



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Introduzione

Automazione

Alessandro De Luca

# orario e organizzazione lezioni

---

- 3° anno di BIAR, curriculum **Automatica**
- 6 crediti, codice **1041466**
- periodo: 30 settembre – 19 dicembre 2024  
(~11 settimane, ~5-6 h/settimana, ~60 ore)
  - ➔ 11-15 novembre: **sospensione** lezioni per tutto il corso di laurea
- Lunedì 8:00-12:00 (aula 204, Marco Polo)
- Giovedì 8:00-10:00 (aula 105, Marco Polo)
- **G-Group** (registrarsi con il proprio **nome e cognome** e mail istituzionale)  
[https://groups.google.com/a/diag.uniroma1.it/g/automazione\\_2024-25](https://groups.google.com/a/diag.uniroma1.it/g/automazione_2024-25)

## □ Alessandro De Luca [ADL]

→ E-mail: [deluca@diag.uniroma1.it](mailto:deluca@diag.uniroma1.it)

→ URL: [www.diag.uniroma1.it/deluca](http://www.diag.uniroma1.it/deluca)

→ URL corso: [.../automazione.php](http://www.diag.uniroma1.it/deluca/automazione.php)

- slides di lezione (pdf), video, materiali, esercizi di esame (con soluzioni)

→ Ricevimento

- martedì 12:00-13:30 (tranne nelle mie [travel dates](#))

- in presenza: c/o DIAG, via Ariosto 25, ala sinistra, 2° piano, **A-210**  
oppure

- in remoto: vedi [www.diag.uniroma1.it/deluca/Teaching.php](http://www.diag.uniroma1.it/deluca/Teaching.php)

- previo appuntamento via e-mail

## □ Vincenzo Suraci [VS]

→ E-mail: [suraci@diag.uniroma1.it](mailto:suraci@diag.uniroma1.it)

- ufficio: c/o DIAG, via Ariosto 25, ala sinistra, 2° piano, **A-215**

## Automazione

- Panoramica su architetture e metodi di controllo e supervisione per il funzionamento automatico di macchine, apparati fisici e processi
  - ➔ che evolvono nel tempo o in base a eventi
  - ➔ controllati da sistemi informatici distribuiti
  - ➔ che operano in tempo reale
  - ➔ in modalità completamente autonoma o supervisionata
  - ➔ utilizzando reti locali di comunicazione
- Sistemi moderni di automazione industriale

## Automazione

- Si sviluppano i seguenti macro argomenti
  - ➔ organizzazione dei processi industriali e architetture di controllo
  - ➔ reti per l'automazione
  - ➔ schemi/algoritmi di controllo della movimentazione
  - ➔ controllori a logica programmabile (con relativo linguaggio)
  - ➔ modellistica e supervisione di processi a eventi discreti mediante automi e reti di Petri
- Propedeuticità
  - ➔ conoscenze di base di controlli automatici, informatica, TLC

## □ Architetture di controllo industriale

- ➔ Breve storia dell'automazione e del controllo dei processi industriali
- ➔ Computer Integrated Manufacturing (CIM), Industria 4.0, 5.0...
- ➔ Analisi dei sistemi di produzione
- ➔ Sistemi di controllo real time **[VS]**
- ➔ Algoritmi di scheduling di task periodici e non **[VS]**
- ➔ Reti di comunicazione per l'automazione
- ➔ Controllo a livello di campo mediante regolatori PID (digitali) e loro tuning
  - con cenni su azionamenti e sensori per la movimentazione assi controllata

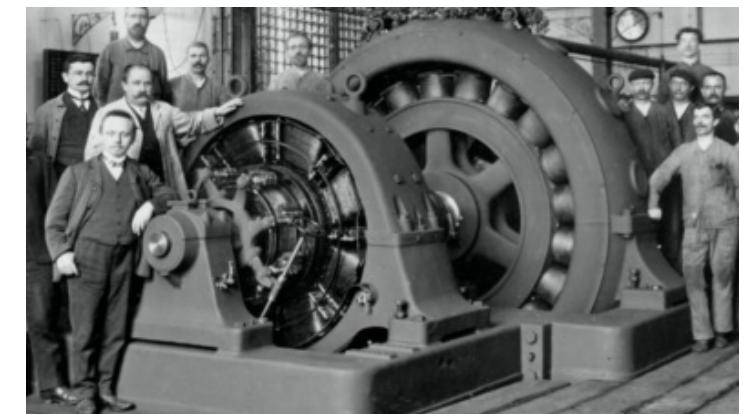
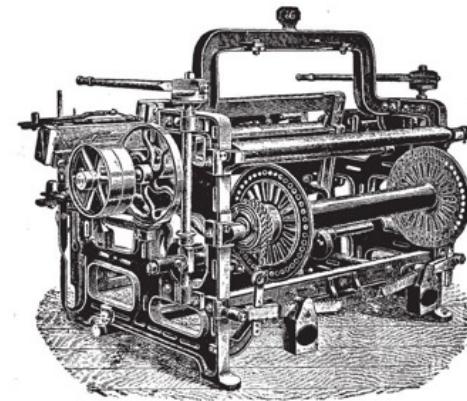
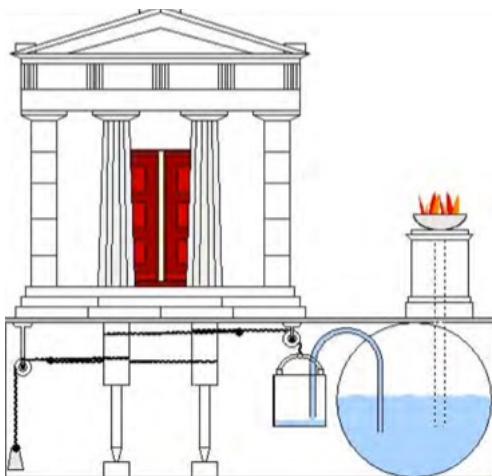
## □ Controllori a logica programmabile (PLC) **[VS]**

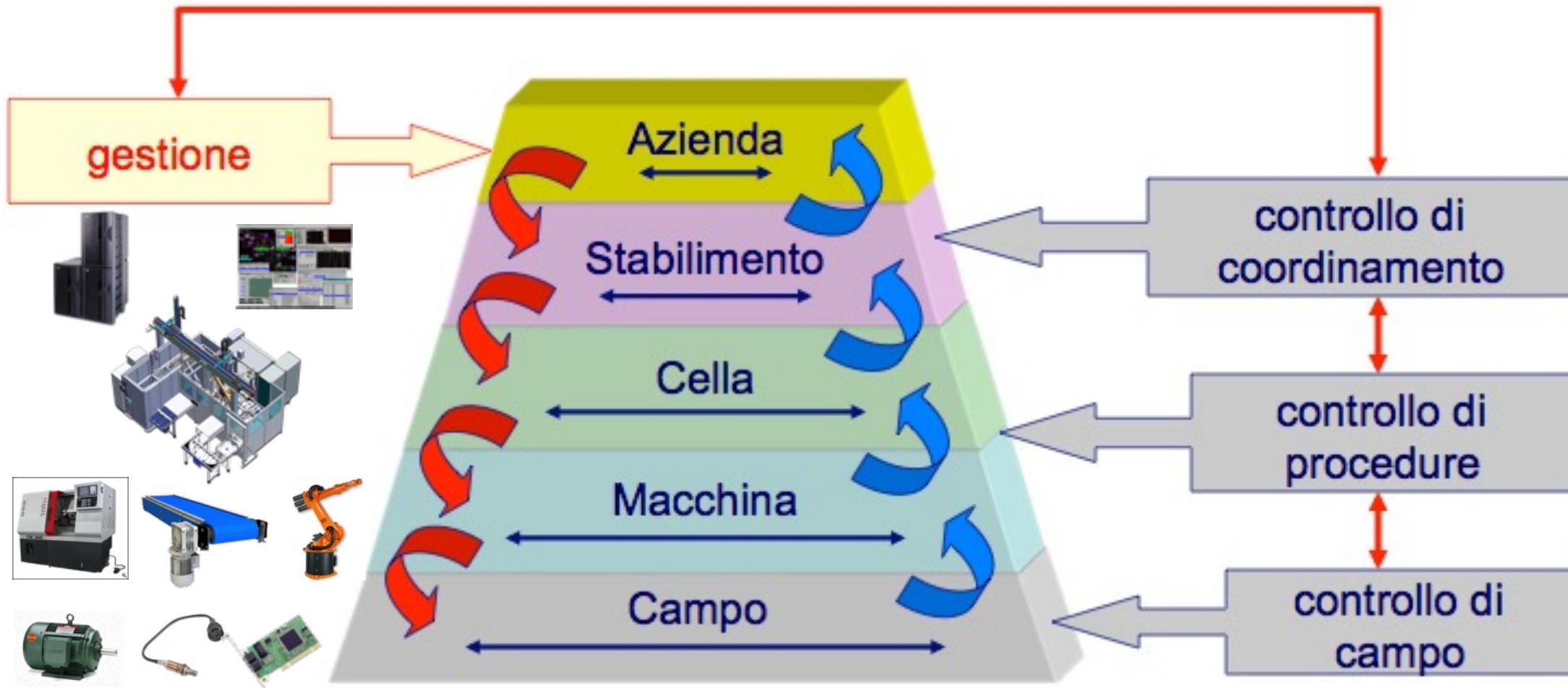
- ➔ Architettura hardware e software
- ➔ Un linguaggio per PLC: Sequential Functional Chart (SFC)

