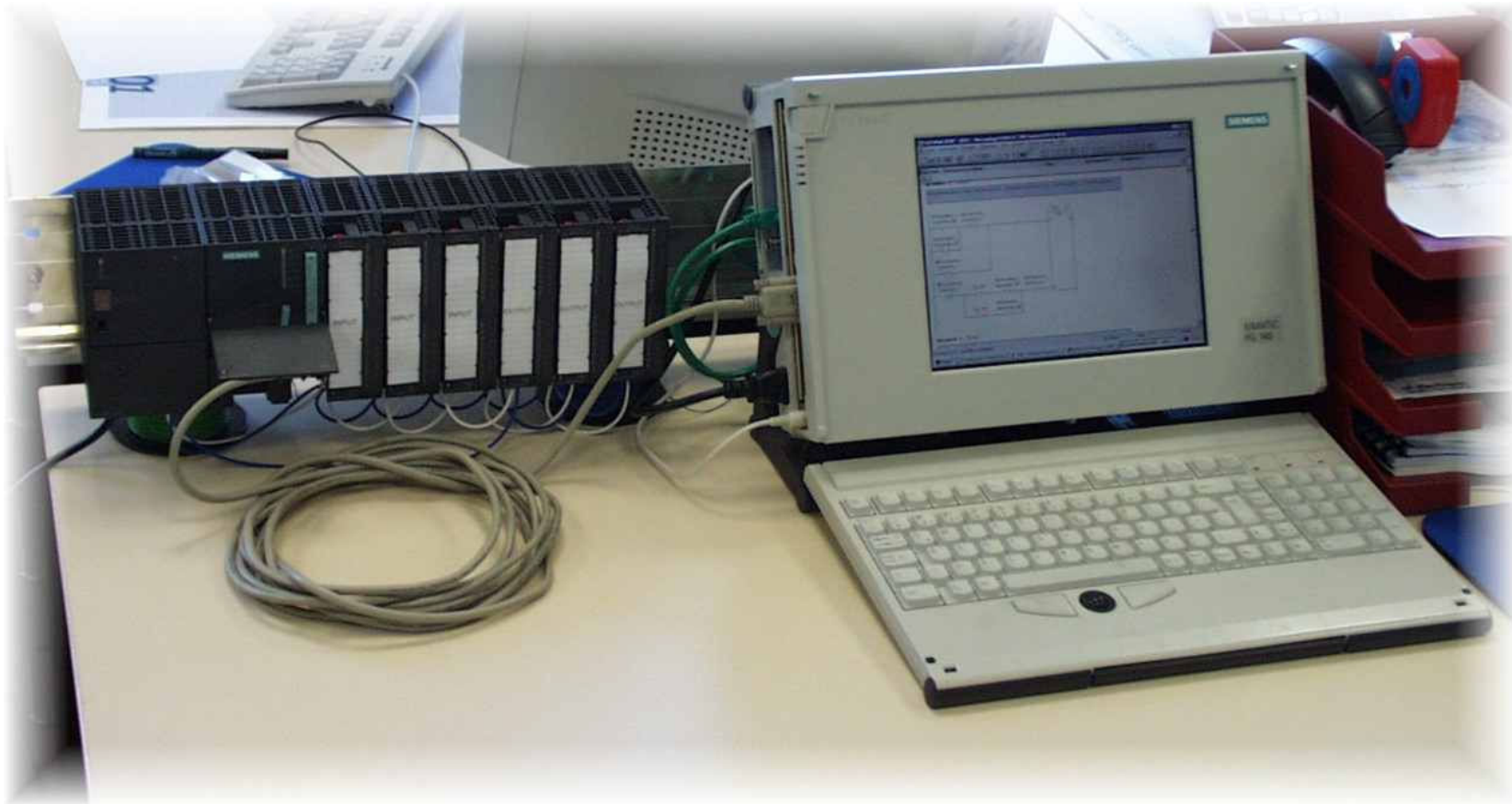




Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

Historia de los Computadores Industriales (II)



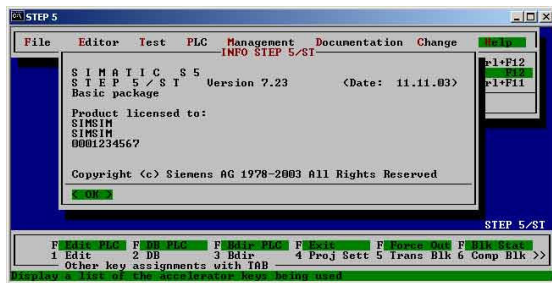
Autómata Programable conectado a una unidad Programadora (PC)



