

Introduzione

Definizione Automazione : trasformazione di un processo al fine di renderlo autonomo riducendo o sostituendo l'intervento umano

Robotica e Automazione

Analogie : Entrambe coinvolgono informatica e calcolatori e sfruttano conoscenze e tecnologie multidisciplinari

Differenze : La robotica mostra la fattibilità di una soluzione, l'automazione si occupa di porsi delle domande riguardo tale soluzione, fra cui l'efficienza, l'ottimalità e l'affidabilità.

Processo : trasformazione di materiali in prodotti, richiede energia, informazione e controllo

Industrializzazione :

- Passo 1 : Sostituzione dell'energia con quella naturale ed animale
 - Passo 2 : Sostituzione delle operazioni di controllo (esempio, regolatore di velocità di Watt)
 - Passo 3 : Gestione informazioni mediante sistemi combinatori sequenziali
- Prima gen controllori : Circuiti con bobine e relé, poco flessibili, lenti, ingombranti
Second. gen controllori : Schede stampate grazie ai transistor, sempre poco flessibili ma veloci, economici, non ingombranti
Terza gen : microprocessore grazie all'evoluzione dell'informatica, schede riprogrammabili (PLC) eseguono generici algoritmi

Processi industriali

Sistema di produzione ha: processo produttivo, sistema di controllo, impianto di produzione

Numerabilità : I processi industriali possono essere

- Continui: Trattano la trasformazione continua nel tempo della materia, energia e quantità di moto. (industria energetica)
- Lotti : Possono essere sia continui che discreti, il lavoro o finale necessita di una specifica e finita, quantità di materiali prima per essere prodotto. L'automazione si occupa di definire le ricette per rendere il processo ripetibile
- Si lavora su singoli prodotti, materiali numerabili, è una produzione tipica dell'industria manifatturiera.

Manufacturing : Insieme di processi produttivi da applicare per ottenere un prodotto partendo da materiali grezzi, richiede : energia, macchine, intervento umano, informazioni. Da valore aggiunto ai materiali utilizzati

Processo : sequenza di operazioni elementari di varia natura : lavorazione e assemblaggio. trasporto e stoccaggio verifica, test, coordinamento.

Sistema di controllo : interagisce con il processo (sensori, trasduttori) per ottenere il comportamento desiderato.

Normativa IEC61499 : Un sistema di contr. deve rifarsi ai seguenti punti :

- è un sist. informatico che elabora ed esegue algoritmi
- costituito da più dispositivi connessi da una rete
- i dispositivi hanno risorse, una risorsa è :
 - una o più applicazioni (anche distribuite)
 - funzioni che colleghino dati ed eventi
 - pianificazione attività (scheduling)

Analisi dei Sistemi di Produzione

Strutture dei sistemi di produzione : i sistemi di produzione manifatturiera possono avere diverse strutture, fra le quali

- Linea di trasferta • flow shop • job shop • prod. per celle • FMS

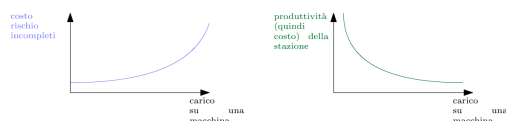
WIP : work in process, numero di pezzi che vengono lavorati contemporaneamente.

Legge di little : In una linea di trasferta, sia p il tasso di produzione (pezzi per unità di tempo) e T il tempo di attraversamento della linea, si ha che $WIP = p \cdot T$

Linea di trasferta : macchine poste sequenzialmente con un sistema di trasporto, pezzi processati continuamente, sequenza rigida.

- PRO : Efficiente, WIP ridotto, tempi di avvio brevi e trasporto semplice (unica direzione).
- CONTRO : poco flessibile, rischio obsolescenza, single point of failure se una macchina si rompe

Dimensionamento e Bilanciamento : Ricerca del compromesso ideale fra l'aumento della produttività e la riduzione dei costi, mantenendo costante il tempo totale di lavorazione. È un problema NP completo



FlowShop : vi è la produzione di differenti prodotti che seguono diversi percorsi fra le macchine presenti, diversi prodotti possono passare per la stessa macchina ma con tempi di lav. diversi.