## □ Modellistica e controllo di sistemi a eventi discreti

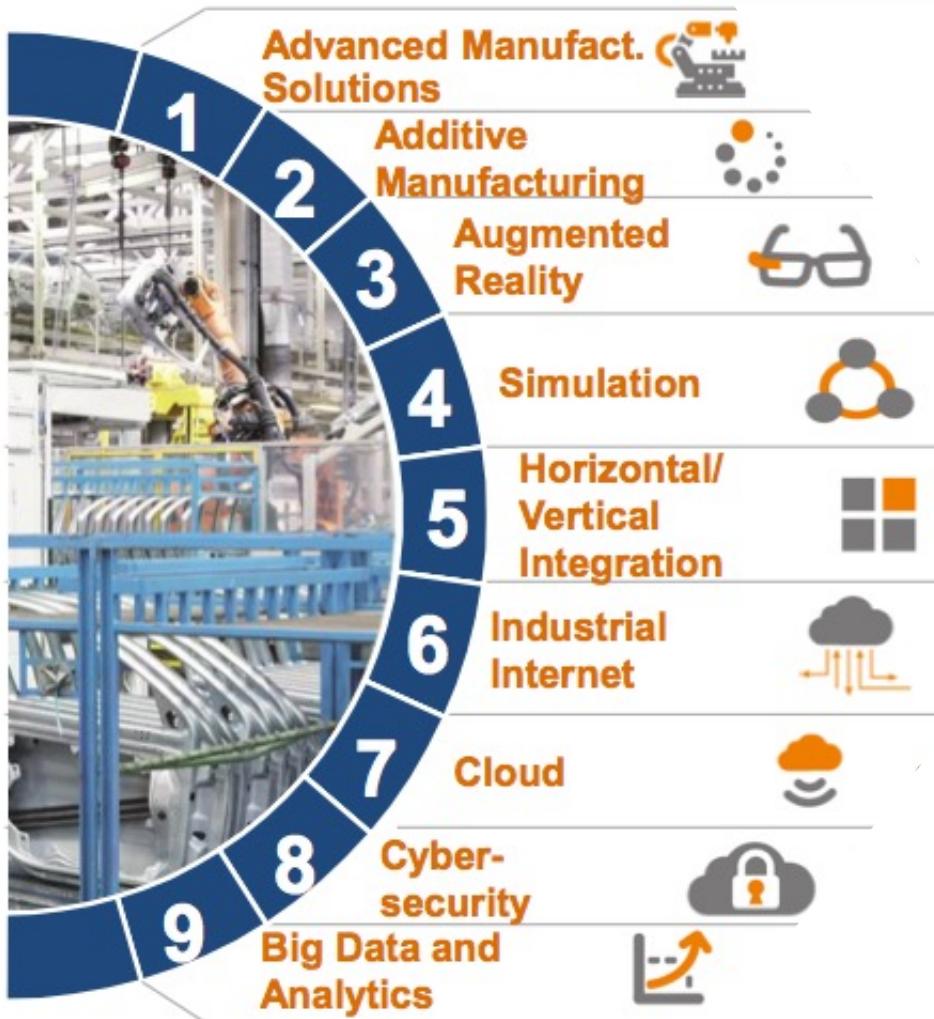
- ➔ Modelli e rappresentazioni: automi e reti di Petri
- ➔ Definizione, proprietà e analisi delle reti di Petri
- ➔ Modellistica e controllo supervisivo di sistemi di automazione con reti di Petri

# breve storia dell'automazione





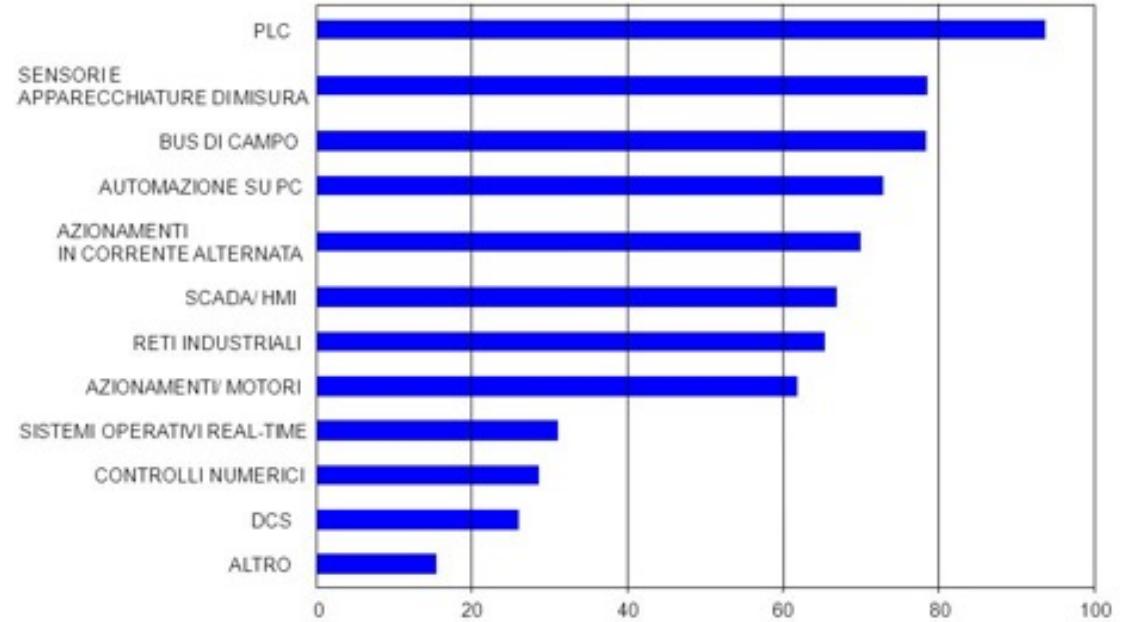
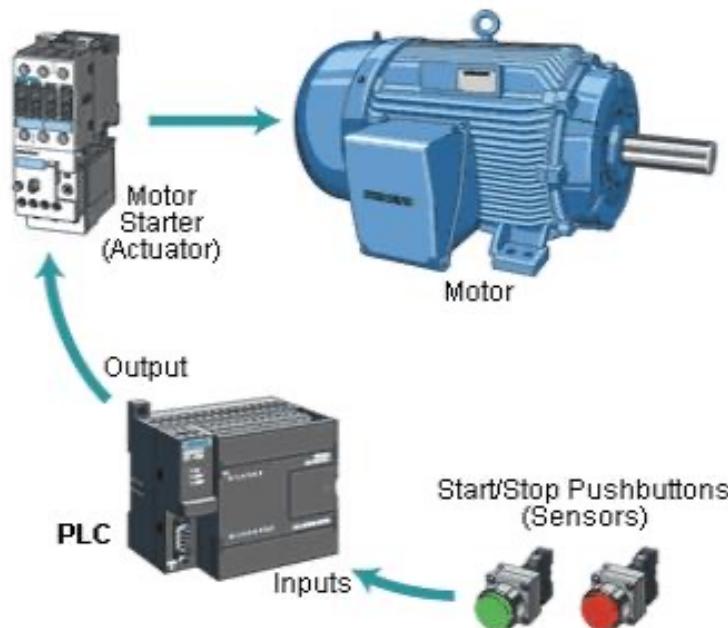
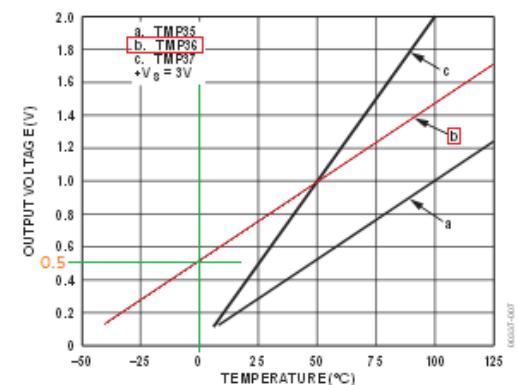
# industria 4.0 e 5.0



