

TEMA 1. INTRODUCCIÓ ALS SISTEMES AUTOMÀTICS I ROBOTITZATS

EMIT - Departament d'Enginyeria Minera, Industrial i TIC
EPSEM - Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa
Universitat Politècnica de Catalunya

22 de juliol de 2024

Definicions

Sistema: Conjunt d'elements estructurals, d'instruments, de mecanismes, etc, reunits en un complex orgànic, destinat a servir determinades operacions, a fins tècnics o científics, etc.

Automàtic –a: Que funciona o actua mecànicament sense la intervenció de l'home.

Robot: Màquina automàtica capaç de manipular objectes, executar operacions i moviments diversos segons un programa que pot ser modificable o adaptable, i que pot anar equipat amb sensors per tal de detectar els senyals d'entrada i les condicions ambientals.

Enciclopèdia catalana

Què és un sistema automatitzat?

Un sistema automatitzat elimina la implicació directa de les persones en les operacions de les màquines. Utilitza la tecnologia informàtica per controlar el procés enviant contínuament instruccions als actuadors per tal que aquest funcioni correctament.

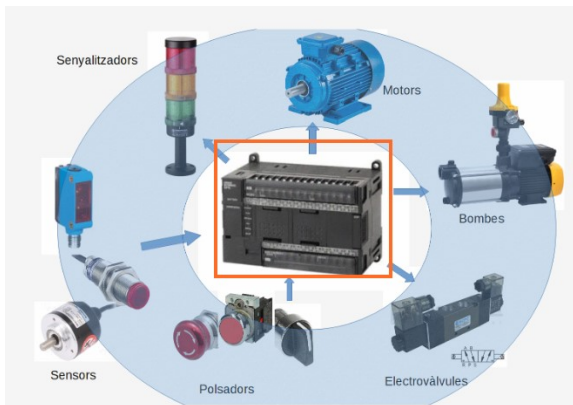
Exemples:

A casa	Màquina de rentar	Telèfon mòbil	Calefacció
Al treball	Fabricació d'automòbils	Màquines de teixir	Fabricació de plaques

Parts d'un sistema automatitzat

Part Operativa: Són el conjunt d'elements que fan possible que un sistema efectuiï una operació determinada.

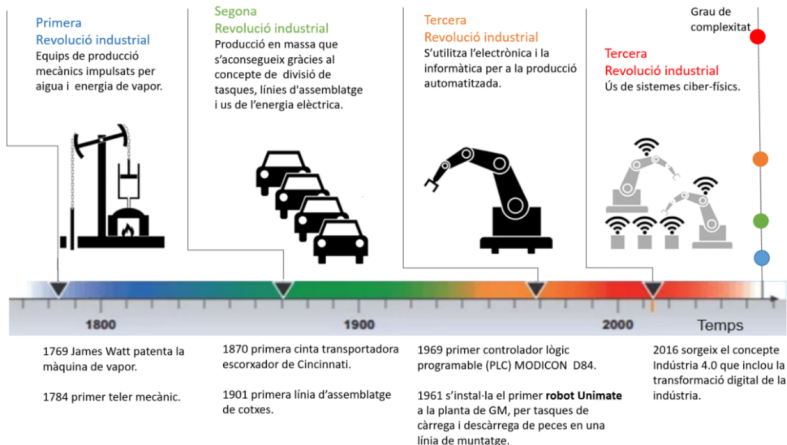
Part de comandament: elements programables encarregats d'enviar les ordres de maniobra en funció de l'estat del sistema i comunicar-se amb tots els elements que constitueixen el sistema automatitzat..



Història

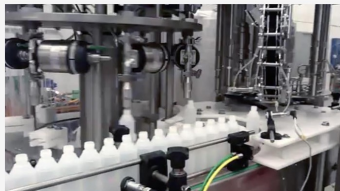
- ▶ Primers exemples històrics de sistemes automatitzats
- ▶ Revolució Industrial segle XVII – XVIII: Màquines i Ninots autònoms
- ▶ Inici de les telecomunicacions i les dues guerres mundials (1910 – 1945) : pilot automàtic (Sperry, 1910), control PID (Minorsky, 1922), radar (1940), ...
- ▶ Període modern, a partir de 1957, coincidint amb el inici de l'era espacial i els computadors.