Tempo totale di completamento : makespan.

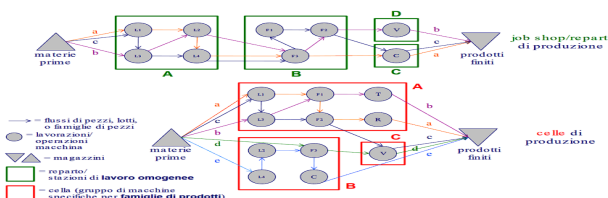
Se ci sono due macchine si applica la **regola di Johnson**

lavoro i è prima del lavoro j se e solo se

$$\min(t_{i1}, t_{j2}) < \min(t_{j1}, t_{i2})$$

jobshop : l'impianto è suddiviso in reparti contenenti stazioni ed i vari prodotti si muovono fra i reparti con un sistema di trasporto che segue un percorso prefissato, il modello è caratterizzato da:

- vaste categorie di prodotti
- operazioni non ripetitive ed alta flessibilità, • maggior WIP flussi di lavoro intricati • qualità dei prodotti non omogenea, elevati tempi di attraversamento



produzione per celle : Quando è possibile individuare famiglie di prodotti simili con cicli di lavorazione omogenei, si identificano delle celle contenenti gruppi di macchine adatti a tale famiglia di prodotti, tale produzione per celle semplifica i flussi di produzione, il trasporto e la gestione, le varie celle sono indipendenti fra loro.

Flexible Manufacturing/Assembly Systems (FMS/FAS) : trasporto automatico ed un controllo tramite calcolatore nelle celle di produzione, sistemi dotati di elevata flessibilità nelle diverse sequenze delle lavorazioni e/o all'assegnamento di operazioni alle risorse. Sono caratterizzati da

- diversi prodotti, lavorazioni su più macchine, assegnazione risorse tramite routing dei flussi, alto grado di automazione

Tipi di automazione industriale

- **automazione rigida :** sequenza operazioni fissata, poca flessibilità (come linee di trasferta), tipico di grandi produzioni con poca varietà di prodotto
- **automazione programmabile :** si può cambiare la configurazione del flusso di produzione per variare il prodotto, tipico delle industrie con produzione discreta a lotti. Vi è un tempo di attesa fra un lotto ed un altro per la riconfigurazione del flusso.
- **Automazione flessibile :** estensione dell'automazione programmabile in cui è possibile diversificare la produzione senza avere tempi morti di conversione dell'impianto, i macchinari utilizzati sono caratterizzati da un'alta configurabilità.

Sistema di Supporto

Definizione : Un sist. di supporto è un insieme di attività per supportare la produzione, comprende •attività di business (gestione ordini , marketing, considerazioni economiche •progettazione del prodotto sulla base delle esigenze di mercato. •planning della produzione, def. di sequenze di lavorazione, stoccaggio e rifornimento. •controllo delle attività (gestione, supervisione)

supporto attività di business

Enterprise Resource Planning (ERP) : Un insieme di software volti all'automazione dell'amministrazione, della logistica, della produzione e delle risorse umane

Decision Support System (DSS) : Sistemi che hanno lo scopo, dato un insieme di dati e dei vincoli da rispettare, di migliorare il processo decisionale nell'impianto

supporto progettazione

(CAD) : Un insieme di strumenti informatici utili nella progettazione

(CAE) : Un insieme di strumenti informatici utili nella verifica delle funzionalità tramite simulazioni e modelli matematici.

(CAM) : Un insieme di software utili nell'automatizzazione ed organizzazione delle sequenze di operazioni nella produzione

(CAPP) : software che permette di automatizzare/ottimizzare il planning della produzione

Piramide CIM

Def : è un modello teorico che descrive la struttura di un processo produttivo, integrata con i sist.i di automazione ed i sist. informatici gest.