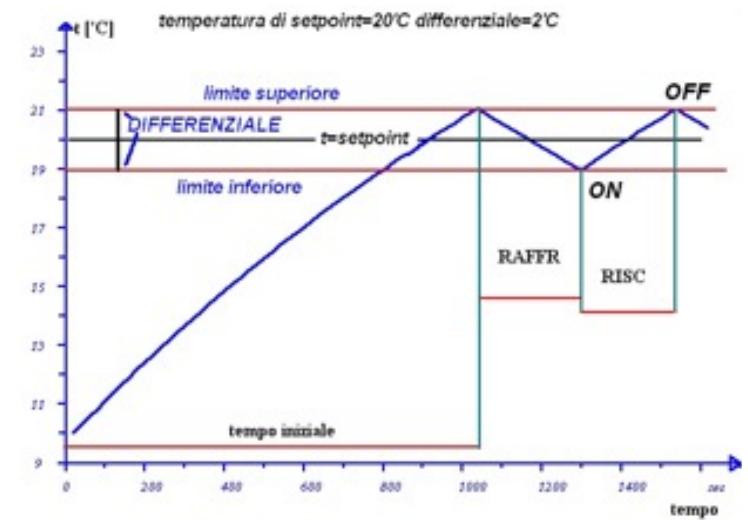
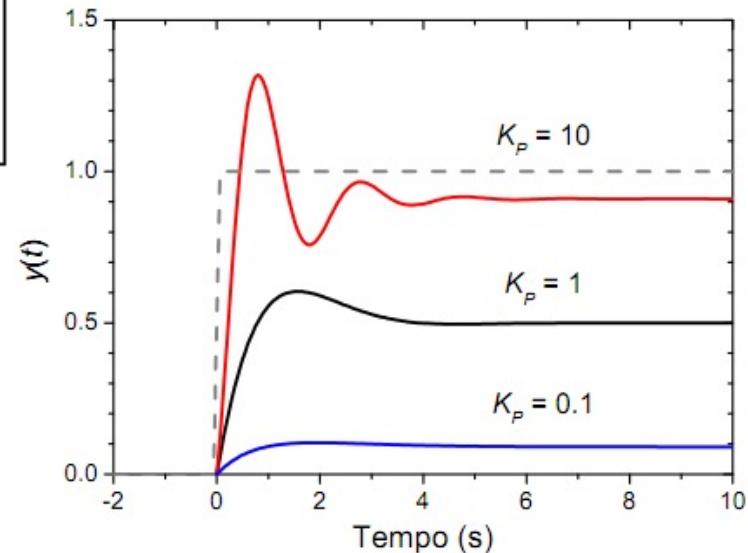
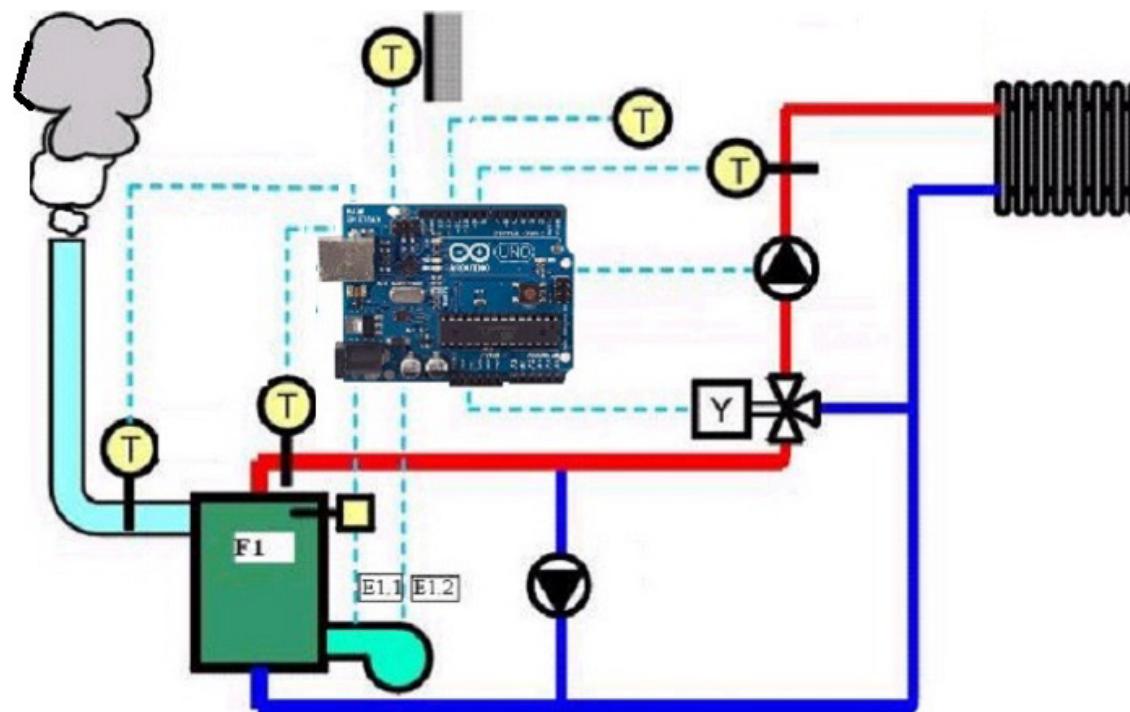
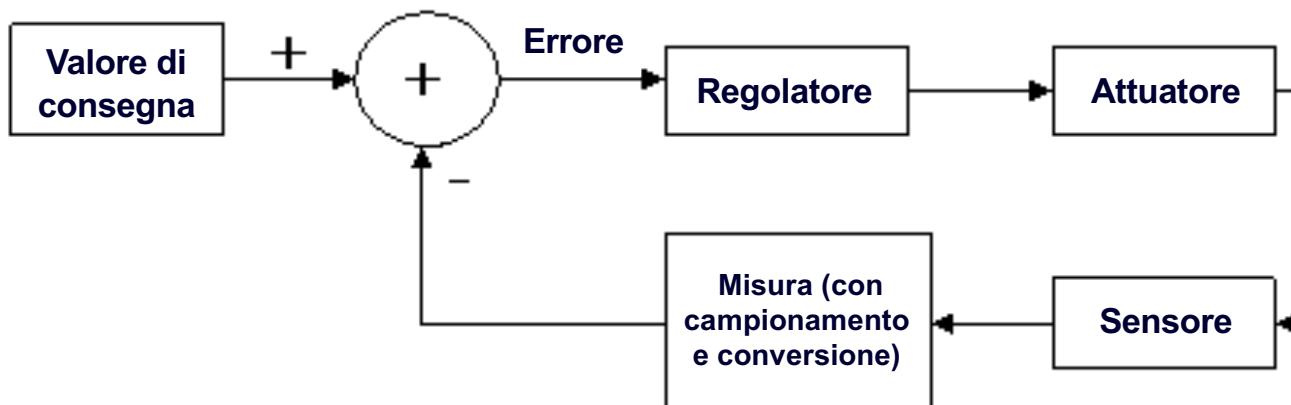
tecnologie abilitanti di **Industria 4.0**