Evolució dels sistemes de fabricació



Tercera revolució industrial – > Fabricació integrada per ordinador (CIM)

- ▶ Planificació i suport a l'empresa: integra tasques com la previsió, la programació, els requisits de materials planificació, facturació i comptabilitat.
- ▶ Disseny del producte.
- ▶ Planificació del procés de fabricació.
- ▶ Automatització i control de processos.
- ▶ Sistemes de control de producció.



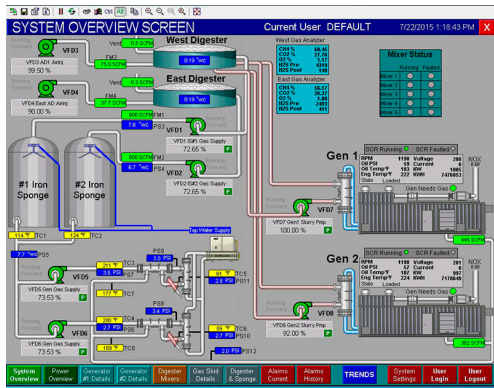
Fabricació integrada per ordinador (CIM)

- ▶ Control numèric per ordinador (CNC)
- ▶ Control adaptatiu
- ▶ Robots industrials
- ▶ Manipulació automatitzada de materials
- ▶ Sistemes de muntatge automatitzats
- ▶ La planificació de processos assistida per ordinador
- ▶ Tecnologia de grup
- ▶ Producció just a temps
- ▶ Fabricació cel·lular
- ▶ Sistemes de fabricació flexibles (FMS)
- ▶ Sistemes d'intel·ligència artificial
 - ▶ Sistemes experts
 - ▶ Xarxes neuronals artificials

- ▶ Nivell 0: Sensors, actuadors, ... Conjunt de subprocessos, màquines, dispositius, ..., amb els quals s'efectuen les operacions de transformació i producció real.
- ▶ Nivell 1: PLC, PC, PID, controladores de robot, .. . Executen programes contínuament que llegeixen els senyals dels sensors i envien als actuadors
- ▶ Nivell 2: Sistemes que permet a l'usuari operar una o diverses màquines al mateix temps en una ubicació remota: supervisió, adquisició de dades, control de qualitat, control de producció, gestió d'alarmes, coordinació del transport, manteniment correctiu i preventiu, ...
- ▶ Nivell 3: Sistemes MES. Instrument que permet als operadors dels departaments de producció, logística i qualitat saber què i quan produir.
- ▶ Nivell 4: Sistemes de gestió integral. Eines que permeten als departaments de finances i control poden calcular costos, R+D pot dissenyar i actualitzar les característiques del producte.

Nivell 2: SCADA

Els sistemes *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) són programes utilitzats per obtenir informació d'un sistema de producció, controlar-lo i millorar-ne el funcionament. Permeten: adquirir i processar les dades, fer la gestió d'alarmes, ...