- migliora qualità di produzione e aumenta la flessibilità
- riduce scarti, costi e tempi ed integra manutenzione predittiva
- fondamentale per conformarsi a leggi e regolamenti sulla sicurezza e qualità del prodotto e rid. impatto ambientale

Livello di campo : contiene sensori edattuatori (disp. che eseguono attività di prod. e controllo). Si interfacciano al mondo fisico con segnali in e out. possono fare autodiagnosi. raggruppati in sistemi di controllo implementati su sistemi digitali (microprocessori/sistemi embedded) informazioni semplici e ad alta frequenza

Livello di macchina:raggruppa più dispositivi di campo volti al fornire una determinata funzionalità, controllati tramite PLC.

Livello di cella : diverse macchine raggruppate insieme interconnesse da un sistema locale di trasporto e stoccaggio, in una cella si producono prodotti diversi ma tecnologicamento affini. il controllo è quasi esclusivamente logico

Livello di stabilimento: Racchiude più celle e linee produttive, riceve istr. dal livello gestionale e attua sotto forma di piani operativi per la produzione. I sistemi di controllo qui sono gli (Supervisory Control And Data Acquisition)

- Un interfaccia con l'operatore
- Gestione di allarmi e ricette
- Programmazione dei lavori e basi di dati del processo produttivo
- Controllo statistico per manutenzione, potendo fare previsioni e rapporto

Livello di azienda:Si occupa dei processi gestionali, il sistema non è di controllo ma decisionale, costituito da un infrastruttura software connessa al mainframe aziendale, non esistono vincoli di tipo temporale.

ANSI/ISA-S88.01-1995 : standard per normalizzare il controllo su 3 livelli gerarchici

- controllo campo** : agisce sui dispositivi di campo, su variabili analog implementato su disp. dedicati. informazioni semplici ad alta frequenz.
- controllo procedure**: controllo delle macchine e celle , vengono svolte funzioni di autodiagnostica, implementati su schede o pc industriali. il controllo è sia diretto che logico
- **controllo di coordinamento** : si pone al livello dello stabilimento ed opera su dati strutturati a bassa frequenza, riguarda il coordinamento e la gestione delle varie celle di produzione, vincoli temporali molto laschi.

autodiagnostica
fault detection : rilevazione | fault isolation : classificazione |
fault identification : determinazione profilo temporale guasto
fault accomodation : riconfigurazione per risolvere
il rilevamento può essere model based o signal based

architetture controllo : il controllo di campo ha i **controllori embedded**, sono fusi alle funz. microcontrollori : pochi segnali da gestire, interfaccia assente, scarsa integrazione, app semplici. Singola scheda, più componenti standard su una scheda, DSP : trattamento segnali
FPGA : circuiti riconfigurabili per funzioni logiche complesse pro: occupano poco spazio, basso consumo, basso costo
contro : interfaccia assente, pochi segnali, costo prog. alto, poco flessibili

Arch. a bus : c'è una linea elettrica e sono connessi più moduli
pro : flessibilità e scelta dei moduli in base alle funz. da implementare
contro: OS complesso, i moduli e le connessioni vanno gestite

PC based : pc corazzati con RTAI linux

Industria 4.0

Processo produttivo pervaso dalle tecnologie ICT, **2 aspetti**

fondamentali

- Qualità delle aziende migliorata grazie alle nuove tecnologie
- Nuovi schemi di competizione del mercato, nuovi modelli business