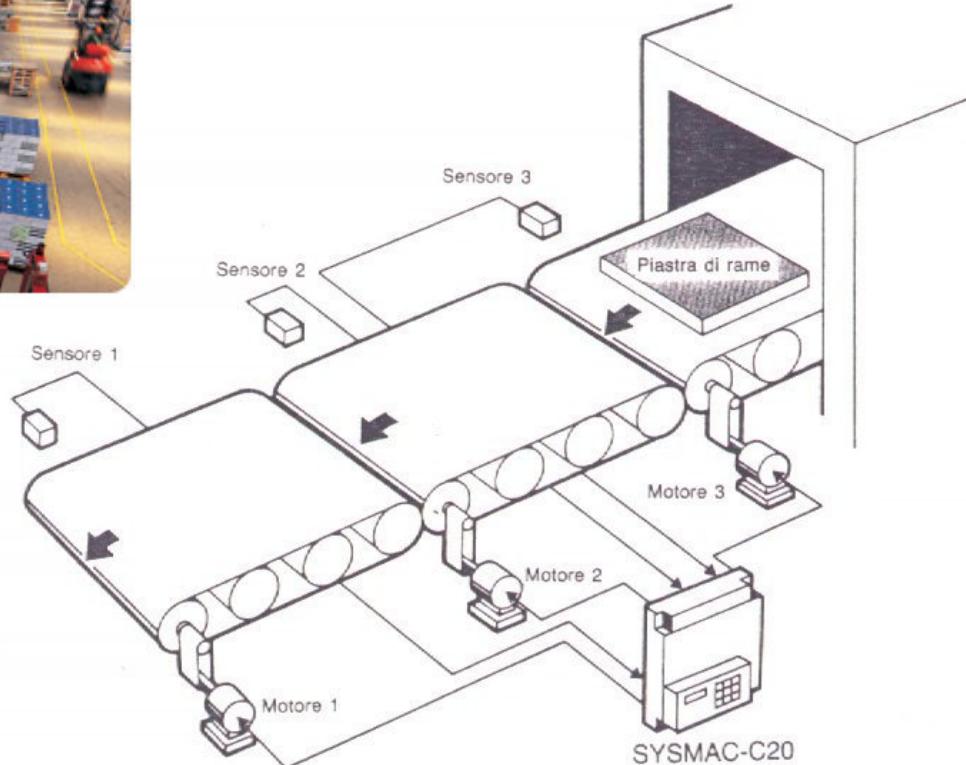
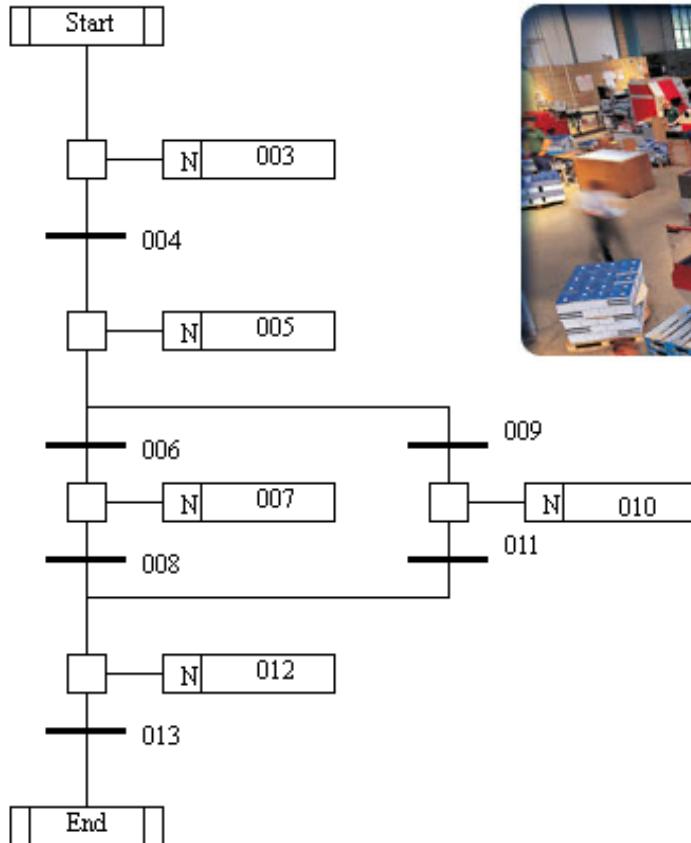
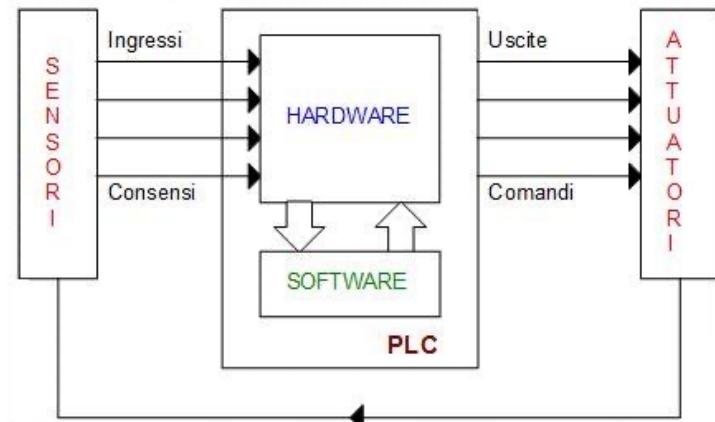
# azionamenti e sensori