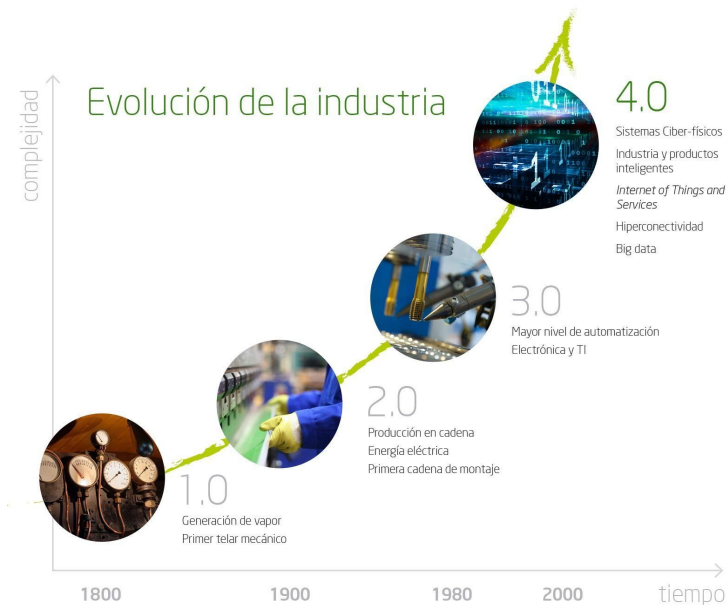


Mivell 3: MES

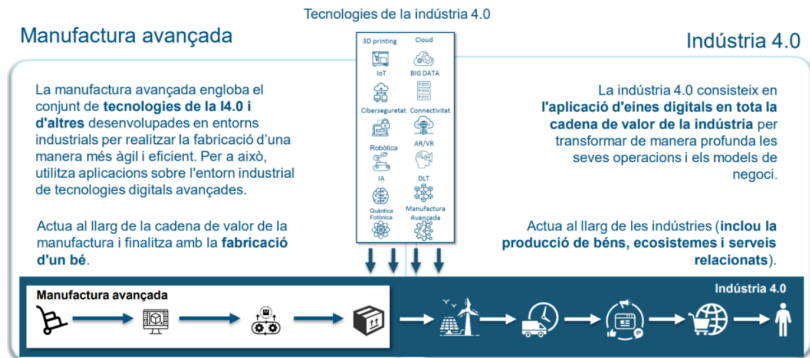
Els sistemes *Manufacturing Executing Systems* (MES) són programes dedicats a crear i/o analitzar informació procedent dels sistemes de control, manteniment, qualitat, logística i planificació, amb l'objectiu de generar informació rellevant per l'empresa, per ajudar en la presa de decisions a curt, mitjà i llarg termini.



Evolució

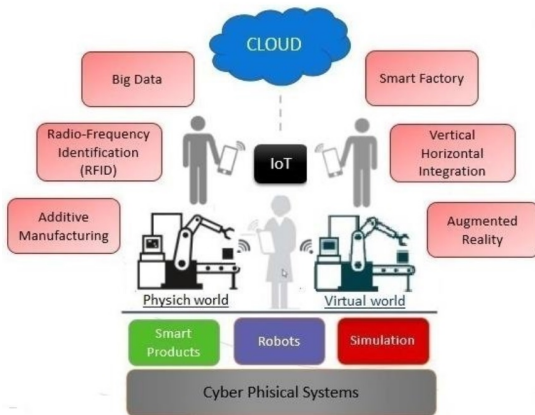


Indústria 4.0



Font: capacitats i tecnologies vinculades a la indústria 4.0 a Catalunya, ACCIÓ, abril 2021.

Tecnologies relacionades amb la Indústria 4.0



https://www.researchgate.net/publication/326352993_Industry_40_an_overview/link/

5b4760eb0f7e9b4637cf2e44/download

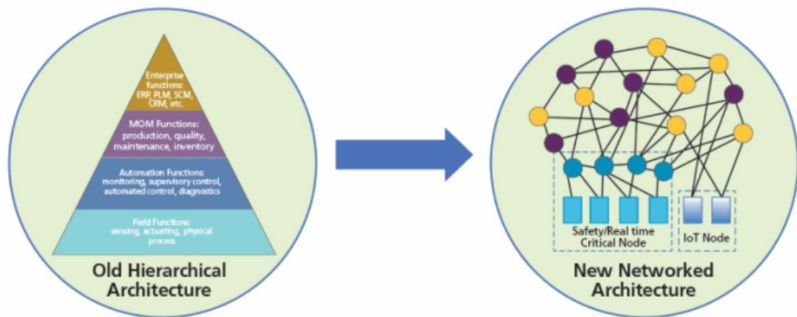
Pilars de la intel·ligència 4.0

- ▶ **Sistemes ciberfísics:** dotar els components o objectes de la capacitat de computació i de comunicació.
- ▶ **Internet de les coses:** fa referència a la connexió digital a Internet d'objectes quotidians -des d'electrodomèstics fins robots de fàbriques- que transmeten dades en temps real.

