

SISTEMI PER L'INDUSTRIA E PLC

SEZIONE 1

Introduzione all'automazione industriale

AMBIENTE INDUSTRIALE

- ❑ **Automazione di fabbrica** <https://www.youtube.com/watch?v=EqLM6vNk1GA>
 - La fabbrica produce semilavorati o prodotti finiti (costo, lavorazione interrompibile)
 - Materiali grezzi (o riuso) -> semilavorato -> prodotto finito
 - La fabbrica può comprendere più lavorazioni (aree) suddivise su più macchine (celle). Esempio: produzione di lamiera da billette: area preriscaldamento e sbozzatori, area laminazione (composta da più celle di laminazione), area taglio, area finitura, piegatura e confezionamento. Punti chiave: costi e tempi di produzione
 - L'automazione di fabbrica è composta da controlli discreti, tip. in anello aperto (sequenze temporizzate)
 - Esempi di impianti ad automazione di fabbrica: automotive, plastica, tessile, acciaio

- ❑ **Industria di processo** <https://www.youtube.com/watch?v=WnD04J324UU>
 - L'impianto distribuisce/trasforma risorse (affidabilità, lavorazione continua)
 - L'impianto può essere molto esteso (molto più della fabbrica) e non continuamente sorvegliato da operatori. Punti chiave: sicurezza e diagnostica, continuità di servizio
 - L'automazione di processo è composta da controlli continui, tip. in anello chiuso
Esempi di impianti ad automazione di processo: Oil&Gas, centrali elettriche, rete idrica, fognature, (carta, cemento, food&beverage, acciaierie –forni fusori-, pharma)

LA FABBRICA E IL TERZIARIO

- ❑ **Una società manifatturiera (“la fabbrica”), come una società che opera nei servizi,..**
 - **Ha una gestione finanziaria, con fatturato e utili**
 - **Compra e vende beni**
 - **Ha personale dipendente, ha una sede operativa con beni**

- ❑ **Una società manifatturiera (“la fabbrica”), al contrario di una società di servizi,..**
 - **“lavora” materiali e conoscenze e “produce” qualcosa che prima non c’era**
 - **Non esisterebbero società di servizi se non ci fossero le fabbriche**

- ❑ **Gli uomini più ricchi del mondo hanno società manifatturiere o società di servizi?**
 - **Bernard Arnault (Louis Vuitton, holding del “lusso”), 211 mld\$ (2022: 158 mld\$)**
 - **Elon Musk (Tesla, SpaceX), 180 mld\$ (2022: 219 mld\$)**
 - **Jeff Bezos (Amazon), 114 mld\$ (2022: 177 mld\$)**
 - **Larry Ellison (Oracle), 107 mld\$ (2022: 106 mld\$)**
 - **Warren Buffett (finanziere), 106 mld\$ (2022: 118 mld\$)**
 - **Bill Gates (Microsoft), 104 mld\$ (2022: 129 mld\$)**
 - **...**
 - **Giovanni Ferrero (Ferrero), 38,9 mld\$ (2022: 36 mld\$) – 30° nel mondo-**
 - **Nota: La luxottica ha diviso il suo patrimonio tra 8 persone (fam Del Vecchio), tot. 28mld\$**

PRODUZIONE IN LINEA E PER REPARTI

- ❑ Una linea di produzione è progettata per uno specifico prodotto e ha un ingresso (materiali grezzi, semilavorati o componenti) e un'uscita (semilavorato o prodotto)
- ❑ La produzione per reparti prevede molti spostamenti del materiale in ingresso per le varie lavorazioni (reparti: tornitura, saldatura, taglio, finiture,...)
- ❑ Approcci integrati
 - Il livello di automazione può essere molto spinto e complesso
<https://www.youtube.com/watch?v=DtLRKEwhkh0>
.... O apparentemente semplice <https://www.youtube.com/watch?v=ibavjZYzPRc>
L'intervento umano è spesso ancora molto richiesto in fase di avvio e di finitura, ma la linea automatizzata permette di svolgere compiti gravosi in modo ripetibile, affidabile, sicuro e sostenibile <https://www.youtube.com/watch?v=SI7FBoevIvU>
- ❑ L'elettronica nella fabbrica è molto diversa da quella consumer
<https://www.youtube.com/watch?v=H6w6feIvuaI>

LA CELLA DI LAVORAZIONE

- **“una cella di lavorazione trasforma energia elettrica in energia meccanica e attua lavoro, tipicamente mediante un motore elettrico (o un sistema idraulico) sulla base di alcuni riferimenti (es. dimensioni) e dello scostamento della lavorazione dai riferimenti misurato mediante sensori”**

Una cella di lavorazione prevede lavorazione e movimentazione

- **Lavorazione, fase “utile” ai fini della produzione (poca automazione)**
- **Movimentazione, fase “inutile”, minimizzare tempi e costi (tanta automazione)**

- **Cella = {sensori, attuatori, rete elettrica, controllori, dati, HMI -Human Machine Interface-}**

- **Rete elettrica: sistema trifase di correnti e tensioni**
- **Trasformatore di energia: motori (elettrici) e pompe (idraulici)**
- **Attuatore: azionamento che adatta la rete elettrica alle esigenze del motore (che deve andare a una certa velocità e potenza per svolgere la lavorazione –potenza- o la movimentazione –velocità-)**
- **Sensore: elemento che converte grandezze fisiche (dimensioni, posizioni, ecc.) in grandezze elettriche a bassa potenza permettendone la misura**

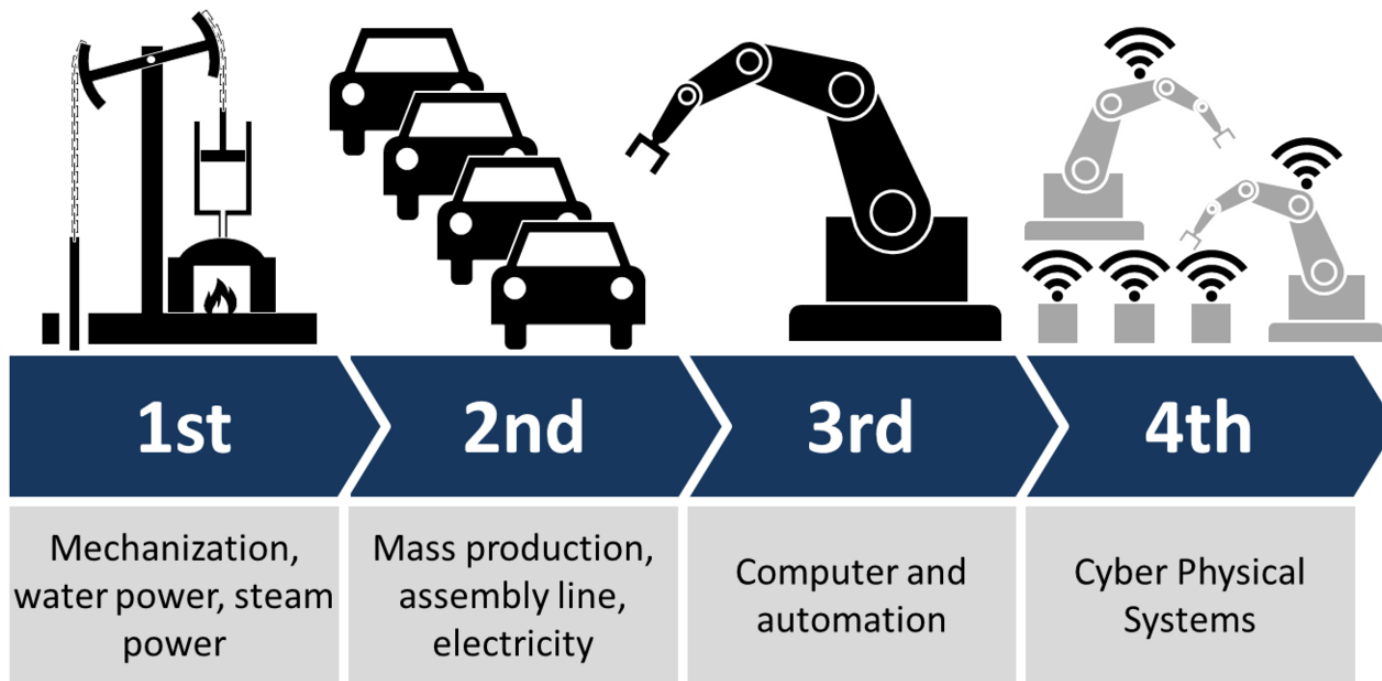
PRODUZIONE: LA CATENA GERARCHICA

□ Modello di riferimento Purdue (ISA95)