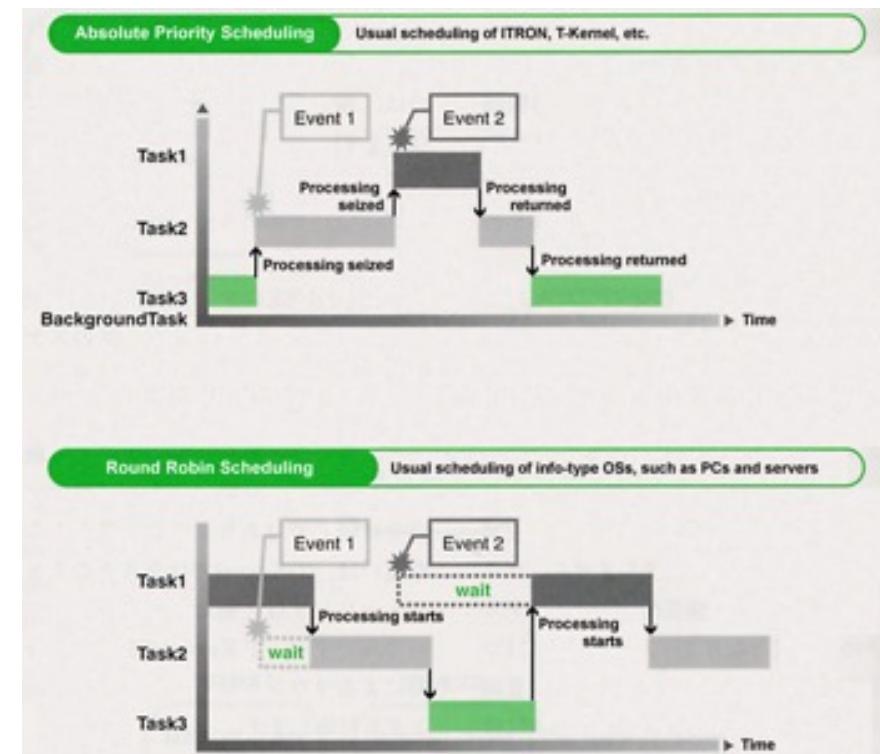
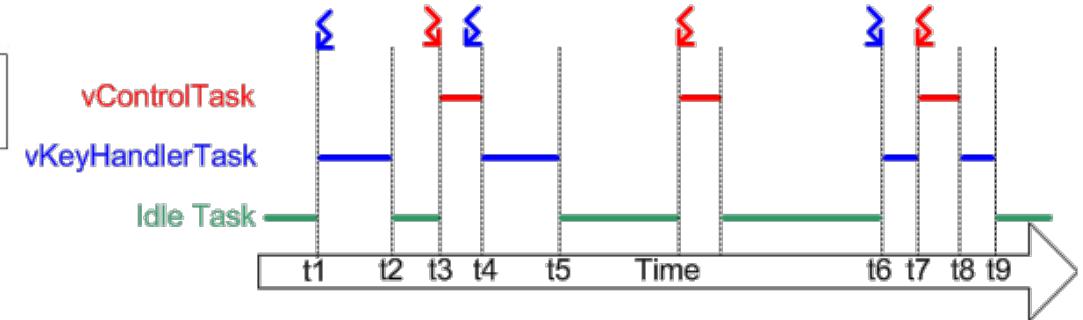
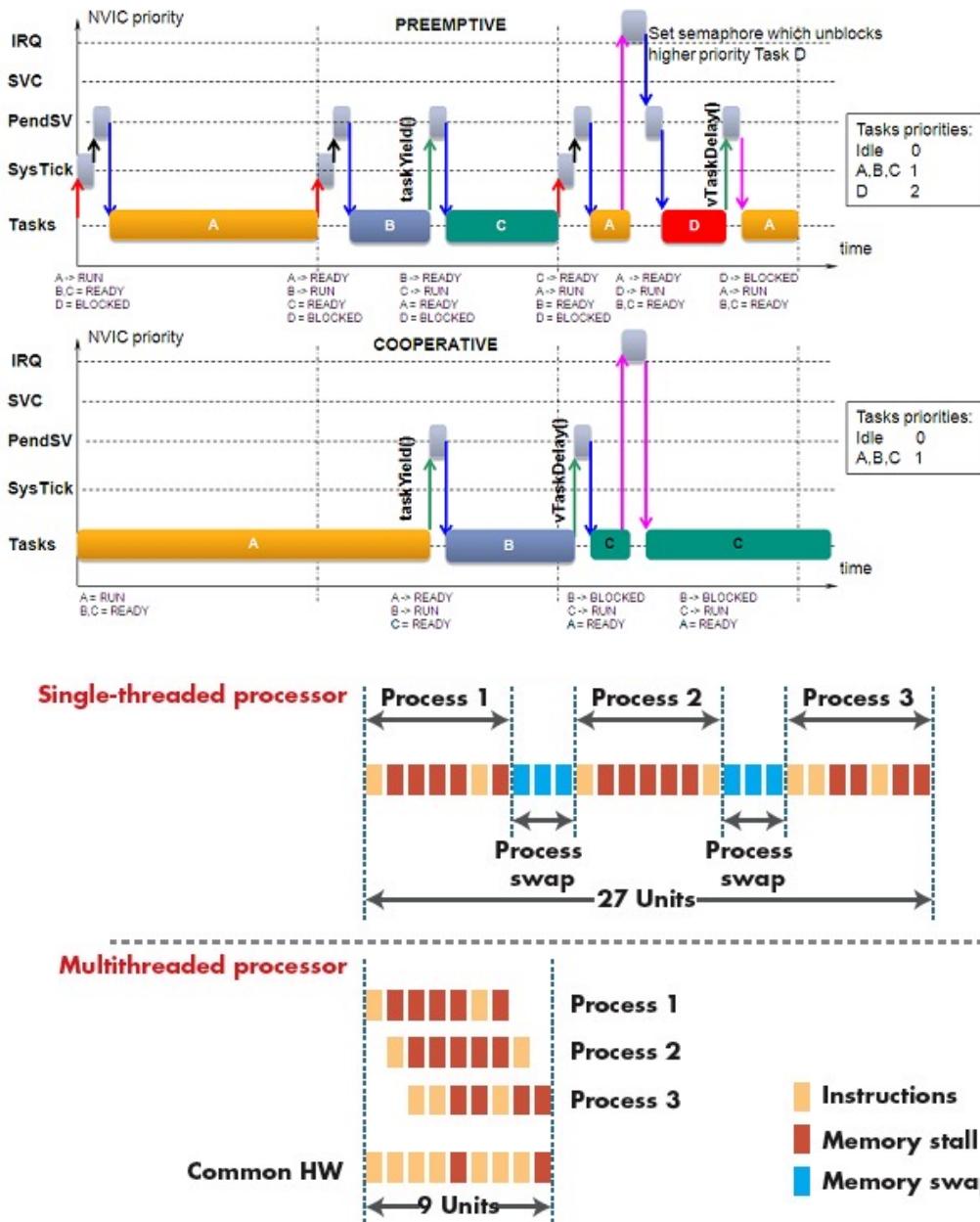
# regolatori PID



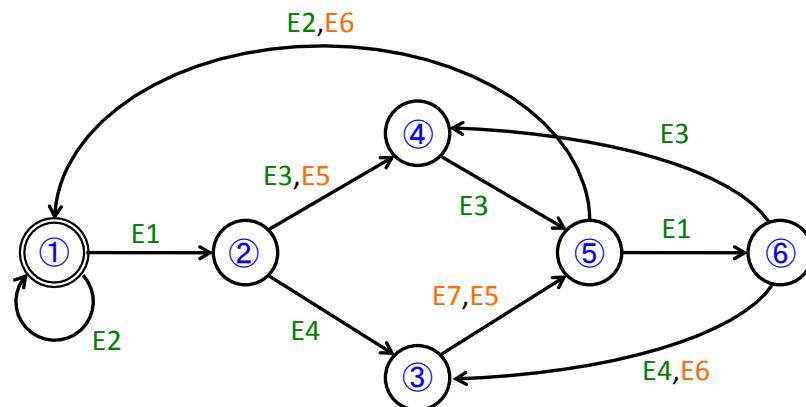
# PLC, programmazione e controllo di campo