Canvi de paradigma

Indústria tradicional	Indústria 4.0
Producció en massa	Personalització segons requisits del client
Grans fàbriques i fabricació de grans volums de producte específic	Fàbriques intel·ligents amb producció flexible per produir a costos competitius
Planificació ordenada basada en una previsió i estoc	Producció dinàmica segons demanda
Rigidesa laboral	flexibilitat en l'organització del treball

Evolució de la norma IDC 62254



Font: Beyond the Pyramid: D. Brandl, Using ISA95 for Industry 4.0 and Smart Manufacturing, InTech, ISA, <https://www.isa.org/intech-home/2021/october-2021/features/beyond-the-pyramid-using-isa95-for-industry-4-0-an>

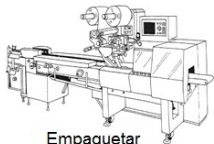
Evolució dels sistemes de control

El comandament dels sistemes automatitzats ha evolucionat en funció de l'aplicació.

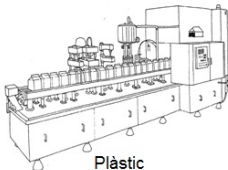
Podem diferenciar entre:

- ▶ Aplicacions industrials
- ▶ Aplicacions a equips de propòsits específics
- ▶ Sistemes robotitzats

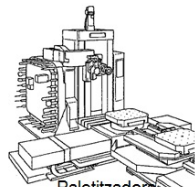
Aplicacions industrials de manufactura – > sistema de control és el PLC



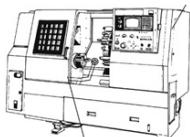
Empaquetar



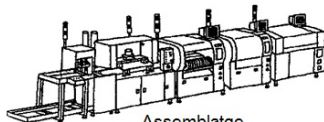
Plàstic



Paletitzadora



Màquina eina



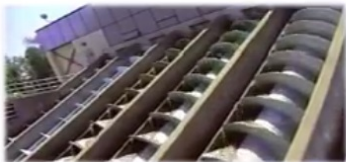
Assemblatge

Aplicacions industrials a procés – > sistema de control és el computador més controladors PID



Factory Assembly Lines

Oil Refineries



Waste Water Treatment

Autòmat programable industrial (PLC)

Els "Programmable logic controller (PLC)" van néixer amb unes especificacions molt concretes:

- ▶ havien de ser fàcilment programables per enginyers de planta o personal de manteniment;
- ▶ el temps de vida havia de ser llarga i els canvis de programa havien de realitzar-se de forma senzilla;
- ▶ havien de poder treballar sense problemes en entorns industrials adversos.

Per aquests motius, la solució va ser utilitzar una tècnica de programació familiar (molt propera als esquemes emprats en el disseny).

Autòmat programable industrial (PLC)

Els anys 70 les tecnologies dominants dels PLC's eren màquines d'estat seqüencial i CPUs basades en desplaçaments de bit (AMD 2901 i 2903, 4-bits).

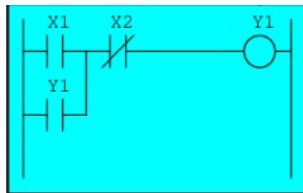


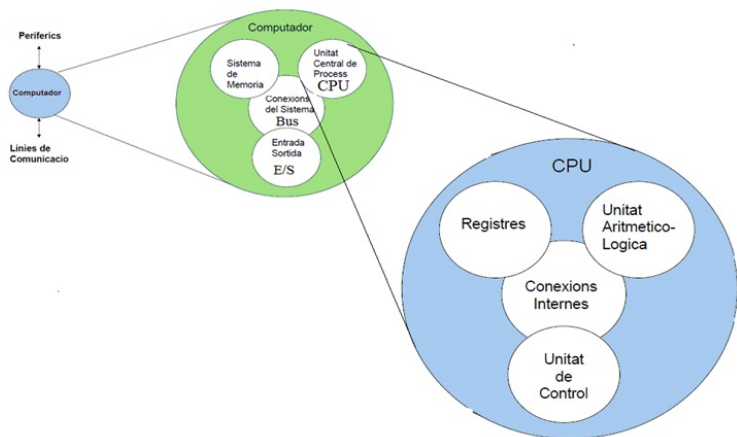
Figura: PLC i ladder logic

Autòmat programable industrial (PLC)

- ▶ Les habilitats de comunicació van començar a aparèixer el 1973.
- ▶ En el 80 es va produir un intent d'estandarditzar les comunicacions industrials amb un protocol MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motor's.
- ▶ Els 90 es va produir una gradual reducció en el nombre de protocols, l'estàndard internacional IEC 1131-3 per unificar el sistema de programació de tots els PLC.
- ▶ Els PLCs actuals han millorat molt les seves prestacions, han incorporat: jocs d'instruccions més potents (operacions lògiques, amb paraules, aritmètiques, tractament de senyals analògiques, funcions de control, ...), millores en la velocitat de resposta, capacitat de comunicació.