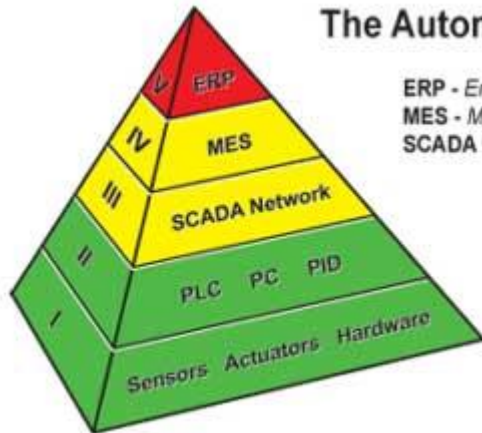
- **Livello 4 (MANAGEMENT/AREA) Business Logistic Systems**
 - Sistemi ERP di gestione degli ordini e della produzione (big data, giorno)
- **Livello 3 (AREA) Manufacturing Operating Systems**
 - Sistemi MES ERP di gestione operativa del flusso di produzione e dei macchinari (big data, minuto/secondo)
- **Livello 2 (CELLA) Control Systems**
 - Sistemi PLC (automazione di fabbrica), DCS (controllo di processo), SCADA per supervisione, monitoraggio, controllo statistico, interfaccia operatore (ms)
- **Livello 1 (CELLA/CAMPO) Intelligent Devices**
 - Sensori, attuatori, periferia (0,1ms)
- **Livello 0 (CAMPO) Physical Process**
 - Macchinari (motori, trasformatori, generatori, sistemi idraulici, veicoli,...)(10ms)

LE RIVOLUZIONI INDUSTRIALI

- ❑ 1. Introduzione delle machine (vapore) nei processi chimici e siderurgici, 1830 (liv.0)
- 2. Introduzione dell'elettricità, delle machine utensili, della linea di produzione, 1900, Fordismo (liv.0/1)
- 3. Introduzione dell'elettronica digitale, 1980, Toyota (liv.1/2)
- 4. Introduzione dell'informatica a tutti i livelli, 2012 Germania (Industria 4.0)