# algoritmi di task scheduling

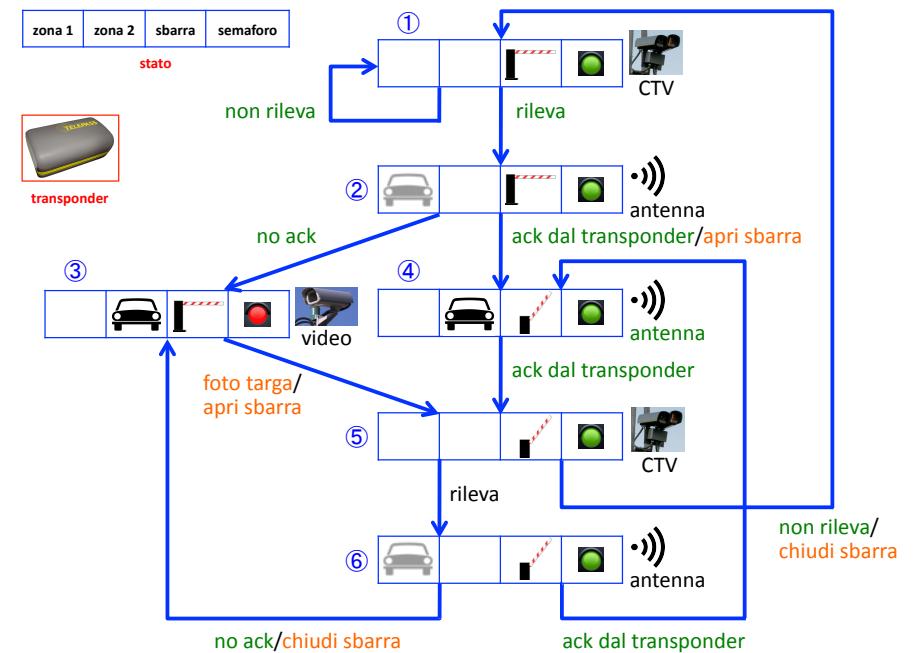


# modellistica con automi



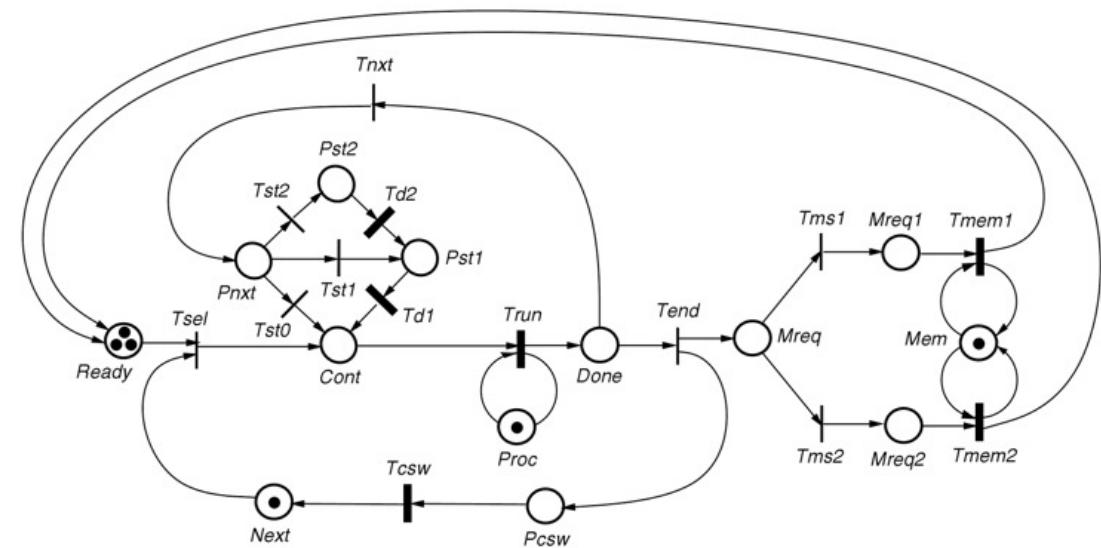
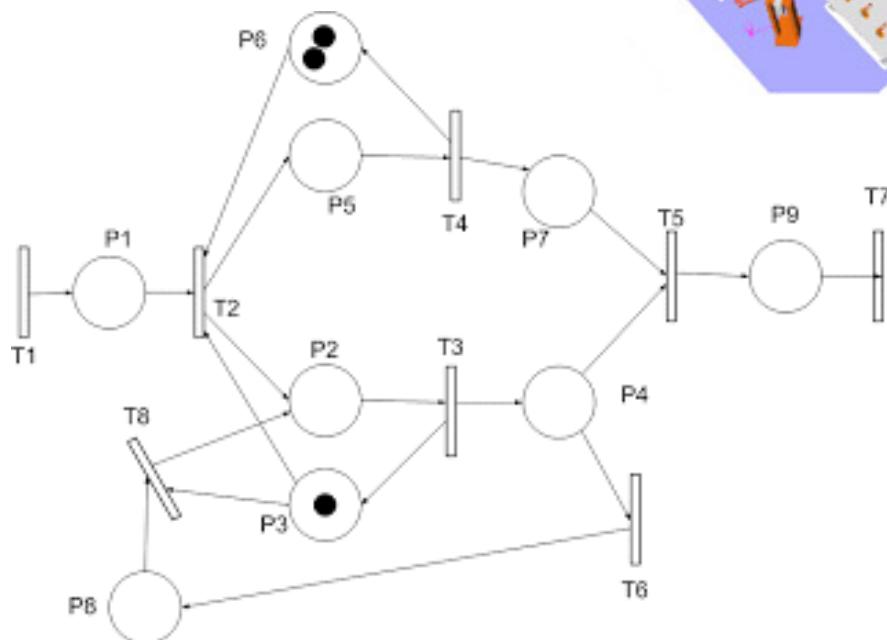
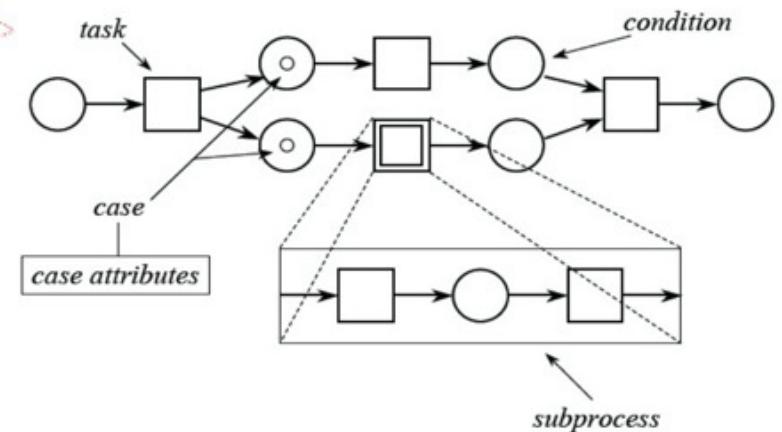
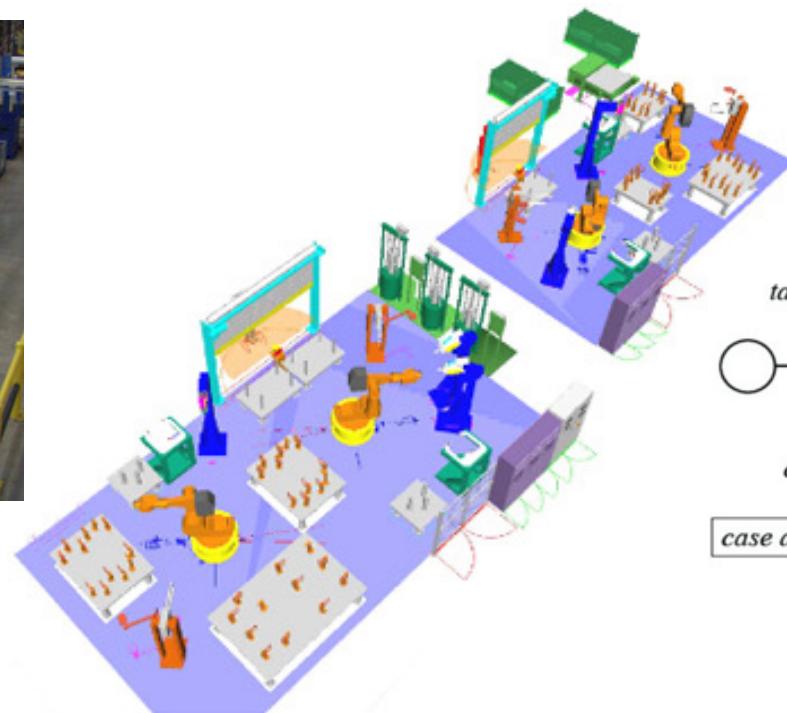
**E1** = CTV rileva veicolo (sensore)  
**E2** = CTV non rileva veicolo (sensore)  
**E3** = ack dal transponder (sensore)  
**E4** = no ack dal transponder (sensore)

**E5** = apri sbarra (attuatore)  
**E6** = chiudi sbarra (attuatore)  
**E7** = foto alla targa (attuatore)



video

# modellistica e controllo con reti di Petri



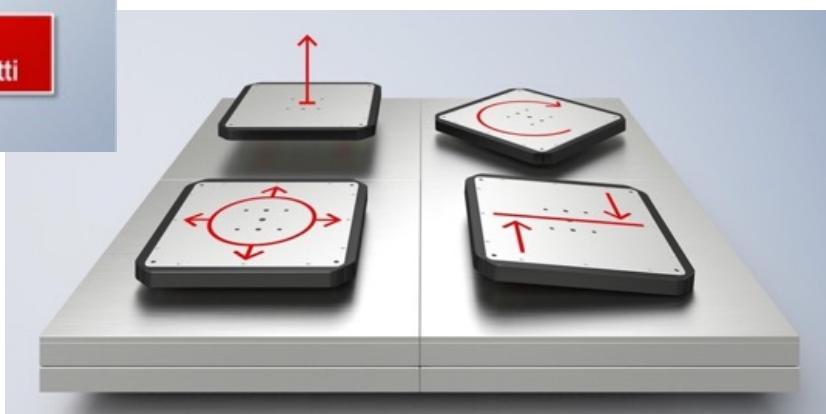
# flessibilità nella produzione

Sistema di trasporto a carrelli indipendenti (a levitazione con magneti permanenti)