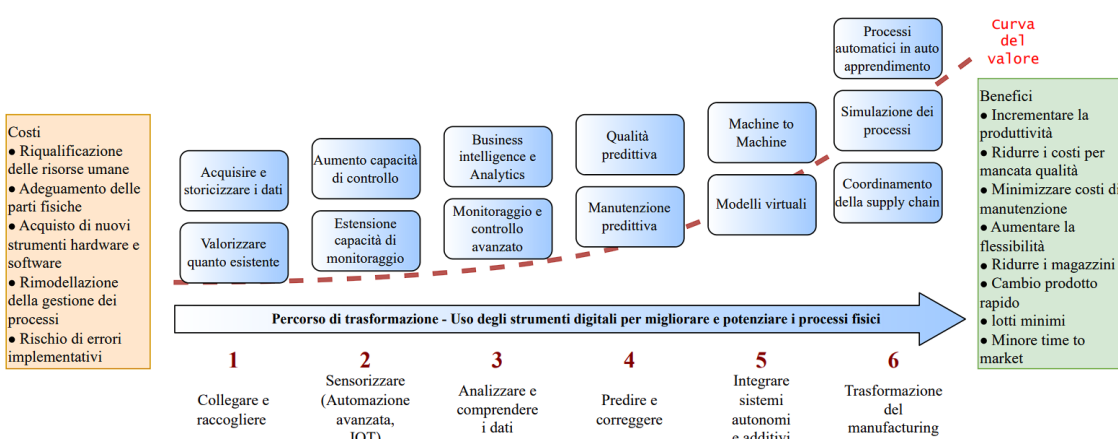
Nuovi modelli di business

- economia circolare (progetta usa ricicla riusa)
- strategie basate su ICT (negozi online, abbonamenti, affitto server)
- economia condivisione beni e servizi (bike sharing)
- economia del fare : artigianato digitale, prototipazione rapida stampa 3D

TECNOLOGIE ABILITANTI :

- soluzioni manifatturiere avanzate, utilizzo di robot
- additive manufacturing con stampanti 3D e sistemi CAD
- realtà aumentata e simulazione processi fisici
- simulazione realtime del sistema di produzione (digital twin)
- integrazione di informazioni lungo la catena del valore
- internet industriale
- Cloud - raccolta dati in maniera distribuita
- Sicurezza e difesa dalle minacce informatiche
- big data : Analisi di grandi quantità di dati per estrarne informazioni
- L'IOT (Internet Of Things) riguarda i dispositivi capaci di rilevare e processare dati dal mondo fisico

Le tecn. abilitanti portano vari benefici : flessibilità aumentata, maggiore velocità di progettazione e produzione, riduzione tempi morti, migliore qualità del prodotto, riduzione scarti grazie ai sensori che monitorano in tempo reale il processo



ERRORI DELLA TRASF. DIG.

- no strategia chiara
- no impegno nella leadership
- concentrarsi sulle tecnologie e non sulle persone
- trascurare contributo clienti
- voler organizzare tutto da soli
- sottovalutare competenze interne
- carenza di comunicazione
- sottovalutare la complessità

Rapporto McKinsey

- l'automazione ha aumentato la produttività del 1% annuo
- con le attuali tecnologie si possono automatizzare la metà delle attività
- le attività che si prestano ad essere automatizzate sono quelle prevedibili, fisiche, ripetitive, richiedono basse capacità cognitive (51% delle attività negli USA)
- le occupazioni totalmente automatizzabili sono il 5%
- nel 60 % delle occupazioni il 30% delle attività è automatizzabile
- lavoro umano insieme ai robot è necessario per la crescita del PIL

1.6.3 Industria 5.0

La commissione Europea ha trattato un rapporto sull'industria 5.0, che mira a sviluppare il modello dell'industria 4.0 verso un'industria europea sostenibile, resiliente e centrata sulla persona. Il progetto di ricerca *Horizon Europe* punta ad investire sui progetti di ricerca che incorporino tali modelli, in Italia, il **PNNR** è un insieme di iniziative che puntano alla trasformazione dei sistemi di produzione, in particolare

1. digitalizzazione, innovazione, cultura
2. transizione al verde
3. infrastrutture per una mobilità sostenibile
4. istruzione e ricerca
5. coesione ed inclusione sociale
6. salute

Come già accennato, le parole chiave dell'industria 5.0 sono le seguenti

- **resilienza** : gestire i cambiamenti desiderati e non (ad esempio, epidemie) con una produzione industriale dotata di supporti per le infrastrutture critiche e resistente a "interruzioni".
- **centralità della persona** : mettere l'essere umano al primo posto e chiedersi cosa può fare la tecnologia per noi, e non cosa possiamo fare noi per la tecnologia, in particolare, adottarla per adattare i processi produttivi alle necessità dei lavoratori.
- **sostenibilità** : economia circolare, riduzione dei rifiuti e dell'impatto ambientale, assicurare i bisogni odierni senza mettere a repentaglio le future generazioni.