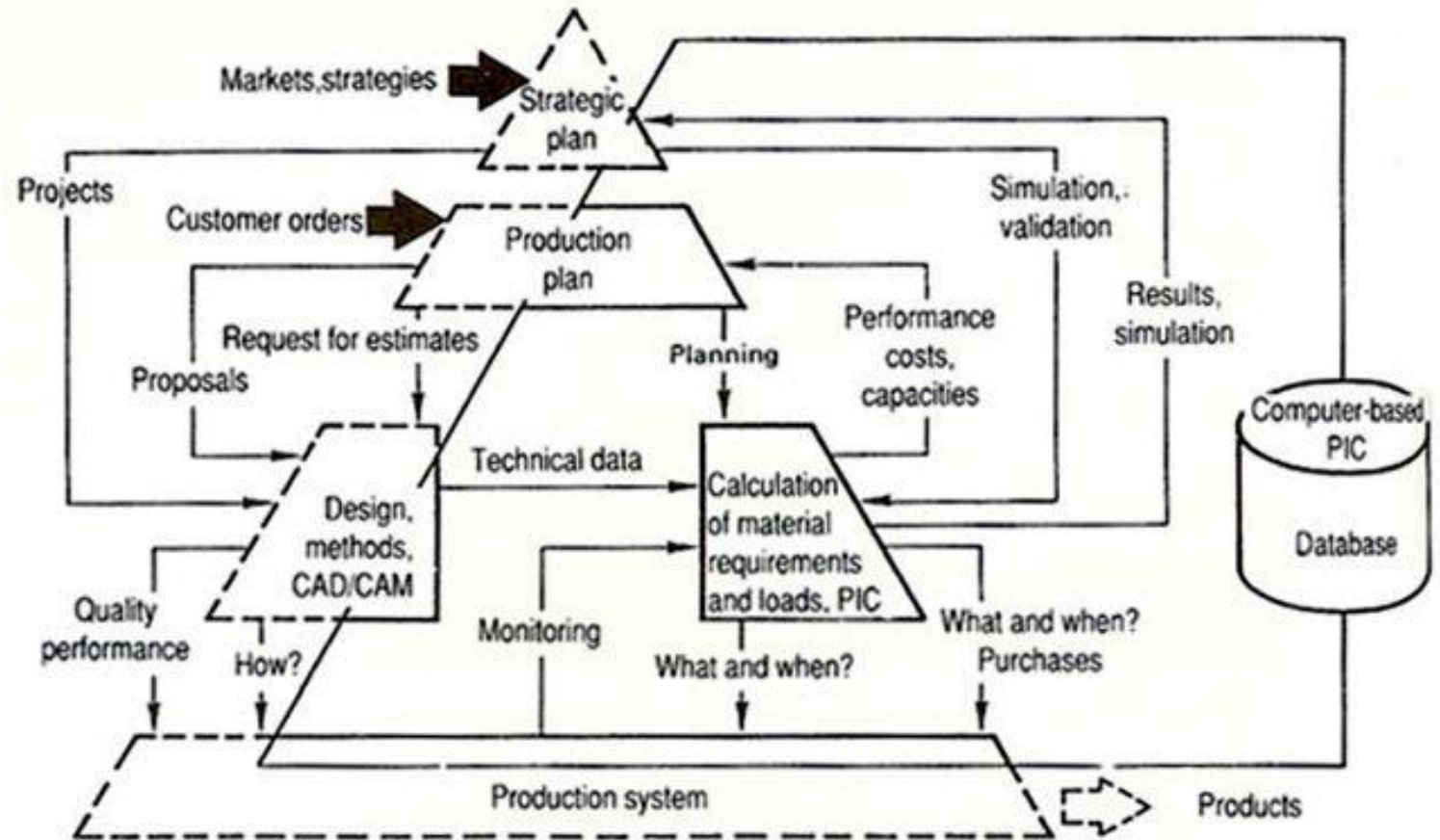


CIM Computer Integrated Manufacturing



The Automation System Pyramid

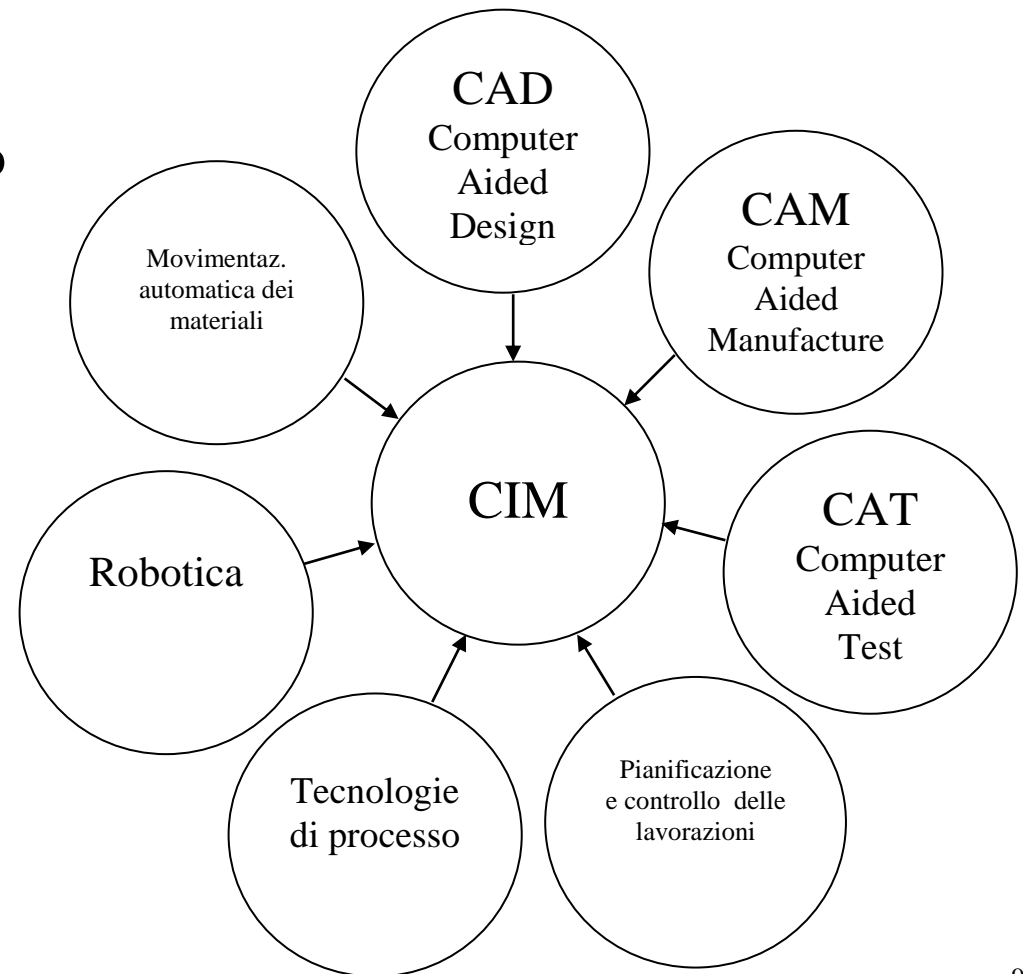
ERP - Enterprise Resource Planning
 MES - Manufacturing Execution System
 SCADA Network - Supervision, Control, & Data Acquisition



INTRODUZIONE AL CIM

- ❑ **CIM = Computer Integrated Manufacturing (Toyota, anni '80, oggi diffuso)**
 - **Fabbrica completamente automatizzata → fabbrica ottimizzata**

- ❑ **Obiettivi di una strategia CIM**
 - **incremento della qualità' del prodotto**
 - **migliore flessibilità' aziendale**
 - **riduzione delle spese generali**
 - **riduzione dei tempi di produzione**
 - **riduzione delle scorte**
 - **.....**



CAD (Computer Aided Design)

❑ CAD stand-alone

- **svolgimento automatico (più rapido e più accurato) di lavoro di calcolo, disegno, ...**
- **simulazione a vari stadi del progetto**
- **base dati di progetto → riutilizzazione per diversi scopi di lavoro già svolto**

❑ CAD integrato

- **razionalizzazione della progettazione**
- **stime di costi materiali e manodopera**
- **rapidi approntamenti di prototipi**
- **razionalizzazione degli acquisti (pianificazione sulla base dei progetti più recenti)**
- **eliminazione dei supporti cartacei → razionalizzazione degli spazi**

CAM (Computer Aided Manufacturing)

❑ CAM stand-alone

- **primo settore di automatizzazione**
- **lavori gravosi in ambienti sfavorevoli**

❑ CAM integrato

• **DNC (Direct Numeric Control)**

- **bassa varietà di pezzi, alti volumi**
- **FMS (Flexible Manufacturing System) → riconfigurazione automatica**

• **Sistemi CAD/CAM**

- **base comune di dati**
- **linguaggio APT (Automatically Programmed Tools)**

Linguaggio orientato alle macchine utensili: il programma in APT deve essere ricompilato (post-processing) per il particolare tipo di macchina utensile utilizzata (quella particolare macchina con quell'utensile)

CAT (Computer Aided Test)

❑ Individuazione malfunzionamenti

- affidabile
- tempestiva
- memorizzabile (id. del componente –serial number- per la gestione dei resi)
- retroazionata (i programmi si devono adattare alle tipologie di guasto piu' frequenti)
- “rozza” (built-in test)

❑ CAT integrato

- progettazione orientata al test (testability)
- riprogettazione sulla base dei guasti piu' frequenti
- ristrutturazione del processo produttivo sulla base dei guasti piu' frequenti

Pianificazione e controllo delle lavorazioni

❑ Organizzazione delle risorse di produzione sulla base degli ordini dei clienti

- Pianificazione delle operazioni di manutenzione e controllo qualità
- Pianificazione del fabbisogno dei materiali
- Pianificazione delle risorse finanziarie
- Programmazione generale della produzione
- Controllo del magazzino
- Catalogazione dei materiali
- Controllo dei reparti
- Valutazione del costo del lavoro
- Gestione degli ordini dei clienti
- Contabilità

❑ Filosofia del “just in time” (oggi LEAN)