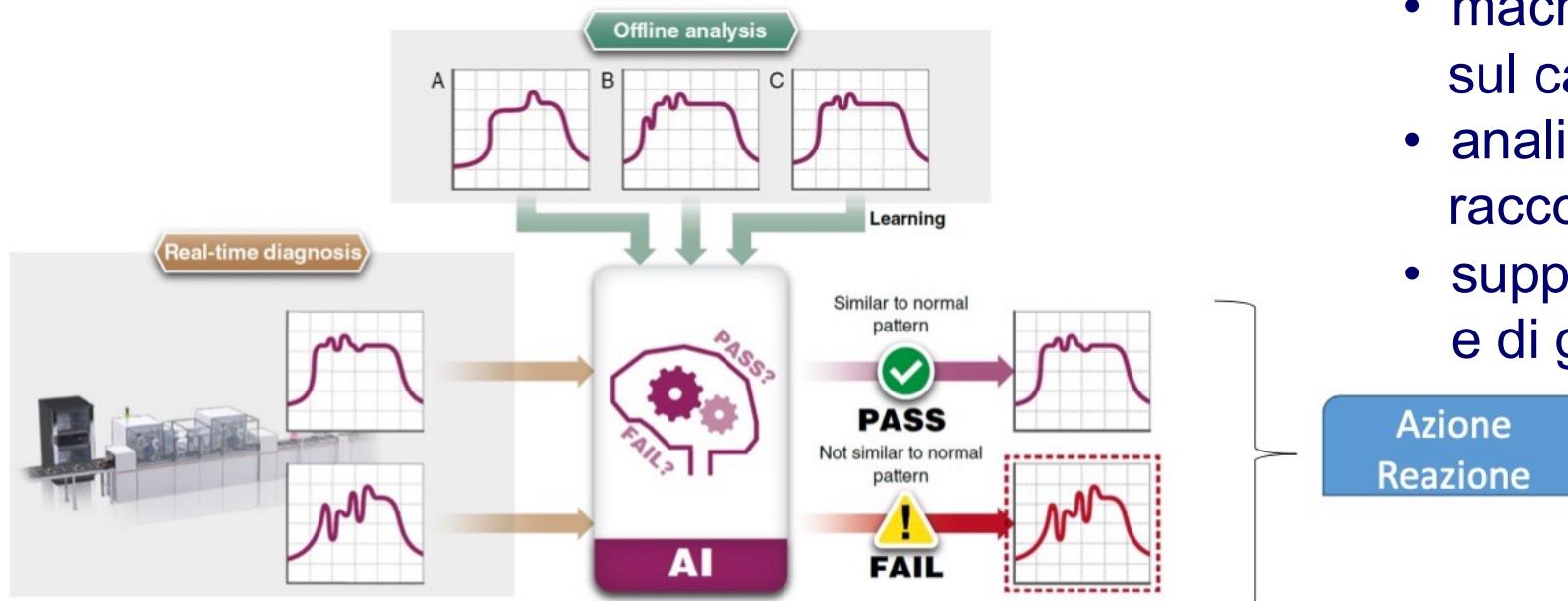
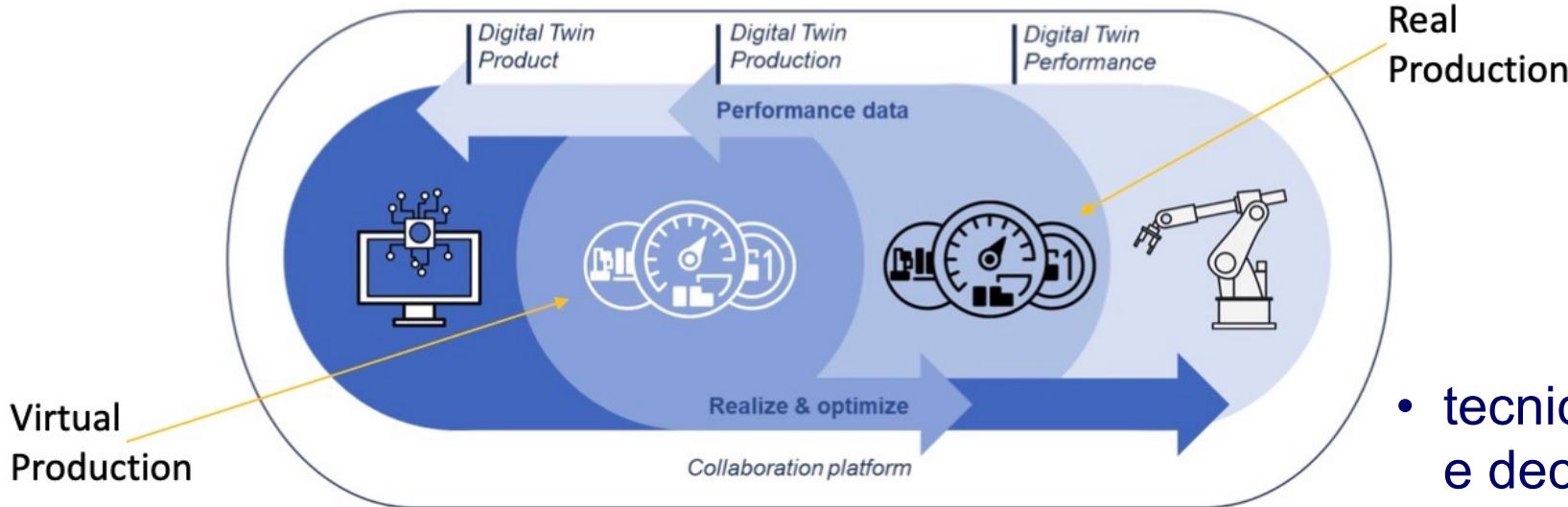
- con motori lineari
- no cable technology

**BECKHOFF**  
New Automation Technology



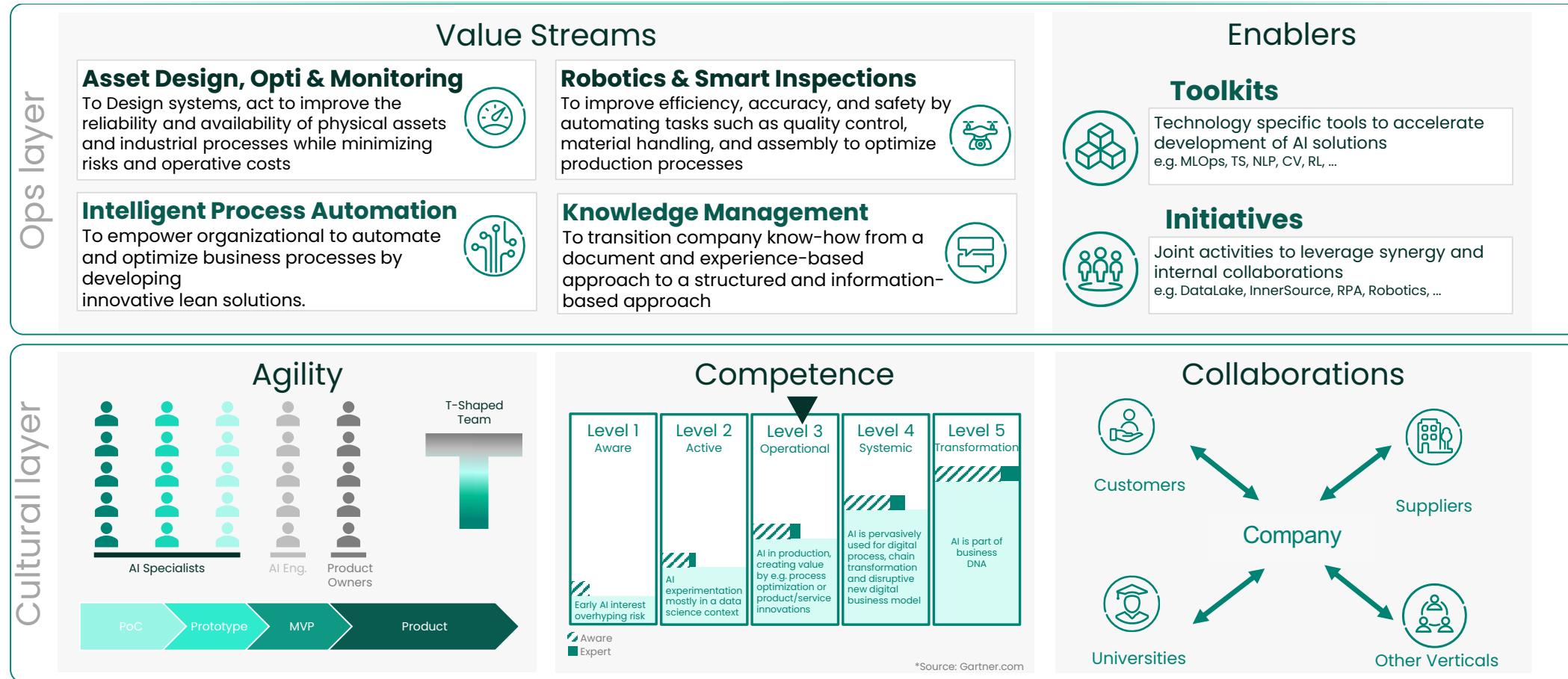
# simulazione di cyber-physical systems

“Digital twins” per la simulazione e per la manutenzione predittiva di processi



- tecniche di supervisione e decisione in linea
- machine learning & AI sul campo
- analisi di forme d'onda raccolte dai sensori
- supporto dati eterogenei e di grandi dimensioni