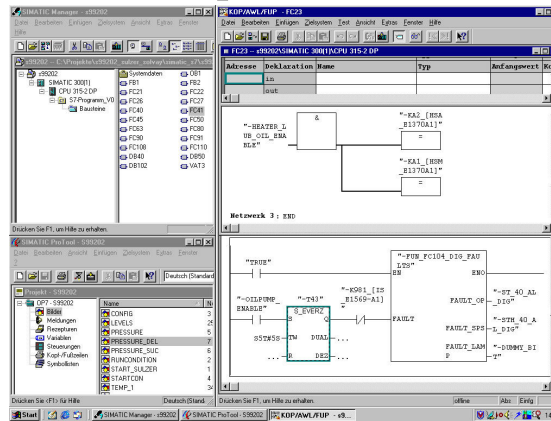
Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

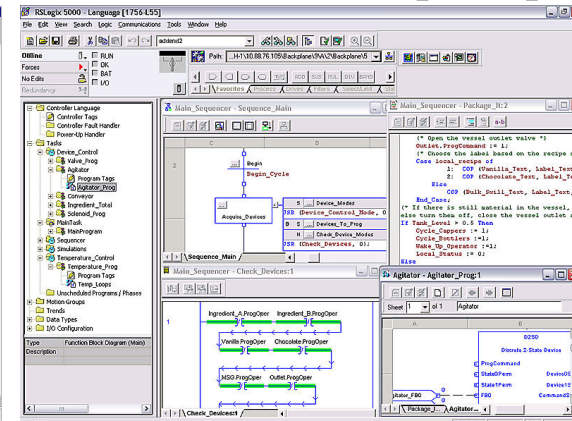
Historia de los Computadores Industriales (III)



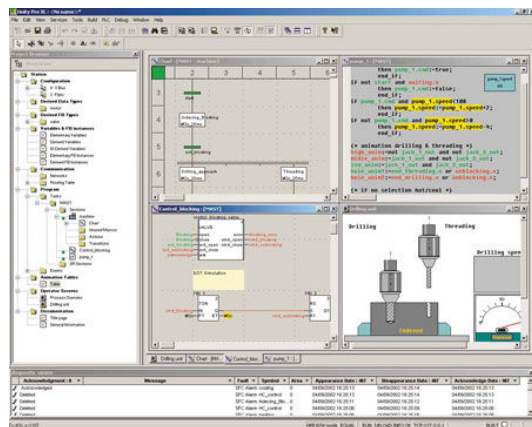
STEP 5 (Siemens)



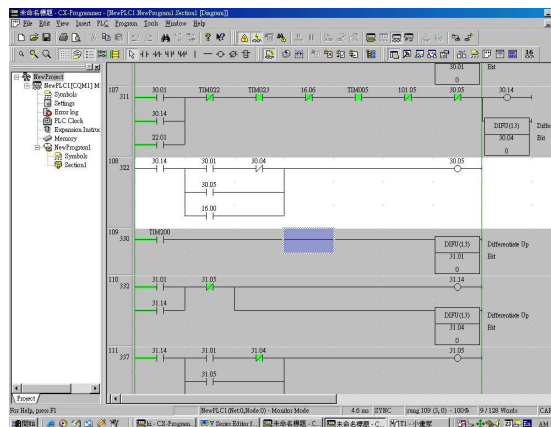
STEP 7 (Siemens)



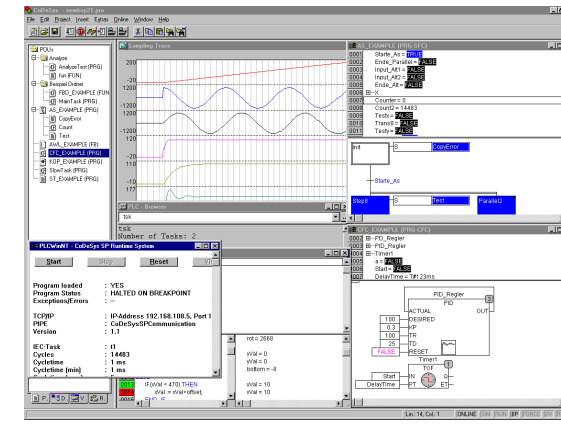
RSLogix 5000 (Rockwell)



UNITY (Schneider Electric)



CX PROGRAMMER (Omron)



CODESYS (3-S Software) 44



Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

Historia de los Computadores Industriales (IV)

- El aumento de su capacidad de memoria y velocidad de operación, unido a su disminución de coste, está propiciando actualmente su utilización como **sistemas de control**. Se inició esta tendencia a comienzos de 1990 tanto en sectores **industriales** muy específicos y tecnológicamente **punteros** (aeroespacial, ...) como en **investigación** (universidades, ...)