MRP = Material Requirements Planning

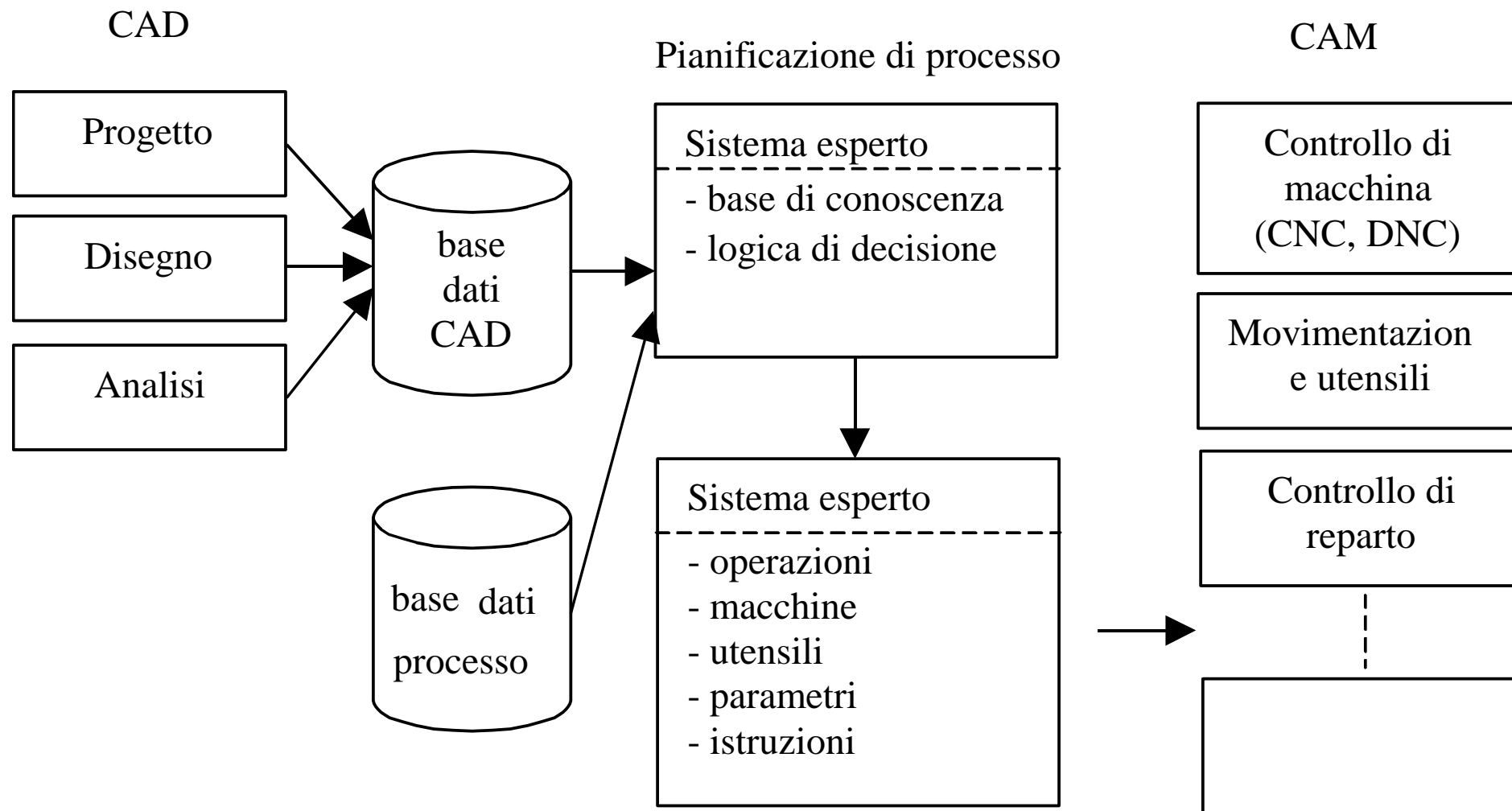


TECNOLOGIE DI PROCESSO

- ❑ **CAPP (Computer Aided Process Planning)**
 - **“variante” (famiglie di pezzi “simili” ———> si registrano solo le varianti)**
 - **“generativa” (sviluppo di un piano di progetto a partire da dati “grezzi”)**
 - **mista o “Group Technology” (sfrutta le similitudini non solo a livello CAD e CAM, ma anche nelle scorte a magazzino, nelle movimentazioni,...); GT influisce sul layout ———> elevato dinamismo del layout**

- ❑ **Esempio di collegamento CAD-CAM**
 - **Elenchi materie prime, operazioni, macchinari e utensili richiesti**
 - **Condizioni di lavoro (velocita’ motori, distribuzione elettrica,...)**
 - **Parametri di processo (Temperatura, pressione,...)**
 - **Controlli di qualita’ e manutenzioni**
 - **Tempistiche**

TECNOLOGIE DI PROCESSO



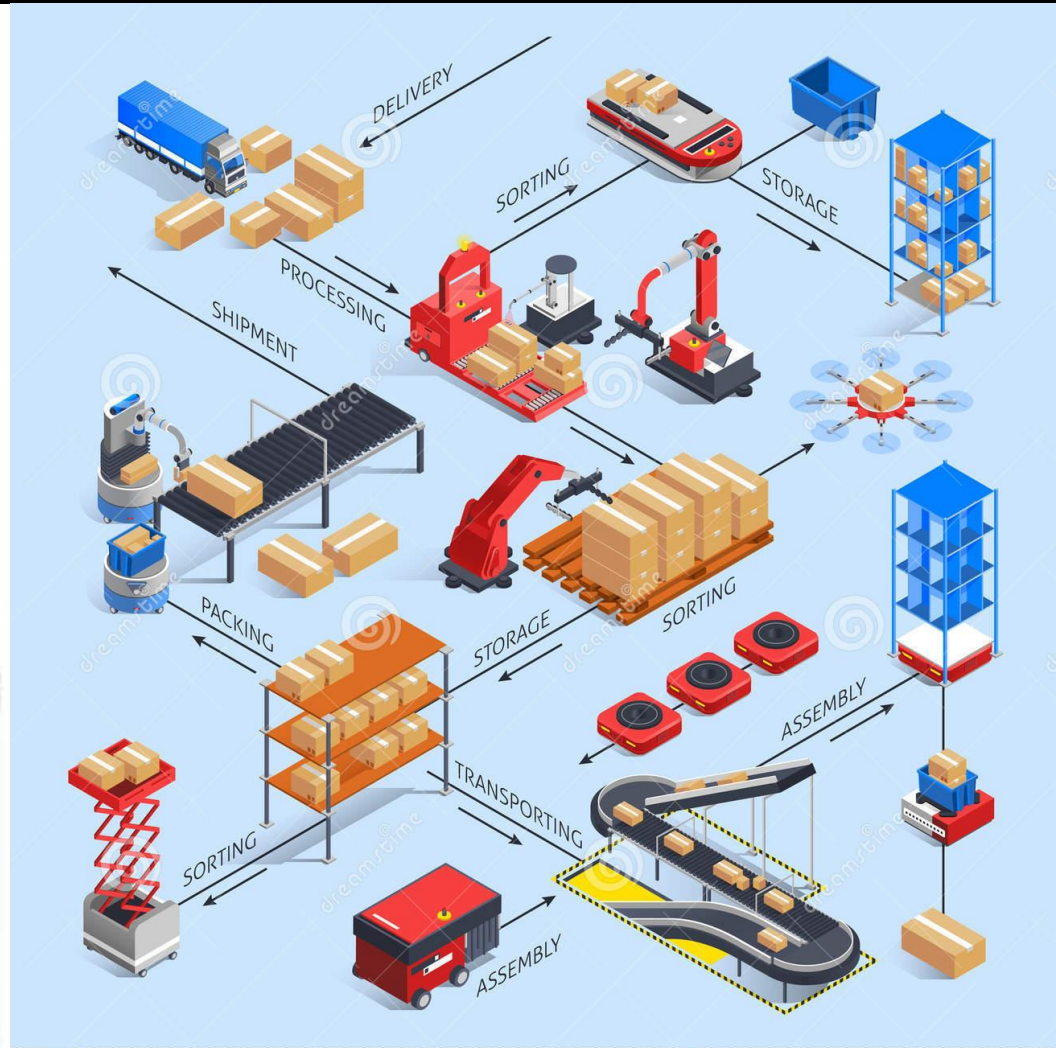
ROBOTICA

- ❑ **Robot = manipolatore programmabile multifunzione**
 - **“sensoriale”, versatile, interfacciabile, manutenibile, rapido, accurato**

Movimentazione automatica dei materiali

- ❑ **ASRS (Automated Storage & Retrieval System o magazzino automatizzato)**
 - **identificazione dei materiali in base alla collocazione**
- ❑ **AGVS (Automated Guided Vehicle System)**
 - **elemento di trasporto pezzi programmabile, alimentato a batteria, guidato da cavi inseriti nel pavimento o da sensori (infrarossi)**

MAGAZZINO AUTOMATICO



Download from
Dreamstime.com
This watermarked comp image is for previewing purposes only.

ID 97343444
© Macrovector | Dreamstime.com

SISTEMI CENTRALIZZATI E DISTRIBUITI

❑ Sistemi centralizzati

- **Tutte le informazioni devono essere trasmesse all'elaboratore centrale (elevati costi di cablaggio, rigidità del layout)**
- **Ciascun elaboratore ha un software semplice, ma che deve essere revisionato ad ogni piccola modifica d'impianto (scarsa affidabilità)**
- **Dato che vi sono più elaboratori questi devono comunque comunicare (necessità di LAN)**