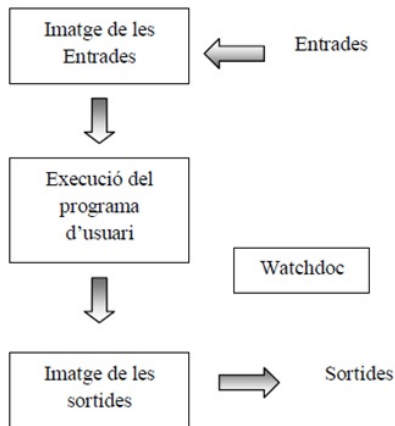
Autòmat programable industrial (PLC)

Arquitectura interna d'un PLC



Autòmat programable industrial (PLC)

Cicle de treball



Aplicacions a equipaments de propòsits específics

- ▶ Són sistemes pensats per un determinat objectiu. Exemples: la controladora de rec, la controladora de bona part d'electrodomèstics, ...
- ▶ L'evolució de les controladores dedicades ha seguit una evolució paral·lela als sistemes de control industrials. En un principi es van desenvolupar basant-se en portes lògiques i circuits fets a mida. Actualment els trobem dins del món dels sistemes encastats.

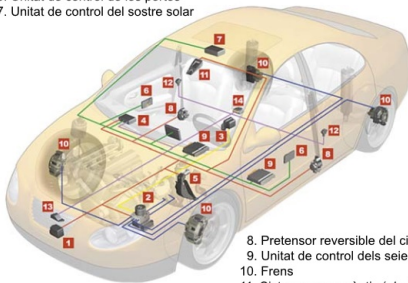
Aplicacions a equipaments de propòsits específics

- ▶ Des de la dècada de 1970 que apareixen els primers microcontroladors de 8 bits produïts per Motorola (M6800) i Intel (8080), juntament amb les primeres memòries programables (RAM), les aplicacions basades en microprocessadors no han deixat de créixer.
- ▶ Per poder ser emprats en l'automatització de sistemes cal dotar-los de la capacitat d'interactuar amb dispositius analògics i lògiques, és a dir, han de poder entendre's amb els sistemes sensorials i els sistemes d'actuació. Actualment també es requereix de sistemes per a la seva connexió en xarxa.

Aplicacions a equipaments de propòsits específics

Sistemes encastats en un vehicle

1. Control de creuer adaptatiu
2. Sistema electrònic de frenada MK60E
3. Grup de sensors
4. Entrada del transmissor de dades
5. Retroalimentació del pedal d'acceleració
6. Unitat de control de les portes
7. Unitat de control del sostre solar



8. Pretensor reversible del cinturó de seguretat
9. Unitat de control dels seients
10. Frens
11. Sistema prexoc òptic (*closing velocity sensor*)
12. Satèl·lits laterals
13. Sensor davanter
14. Unitat de control dels coixins de seguretat

Sistemes robotitzats

La diferència clau entre un sistema automatitzat i un robotitzat la podem trobar en el fet que el segon és **capaç d'adaptar-se a l'entorn** (podem dir que és multifuncional), mentre que el primer es limita a executar les tasques pel qual ha sigut dissenyat. L'element bàsic d'aquests sistemes és el robot.

Classificació en funció de la seva **aplicació**:

- ▶ *Robots industrials*: són robots dedicats a entorns industrials.
- ▶ *Robots domèstics o de serveis de la llar*: robots netejadors de terres, netejadors de piscina, tallagespa, robots dedicats a vigilància o telepresència.
- ▶ *Robots mèdics*: robots emprats en medicina i en instal·lacions mèdiques, els més utilitzats són els robots de cirurgia, vehicles guiats automàticament i ajudants d'elevació de pacients.