VxWorks



MATLAB
SIMULINK



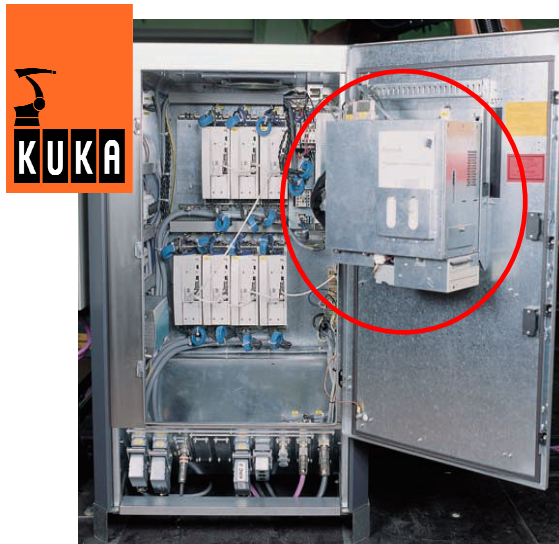


Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

Historia de los Computadores Industriales (V)

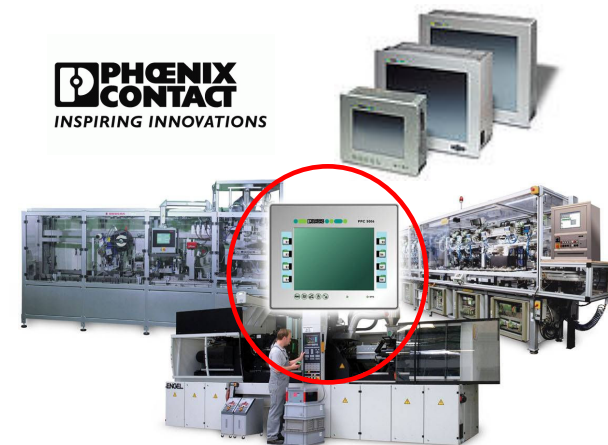
- Actualmente, su aplicación se está **trasladando** de forma paulatina a las **plantas industriales más tradicionales** para llevar a cabo la integración de los procesos de gestión con las tareas de control realizadas tradicionalmente por otros sistemas electrónicos de control.



KUKA Robot Controller (PC)



BECKHOFF CNC Controller (PC)



PHOENIX PLC Controller (PC) ⁴⁶

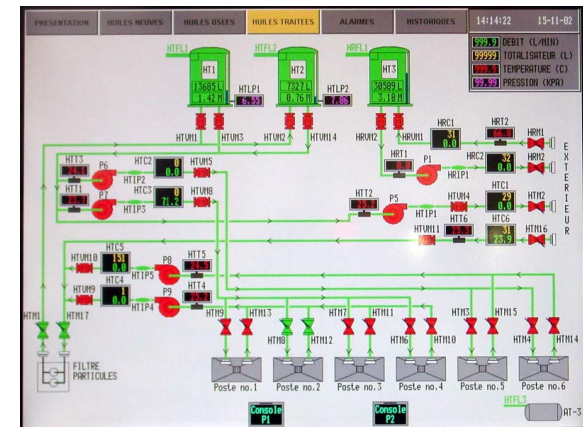
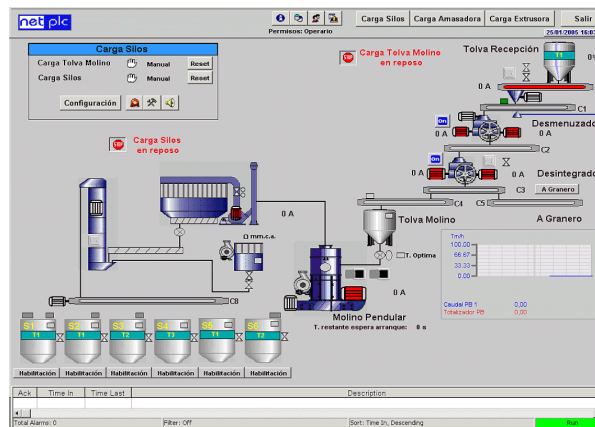
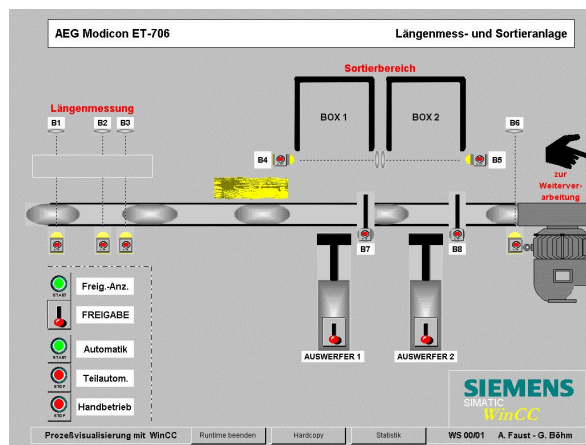


Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

Aplicaciones Industriales típicas del PC

- Este tipo de aplicaciones nacen cuando se desarrollan **programas** informáticos denominados **SCADA** (Supervisory Control and Data Acquisition) que permiten, interconectando el computador a uno o varios equipos de control, llevar a cabo tareas avanzadas de IHM y/o gestión de procesos.



Computador Industrial y Autómata Programable ("PC-PLC")



Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

Aplicaciones Industriales típicas del PC



Computador Industrial y Autómata Programable ("PC-PLC"): Versiones



Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

Aplicaciones Industriales típicas del PC

- La aplicación del computador industrial en sectores tecnológicamente punteros (aeroespacial, robótica, visión artificial,...) motivó el desarrollo de este tipo de sistemas de control, que consiste en **utilizar el propio equipo** como el equipo en el que se implantan, **simultáneamente**, el **control** en tiempo real y la **gestión** de los procesos de producción.
- Diversas empresas especializadas han desarrollado **RTOS** (*Real Time Operating Systems*) que posibilitan el desarrollo de los procesos de control y, además, ejecutar otras aplicaciones como las de desarrollo y gestión, a través de su interfaz gráfica de usuario.

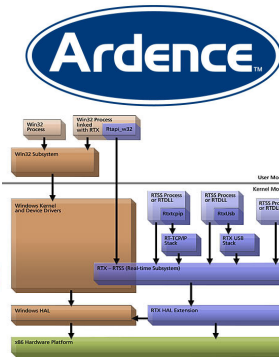
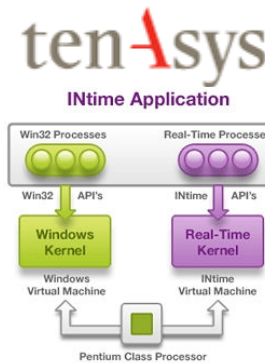
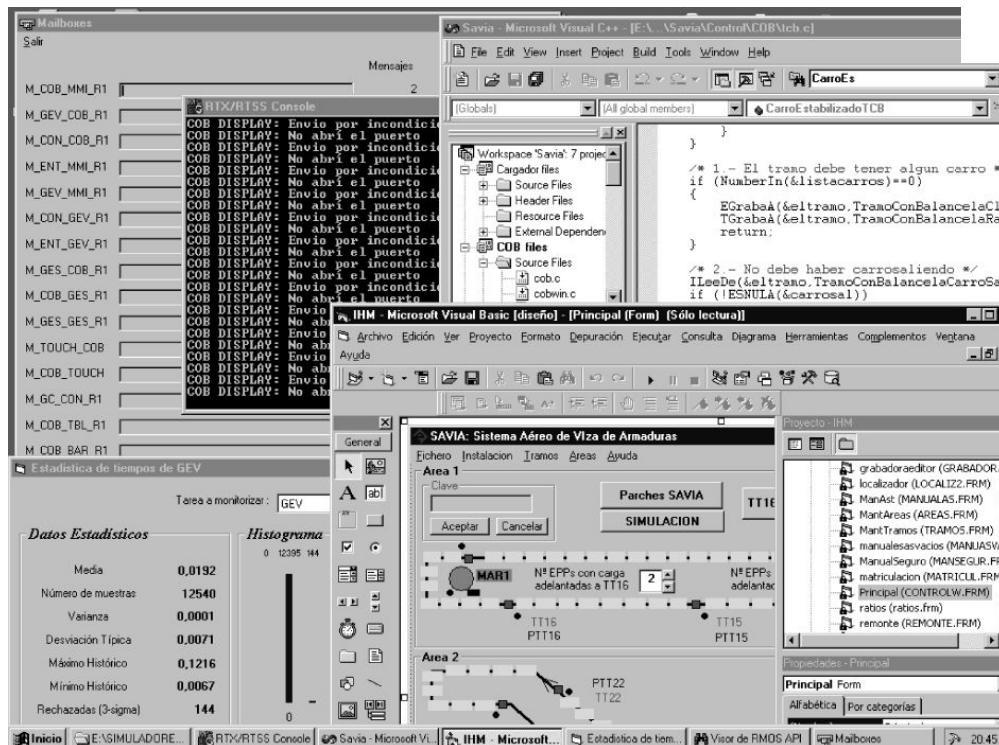
Computador Industrial y Sistema Operativo de Tiempo Real



Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

Aplicaciones Industriales típicas del PC



Computador Industrial y Sistema Operativo de Tiempo Real



Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

Aplicaciones Industriales típicas del PC

- La **limitada** utilización actual del **computador** industrial como sistema de **control de procesos** está relacionada, en buena medida, con la tradicional resistencia al cambio, con cierta "fama" de falta de inestabilidad de ciertos S.O. del ámbito ofimático y con la falta de conocimientos que el personal de automatización tiene de lenguajes de programación de alto nivel.
- Para paliar este problema, algunos fabricantes proponen (como solución de compromiso) la combinación de un RTOS con programas **Soft-PLC** que **emulan** por software el comportamiento de un PLC.

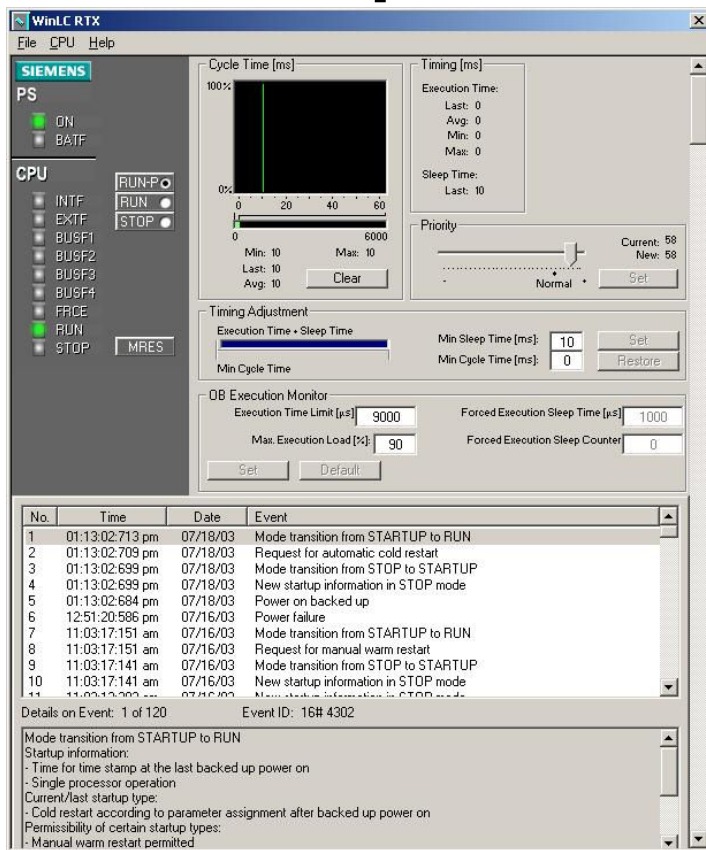
Computador Industrial y Software de Autómata Programable (Soft-PLC)



Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

Aplicaciones Industriales típicas del PC



CoDeSys



MatPLC

Computador Industrial y Software de Autómata Programable (Soft-PLC)

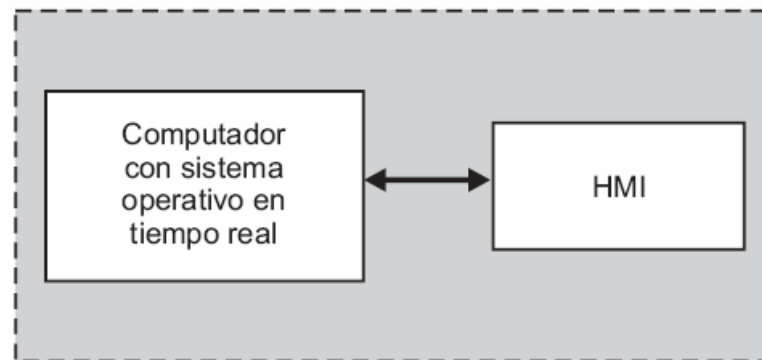


Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

Aplicaciones Industriales típicas del PC

- Otra posibilidad de encontrar un computador industrial en control de procesos es aquella en la que éste, que incluye un S.O., queda “empotrado” dentro de otro tipo de sistemas, entre los cuales cabe citar interfaces usuario-máquina, PDA’s, etc.
- A este tipo de computadores se les suele denominar **embedded computers**.



Computador Empotrado (Embedded)



Equipos para la automatización industrial

Computadores Industriales

Aplicaciones Industriales típicas del PC



Computador Empotrado (Embedded)