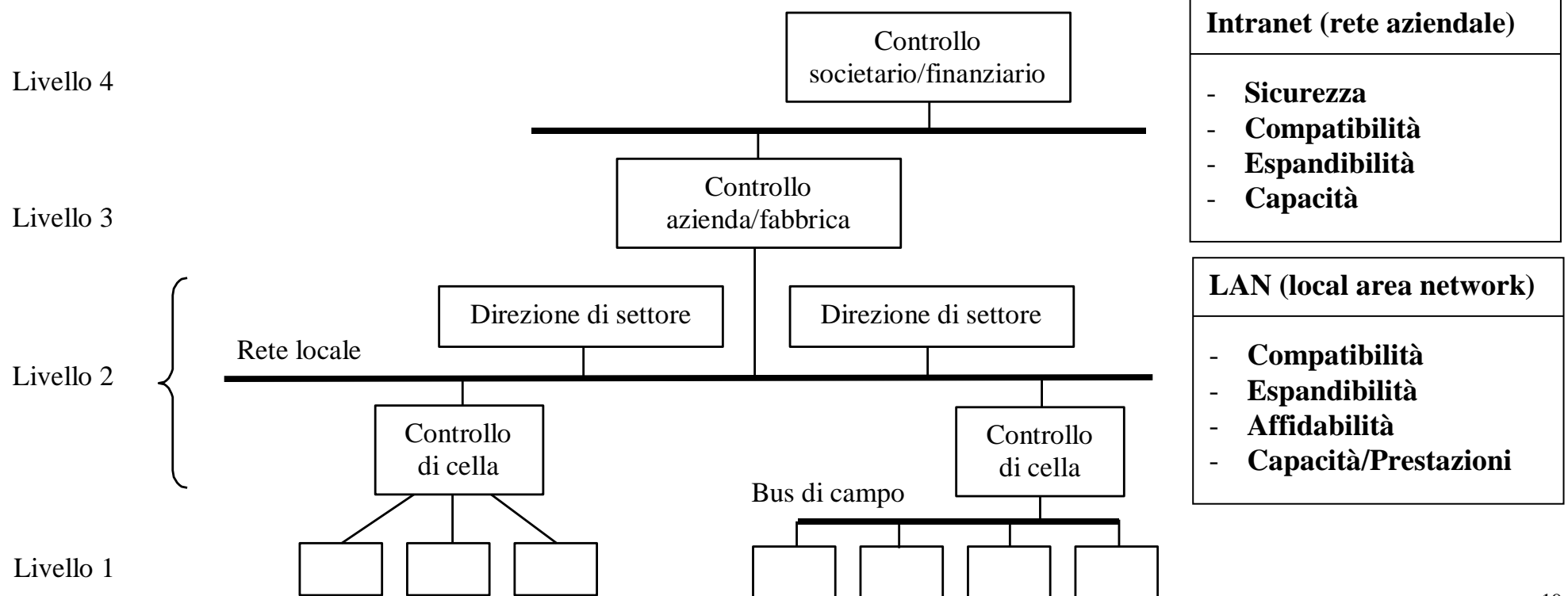
❑ Sistemi decentrati o distribuiti

- **Più sistemi semplici al posto di un unico sistema complesso (riduzione del cablaggio, migliore flessibilità e scalabilità)**
- **Necessità di un efficiente sistema di comunicazione (affidabile, veloce, capace)**

SISTEMI DI COMUNICAZIONE

□ 4 livelli gerarchici

- Azienda (connessione tra differenti fabbriche in località diverse)
- Fabbrica (connessione tra i reparti –acquisti, progettazione,..-)
- Reparto (connessione tra i singoli computer di uno stesso reparto)
- Isola (area controllata da un sistema computerizzato)



REPARTO DI PRODUZIONE: PIRAMIDE CIM

□ 4 livelli gerarchici

- **sensori-motori**

Dispositivi con esigenze di comunicazione in tempo reale a pacchetti semplici

- **PLC (livello cella)**

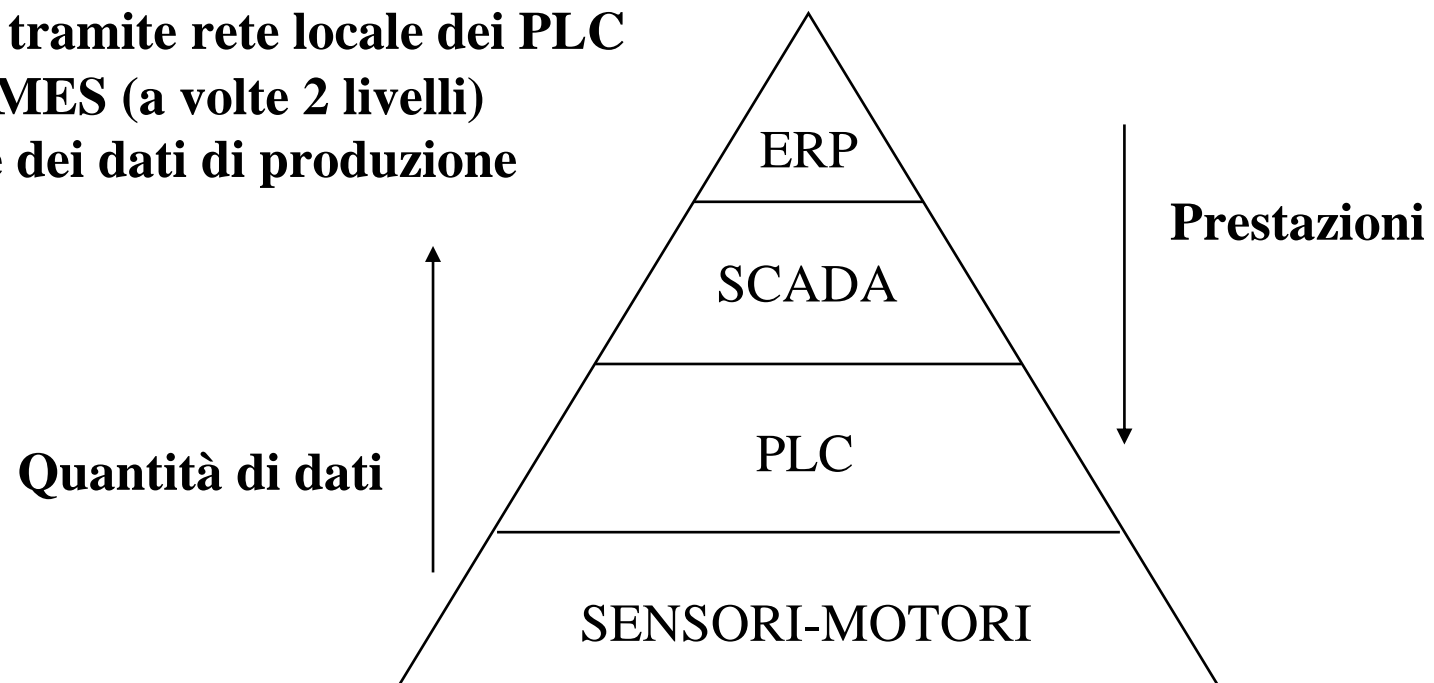
Controllo e coordinamento di sensori e attuatori

- **SCADA (livello area)**

Supervisione tramite rete locale dei PLC

- **Sistemi ERP/MES (a volte 2 livelli)**

Elaborazione dei dati di produzione



SISTEMI DI ELABORAZIONE A LIVELLO DI CELLA

- ❑ I sistemi di elaborazione del mondo consumer trattano “informazioni”, mentre la maggior parte dei sistemi di elaborazione a livello di cella elaborano segnali (acquisiscono segnali dai sensori, elaborano, producono segnali per gli attuatori)
 - ❑ Varie tipologie di sistemi di elaborazione a livello di fabbrica:
 - Robot
 - Macchine a controllo numerico } Unità intelligenti dedicate
 - Unità intelligenti per il comando (comando, segnalazione, controllo, regolazione)
 - Unità intelligenti per la supervisione e l'interfaccia operatore
 - Unità intelligenti per il rilevamento, la memorizzazione, la trasmissione e la gestione (diagnosi, controllo di processi lenti) dei dati
 -
- ❑ Basso costo di μC \Rightarrow semplici sistemi programmabili \Rightarrow tutto è “smart”

ROBOT

- ❑ **Scarsa capacità di elaborazione, memorizzazione e trasmissione dell'informazione**
- ❑ **Utilizzati per:**
 - spostare componenti (pezzi, utensili) per macchine utensili
 - maneggiare componenti nelle lavorazioni pericolose (vernici, saldature,...)
 - maneggiare componenti negli ambienti pericolosi (mare, ambienti radioattivi,...)
 - orientare per sistemi di visione (diagnosi, misure di qualità)
- ❑ **Comandati da operatore o macchine**
- ❑ **Costituiti da:**
 - sensori, attuatori
 - linee di I/O per i comandi e le segnalazioni (interfacce numeriche via radio, cavo)
 - sistemi di elaborazione molto specializzati ad un singolo compito
- ❑ **Programmi (configurabilità più che programmabilità):**
 - off-line (dall'operatore a robot fermo)
 - on-line (da sistemi automatici mentre il robot lavora)

ROBOT SCARA, CELLE ROBOTIZZATE, COBOT

- ❑ **ROBOT SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm)**
 - tipicamente utilizzato per pick-and-place
 - <https://www.youtube.com/watch?v=97KX-j8Onu0>