# introduzione di AI nelle aziende

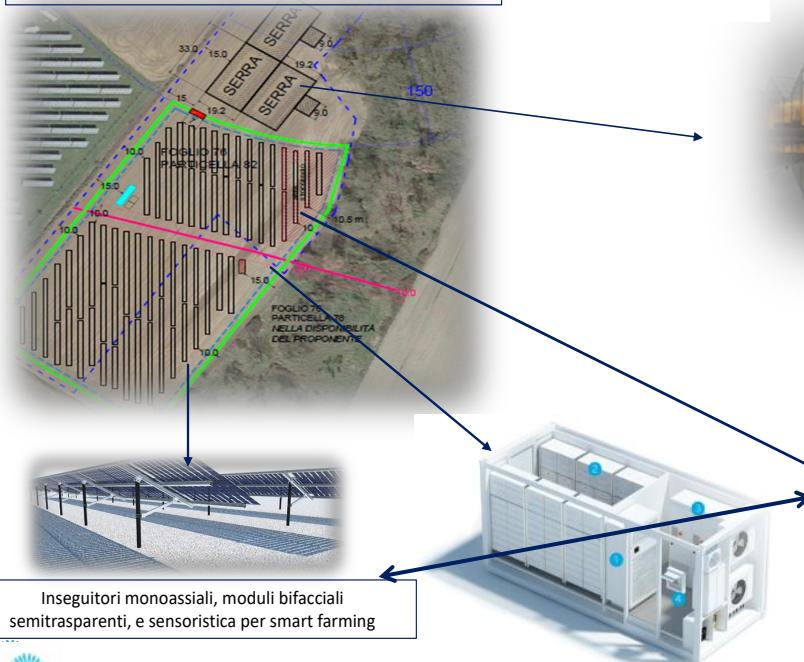


- **a livello operativo:** logistica e supply chain, automazione intelligente di processo, robotica (collaborativa) e verifica qualità, transizione digitale nella gestione delle conoscenze
- **a livello culturale:** come know-how dell'organizzazione

# automazione in agricoltura

Centrale fotovoltaica integrata in uno smart grid locale per la coltivazione idroponica in serra, con alimentazione mista solare/LED

Progetto pilota in Acquapendente



 **Hydro Solar**



Serre Idroponiche a luce naturale e artificiale a LED

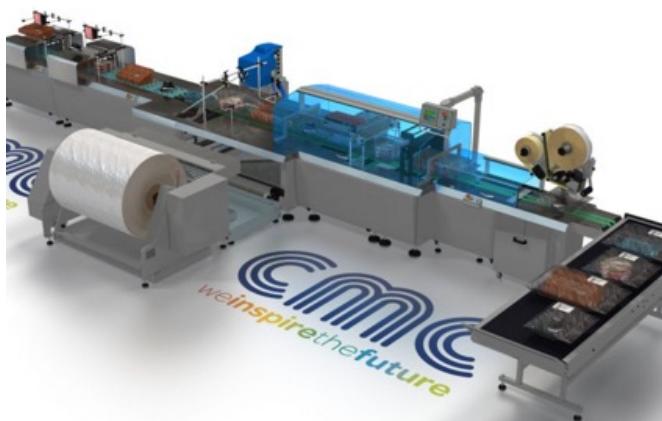


Pacciamatura ad hoc in mezzo ai filari per coltivazioni biologiche ed aumentare l'albedo per i moduli fotovoltaici bifacciali

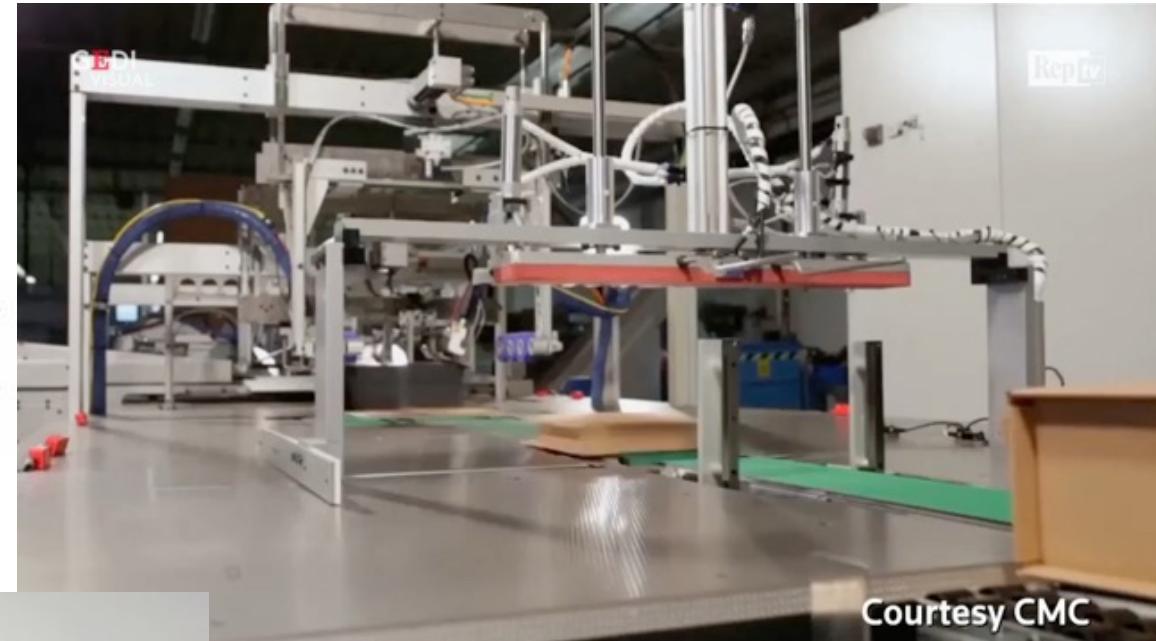


con robot manipolatori su base mobile per la raccolta e il monitoraggio

# automazione ovunque...



video

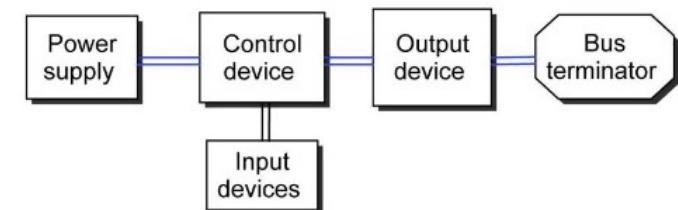


<https://www.cmcmachinery.com>



video

<https://www.cartoni.com>





C. Bonivento, L. Gentili, A. Paoli:  
**Sistemi di automazione industriale**  
Architetture e controllo  
McGraw-Hill Italia, 2011



(*sugli automi e sulle reti di Petri*)  
A. Di Febraro, A. Giua:  
**Sistemi ad eventi discreti**  
McGraw-Hill Italia, 2002 (ristampa 2011 in “print on demand”)

E' necessario approfondire gli argomenti trattati durante le lezioni!!

*Ulteriori testi di interesse per consultazione*

P. Chiacchio, F. Basile: "Tecnologie informatiche per l'automazione", McGraw-Hill, 2004  
G. Magnani, G. Ferretti, P. Rocco: "Tecnologie dei sistemi di controllo", McGraw-Hill, 2007

*Altro materiale didattico sul sito (disponibile durante lo svolgimento delle lezioni)*

## **Modalità di esame**

### **Prova scritta obbligatoria**

- ➔ Progetto di programma di controllo logico (con scheduling di task)
  - questo esercizio può essere sostituito da un lavoro di tesina (Prof. Suraci)
- ➔ Modellazione, analisi e controllo di sistemi di automazione a eventi discreti con automi e/o reti di Petri
- ➔ Quesiti su altri argomenti del corso (protocolli di rete, sensori/attuatori, organizzazione di sistemi di produzione, controllo PID, controllo di processo, ...)
- ➔ E' richiesta conoscenza "sufficiente" su tutte e tre queste parti

### **Prova orale facoltativa**

- ➔ Verifica delle conoscenze teoriche e pratiche dello studente
- ➔ Nel caso, il voto finale è una media pesata dello scritto e dell'orale

## Infostud: prenotazioni ancora chiuse

- I e II appello: 7 gennaio – 25 febbraio 2025
- III e IV appello: 3 giugno – 25 luglio 2025
- V appello: 1 – 23 settembre 2025
- 2 appelli straordinari:
  - ➔ I appello extra: 17 marzo – 18 aprile 2025
    - *solo studenti part-time, fuori corso nel 2024-25, ...*
  - ➔ II appello extra: 8 ottobre – 6 novembre 2025
    - *solo studenti part-time, fuori corso, iscritti al III anno nel 2024-25*
- prenotazioni fino a **una settimana prima** dello scritto
- in presenza + **Exam.net**

saranno aperte  
entro dicembre  
verificare sempre il  
sito web del corso!