- ❑ **CELLE ROBOTIZZATE**
 - Aree governate da un Robot (tip. SCARA) interdette agli operatori, con area di carico (pallet) e area di scarico
 - https://www.youtube.com/watch?v=DBNMT0Oro_0

- ❑ **COBOT (Collaborative Robot)**
 - robot concepito per interagire fisicamente con l'uomo in uno spazio di lavoro
 - <https://www.youtube.com/watch?v=i9Vbh2mPG6M>

CONTROLLO NUMERICO (CN)

- ❑ **Una macchina utensile è una macchina che trasforma forma e dimensione di oggetti di qualsiasi materiale, mediante asportazione selettiva di sovramateriale in varie forme, tramite utensili (torni, trapani, ecc.).**

- ❑ **Un controllo numerico computerizzato (in lingua inglese Computerized Numerical Control), abbreviato CNC, designa una tecnologia mecatronica di misurazione e controllo applicata alla macchina utensile, che prende il nome di macchina a controllo numerico**
 - **Scarsa capacità di elaborazione, memorizzazione e trasmissione dell'informazione**
 - **Utilizzati per il controllo delle macchine utensili**
 - **Comandati da operatore o macchine (ciclo di lavoro)**
 - **Programmati da un operatore (programmazione lenta e off-line)**

- ❑ **Un centro di lavoro (CNC) multiasse è una macchina in grado di eseguire più tipi di lavorazioni <https://www.youtube.com/watch?v=wjEV28zKcJM>**

CNC e DNC

- ❑ **I CN o CNC (Computer Numeric Control) sono costituiti da:**
 - **interfaccia verso la parte di potenza per l'interfaccia verso la macchina utensile**
 - **controllo di più assi**
 - **computer dedicato**

- ❑ **I DNC (Direct Numeric Control) sono CN a controllo digitale interfacciati a un computer di supervisione che consente la programmazione automatica attraverso:**
 - **database di “lavorazioni elementari” (archivio disegni/programmi)**
 - **database per la gestione (numero di pezzi prodotti, tempi di fermo,...)**
 - **programmi per l'ottimizzazione dei tempi morti (cambio utensili,...)**
 - **possibilità di funzionamento “stand alone”**

- ❑ **Le macchine e i centri di lavorazione sono oggetti “meccatronici”, dove la parte meccanica ed elettrotecnica è dominante rispetto alla parte ICT (Information and Communication technology)**

UNITA' INTELLIGENTI ALTAMENTE PROGRAMMABILI

- ❑ **Svolgono funzioni diverse in quanto a requisiti (potenza, velocità, memoria,...)**
 - **comando e segnalazione**
 - **controllo, coordinamento e regolazione**
 - **rilevamento, memorizzazione, trasmissione dati**
 - **interfaccia operatore (Human Machine Interface -HMI-)**

- ❑ **Si ripartiscono in:**
 - **PLC (Programmable Logic Controller)**
 - **PMC (Programmable Multifunction Controller) o sistemi “proprietary”**
 - **PC industriali**

	PC	PLC	PMC
Punti di I/O	-	+	+
Capacità di elaborazione	++	-	+
Memoria	++	-	+
Controllo in tempo reale	-	+	++
Software di base	++	+	-
Semplicità d'uso	+	++	-

PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)

- ❑ **PLC = sistema logico programmabile in grado di realizzare un insieme ordinato di operazioni, definite da comandi facilmente modificabili, strutturate in modo ciclico**

- ❑ **Introdotti all'inizio degli anni '70 come alternativa alle logiche a interruttori (logiche a relais), che erano:**
 - **Semplici da utilizzare**
 - **Lenti, ingombranti, dissipativi, dipendenti dai troppi cablaggi**

- ❑ **Anni 70-80: i PLC hanno poca fortuna perchè:**
 - **Costosi, poco affidabili, lenti per le regolazioni (>100ms)**
 - **Poco “comprensibili” per gli addetti ai lavori (programmazione, ricerca guasti,...)**

- ❑ **Anni 90: i PLC invadono il mercato perchè:**
 - **Economici, robusti, potenti**
 - **Ben supportati dalla distribuzione e assistenza**
 - **Programmabili in modo semplice grazie ai linguaggi a contatti**

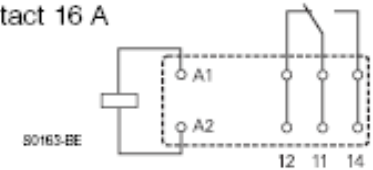
PLC versus RELAIS

□ I Relais sono:

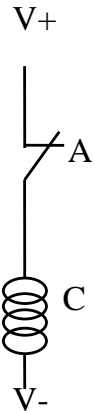
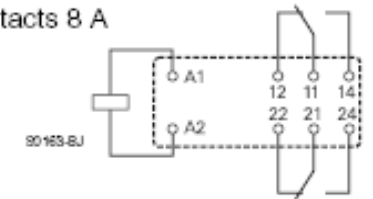
- Amplificatori di potenza (comando a 100mA, contatto a 10A)
- Negatori naturali
- Ingombranti, lenti, alti consumi di potenza
- Utilizzabili da personale non altamente qualificato



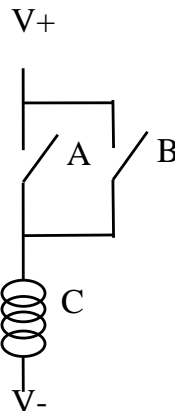
1 CO contact 16 A



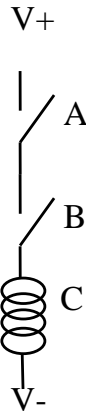
2 CO contacts 8 A



$$C = \text{NOT}(A)$$

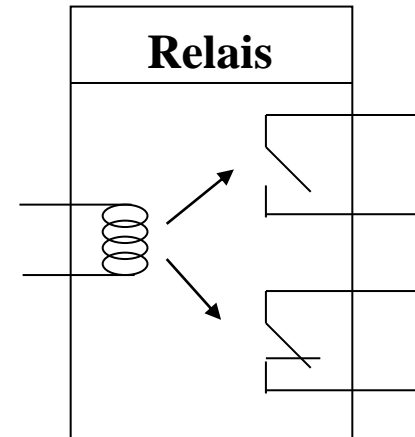


$$C = A \text{ OR } B$$



$$C = A \text{ AND } B$$

Comando



Contatto NO

Contatto NC

PLC versus RELAIS

- ❑ **il PLC ha sostituito le logiche a relais perchè:**
 - **Riduzione dei cablaggi**
 - **Riduzione degli ingombri**
 - **Riduzione della potenza (assorbimento $\approx 100\text{mA}$ nei PLC più compatti)**
 - **Elevata versatilità verso “upgrade”**
 - **Aumento della velocità di elaborazione**
 - **Semplice, robusto ed affidabile**
 - **Consente nuovi campi d’impiego (regolazione, controllo, calcolo multivariabile,..)**
 - **Si propone come strumento standard per funzioni che erano appannaggio di soluzioni propria trie (poco flessibili, non intercambiabili,...)**

PLC: CARATTERISTICHE GENERALI

- ❑ **HW modulare**
 - **Espandibile**
 - **Diversi moduli**
 - CPU
 - ingressi logici
 - uscite logiche
 - ingressi analogici
 - ingressi dedicati
 -
 - moduli funzionali

- ❑ **SW “semplice”**
 - **scemi a contatti**
 - **struttura ciclica**
 - **autodiagnostica**



PMC (PROGRAMMABLE MULTIFUNCTION CONTROLLER)

- ❑ **PMC = sistemi proprietari (es. Centraline) basate su HW standard programmato a bassissimo livello. Sono tipicamente a struttura modulare, operanti in tempo reale, utilizzati per lo svolgimento di compiti complessi in termini di tempo critico (regolazione, comunicazione,...) e grandi volumi di dati**

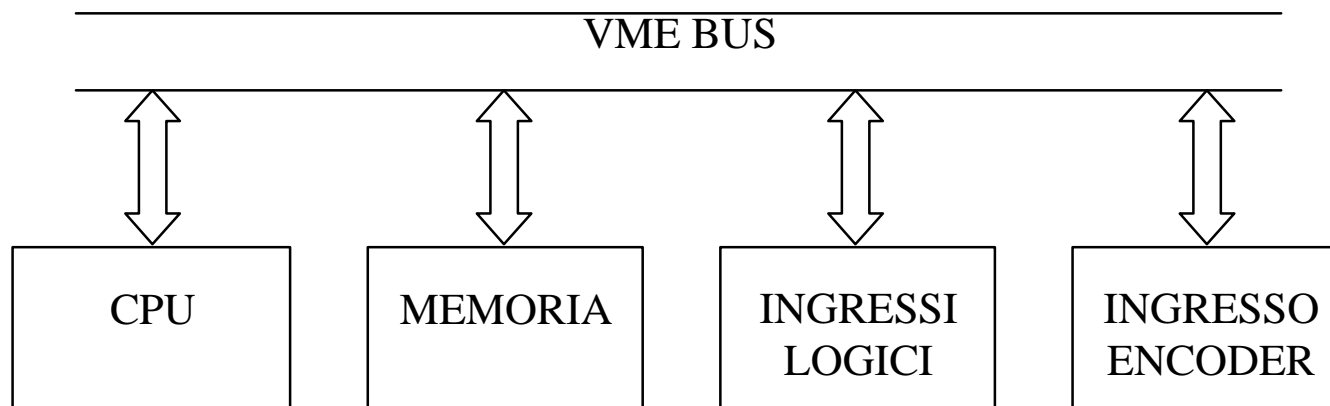
- ❑ **PMC vs PLC:**
 - **HW simile ai PLC, spesso “assemblabile” da costruttori diversi**
 - **SW a basso livello “aperto” (con o senza sistema operativo)**
 - **Sono più flessibili rispetto ai moduli funzionali**
 - **Gestiscono complesse architetture dati**
 - **Permettono linguaggi informatici (Es. C)**
 - **Richiedono personale qualificato**
 - **Ottengono le massime prestazioni da un dato HW**

- ❑ **PMC vs PC:**
 - **HW modulare e potente (VMEbus, PXI,...)**
 - **Sistemi operativi “real time” (RTOS per PC?)**
 - **Scarsa disponibilità di SW di base e a livello applicativo**

PMC (PROGRAMMABLE MULTIFUNCTION CONTROLLER)

❑ Caratteristiche PMC:

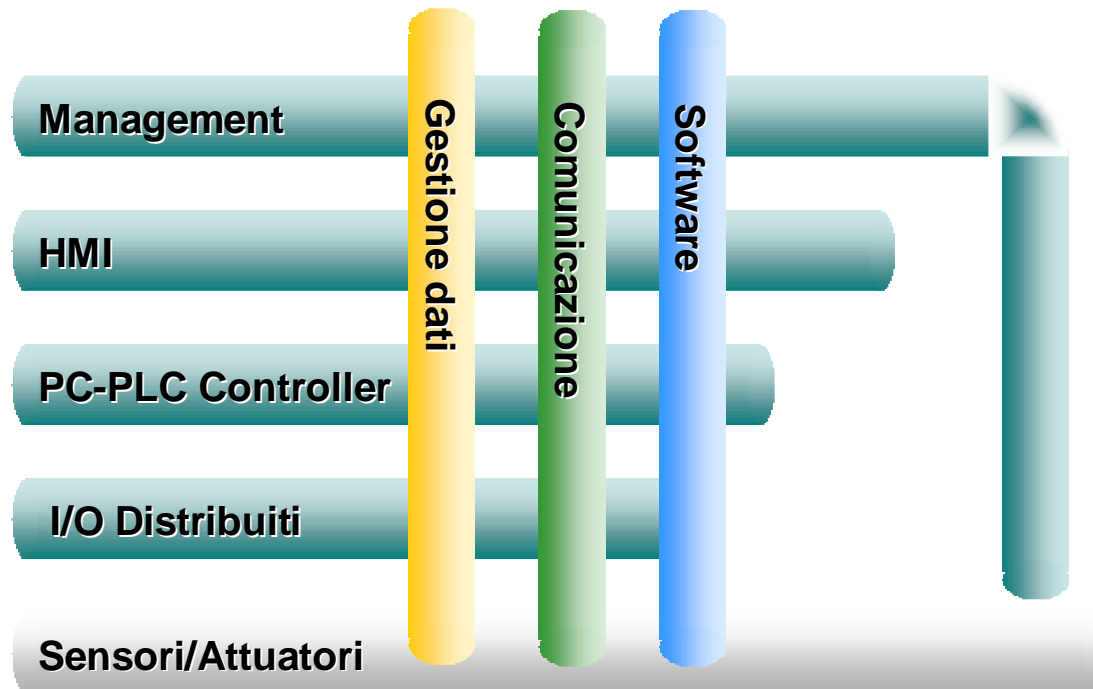
- HW affidabile, modulare, potente, veloce, direttamente gestibile dall'operatore
- Diverse tipologie di prodotto (monoCPU, multiCPU)
- Possibilità di realizzare prodotti "custom" integrando hardware commerciale e "ad hoc"
- SW scritto in C o in linguaggi "orientati al tecnologo"
- Lunghi tempi di sviluppo del software



DIFFICILE INTEGRAZIONE DEI PMC

□ Integrazione a 3 livelli:

- Stesse modalità di comunicazione (infrastrutture HW e SW comuni)
- Stessi database
- Portabilità delle applicazioni



COMPUTER INDUSTRIALI

- ❑ **Grande importanza a livello di area, importanza crescente a livello di cella**
 - **Ottima interfacciabilità e integrazione**
 - **Il vantaggio del SW standard**
 - **La necessità di HW robusto e affidabile (il problema delle memorie di massa)**
 - **PC “office” e PC industriali” (anni 80-90): necessità e costi**

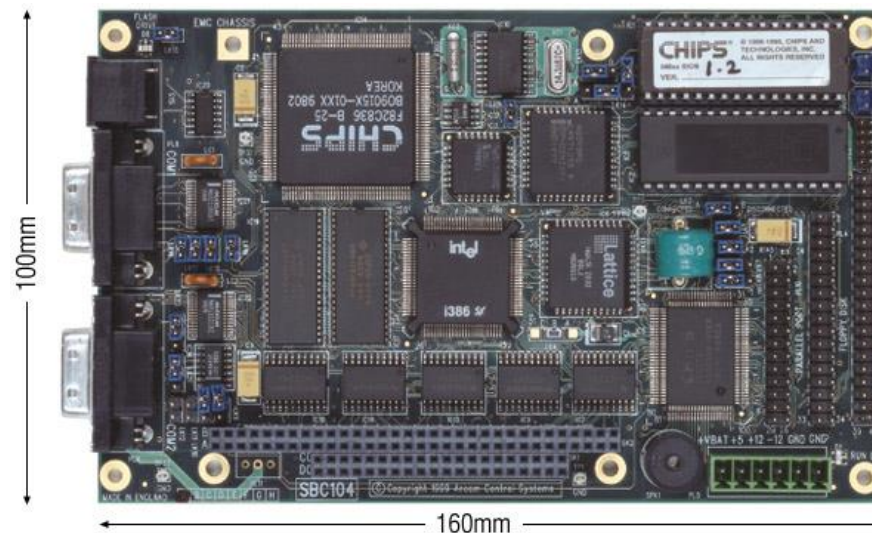


COMPUTER INDUSTRIALI “EMBEDDED”: PC104

❑ **PC104 =schede PC di dimensioni molto compatte costruite dal ‘88 (IEEE-P996)**

- **Low-cost:**

- **386SX a 25MHz**
- **4M DRAM, 2M Flash con versione “rommata” di DOS (ROMDOS)**
- **2 porte seriali, interfaccia vs. stampante, tastiera, mouse**
- **connettore per moduli aggiuntivi ISA-like (16-bit PC/104 IEEE-P996)**
- **ottimo per applicazioni scritte in C (tempi di ciclo >100ms)**



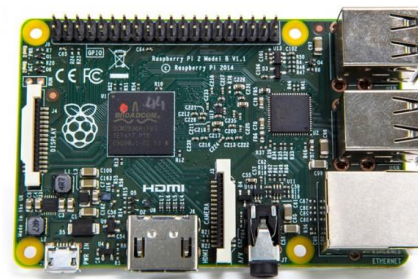
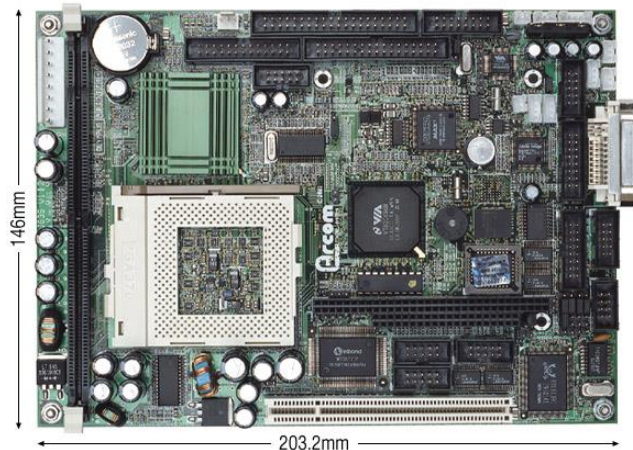
COMPUTER INDUSTRIALI “EMBEDDED”: PC104

❑ PC104, grande disponibilità di schede di I/O, permette di realizzare dei “PLC”

- **Higher performance:**

- Celeron 433MHz – 1GHz, Pentium III (133MHz FSB –Front Side Bus-)
- Acceleratore grafico per applicazioni 3D (S3® Savage4™)
- 512M DRAM, 32M Flash, Award BIOS (Millenium Compliant)
- interface di rete (10BaseT, 100BaseT), interface USB
- connettore per moduli aggiuntivi (16-bit PC/104 IEEE-P996), slot PCI
- ottimo per applicazioni sotto SW applicativi

- **Schede PC semplici senza I/O locale (USB?) adatte per architetture distribuite**



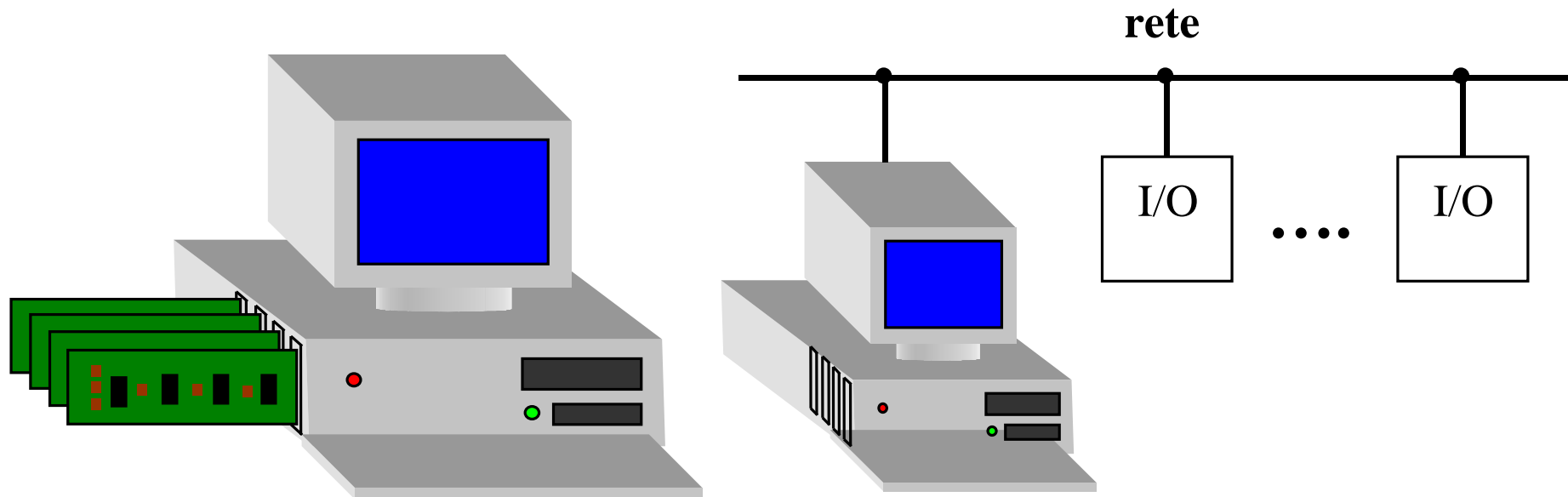
Raspberry Pi2, Linux, 40€



Beaglebone, Android, 40€

COMPUTER INDUSTRIALI: IL PROBLEMA DEGLI I/O

- ❑ **Le architetture PC-based sono intrinsecamente distribuite:**
 - **Ottime interfacce di rete**
 - **I/O locale solo grazie a schede su slot PCI:**
 - **3-5 slot -> numero insufficiente di I/O**
 - **bus PCI -> limite alle prestazioni in caso di sovraffollamento**



Sistema concentrato

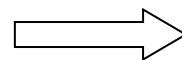
Sistema distribuito

COMPUTER INDUSTRIALI: IL PROBLEMA DEL TEMPO REALE

- ❑ **Gestione degli I/O decentrati:**
 - **Necessità di reti veloci e deterministiche**
 - **Incremento del costo del sensore: sensor -> smart sensor**

- ❑ **Sistema operativo:**
 - **Sistemi operativi “noti” con possibilità di sviluppo di applicazioni “portabili” (Win2000, Linux, MacOS, Solaris per SUN) -> mancato determinismo**
 - **Sistemi operativi in tempo reale derivati da UNIX (Es QNX) -> mancato supporto dei software di sviluppo delle applicazioni**
 - **Costo del RTOS (licenze, sviluppo) e degli accessori (Es. interfaccia di rete,..)**
 - **Scarsa stabilità e standardizzazione degli RTOS**

COMPUTER INDUSTRIALE



Soluzione ancora “innovativa”

SISTEMI CONCENTRATI E SISTEMI DISTRIBUITI

❑ Sistemi concentrati:

- **Intelligenza centralizzata con I/O locale (es. PLC e PC per funzioni di elaborazione, data storage, connessione)**
- **Lunghi (e inaffidabili) cablaggi verso sensori e attuatori**
- **Architettura poco tollerante al guasto**

❑ Sistemi distribuiti:

- **Sensori e attuatori (o sistemi di periferia ad essi connessi) che scambiano informazioni su una rete di comunicazione in tempo reale (detta “bus di campo”) in modo che le informazioni scambiate da remoto o da locale risultino sincronizzabili tra loro e disponibili con latenze dello stesso ordine di grandezza**
- **Vantaggi di costi (un sistema complesso è più costoso di più sistemi semplici; minor costo dei ricambi a magazzino)**
- **Vantaggi di cablaggio**
- **Vantaggi di affidabilità (i sistemi distribuiti offrono più architetture ridondanti)**

PANNELLI DI VISUALIZZAZIONE

❑ Sistemi dedicati:

- **Ottimo livello di industrializzazione e capacità di interfaccia**
- **Integrano PLC e PC (e i relativi ambienti software “semplificati”, ossia linguaggi a contatti, linguaggi pseudografici, SW di gestione database,...)**
- **La rivoluzione “Tablet & Smartphone”**



SISTEMI DI VISIONE

❑ Sistemi dedicati:

- Ieri utilizzati per sorveglianza e diagnostica, oggi utilizzati anche per controlli dimensionali e di qualità, identificazione e conteggio pezzi,...
- Ottimo livello di industrializzazione
- Integrano una videocamera a elevata risoluzione e un computer programmabile
- Si interfaccia ad un PC con SW specializzati che permettono la programmazione in C basandosi su funzioni a libreria (Es. riconoscimento caratteri)
- Possibilità di sensori innovativi (Kinect) e motorizzazioni per inseguimento target
- Interfacce di rete veloci per trasferimento immagini e configurazione on-line
- Interfacce wireless

