



Tecnologie abilitanti, Industria 4.0 e IOT

- Ing. Angelo Emanuele Cavallaro
- Gestione del Controllo Qualità nell'Industria 4.0 e Transizione digitale
- 26 Ottobre 2023 – Confindustria Catania

Agenda

Industria 4.0

Tecnologie
Abilitanti

Internet Of
Things

Inteconnessione

Ostacoli alla
Digitalizzazione

Manutenzione
Predittiva

Digital Twin

Case Study

Industria 4.0

L'Industria 4.0 è un termine che si riferisce a una nuova fase di sviluppo industriale che sfrutta tecnologie avanzate per **migliorare l'efficienza, la produttività e la competitività** nel settore manifatturiero.

In generale questa evoluzione dell'industria è caratterizzata **dall'adozione di tecnologie digitali**, come l'Internet delle cose (IoT), l'Intelligenza Artificiale (IA), la robotica avanzata, la stampa 3D, l'analisi dei dati e altre soluzioni digitali.

(Quarta Rivoluzione Industriale)



L'obiettivo principale dell'Industria 4.0 è creare un ambiente di produzione più **flessibile, connesso e intelligente** in grado di adattarsi rapidamente alle esigenze del mercato e di produrre beni di alta qualità in modo più efficiente. (Smart Factory)



Questo approccio mira a ottenere dei **vantaggi tangibili** come la riduzione dei costi di produzione, il miglioramento della qualità dei prodotti, la riduzione dei tempi di produzione

Industria 4.0: Obiettivi

Tecnologie Abilitanti

Le tecnologie abilitanti per l'Industria 4.0 sono un insieme di tecnologie avanzate che giocano un **ruolo chiave nella trasformazione dell'industria manifatturiera e nella creazione di fabbriche intelligenti e altamente efficienti**. Queste tecnologie sono state identificate come pilastri fondamentali per la quarta rivoluzione industriale.

Secondo quanto definito dal Piano Nazionale Industria 4.0 le Tecnologie Abilitanti rientrano nelle **9 macrocategorie** seguenti:

1. **Autonomous robots**: robot collaborativi interconnessi e programmabili
2. **Simulation**: simulazione tra macchine interconnesse per ottimizzare i processi
3. **Additive manufacturing**: uso delle stampanti 3D connesse a software di sviluppo digitali
4. **Augmented reality**: realtà aumentata a supporto dei processi produttivi
5. **Horizontal/Vertical integration**: integrazione dati lungo tutta la catena del valore
6. **Industrial Internet of Things**: comunicazione multidirezionale tra processi produttivi e prodotti
7. **Cloud Computing**: gestione di elevate quantità di dati su sistemi aperti
8. **Cybersecurity**: sicurezza durante le operazioni in rete e su sistemi aperti
9. **Big Data & Analytics**: analisi di base dati per ottimizzare prodotti e processi produttivi

Tecnologie Abilitanti

1. **(Autonomous Robots)** I nuovi robot offrono una maggiore facilità di programmazione e migliorati sistemi di sicurezza: utilizzando l'Intelligenza Artificiale (AI) reagiscono agli stimoli esterni e operano in autonomia, mentre grazie ad appositi sensori sono in grado anche di interagire tra loro.
2. **(Simulation)** Grazie alla possibilità di integrare agli strumenti di simulazione i dati provenienti in tempo reale dagli impianti nascono i **Digital Twin**; si tratta di repliche virtuali di prodotti, macchine e impianti che **evolvono insieme al sistema reale** e che consentono una gestione più efficiente dell'asset stesso, basata sulle sue condizioni e prestazioni in tempo reale. Cambiano quindi anche le strategie di efficientamento che possono essere valutate e analizzate prima nella realtà virtuale.

Tecnologie Abilitanti

3. **(Additive manufacturing)** l'uso di stampanti 3D adottata all'interno delle aziende permette di rispondere ad una domanda sempre più personalizzata e alla necessità di ricercare una **maggiore efficienza nella progettazione e nello sviluppo di nuovi prodotti**. Gli strumenti di simulazione permettono una progettazione più rapida, mentre grazie alla manifattura additiva **la prototipazione è più semplice e meno costosa**.
4. **(Augmented reality)** Le tecnologie della realtà aumentata (AR) abilitano una serie di servizi e attività, con il supporto dei Digital Twin e di altri strumenti di simulazione:
 - **progettazione degli spazi fisici**, come gli impianti, ma anche di prodotti, come automobili e aeromobili.
 - **training del personale**, grazie a strumenti di AR può essere simulato il contesto le attività in cui l'operatore si troverà a lavorare sul campo.
 - **supporto degli interventi di manutenzione**, fornendo la possibilità di visualizzare in "sovrapposizione" all'oggetto fisico dei dati, ad esempio relativi a informazioni sull'asset su cui si sta realizzando l'intervento o sullo storico degli interventi precedenti.

Tecnologie Abilitanti

5. **(Horizontal/Vertical integration)** Uno dei punti cardine, nonché elemento abilitatore, dei vantaggi di Industria 4.0 è proprio **l'integrazione verticale e orizzontale dei sistemi di fabbrica**. L'integrazione orizzontale è quella tra diversi macchinari di una linea produttiva o tra diverse linee produttive o tra diversi impianti; l'integrazione verticale è quella tra i sistemi di produzione e quelli delle altre aree aziendali.

Tecnologie Abilitanti

6. **(IIOT)** Il dato è il punto di partenza di questo cammino di ottimizzazione e **l'Internet of Things** è quindi una delle tecnologie chiave:
- Grazie all'IoT sempre più dispositivi sono arricchiti da sistemi informatici incorporati e collegati con tecnologie standard.
 - Ciò consente ai dispositivi di campo di comunicare e interagire tra loro e con controllori più centralizzati.
 - Inoltre, l'IoT decentra l'analisi e il processo decisionale, consentendo risposte in tempo reale.

Tecnologie Abilitanti

7. **(Big Data Analytics)** Altra tecnologia abilitante per l'Industria 4.0. I dati non hanno di per sé alcun valore, ma è dalla loro analisi e storicizzazione che si possono ricavare informazioni strategiche ed utili per il processo decisionale.
 - Vantaggi che sono stati resi possibili dai progressi fatti nel campo dell'**intelligenza artificiale**, essenziali sia per analizzare l'enorme quantità di dati che con il moltiplicarsi dei dispositivi connessi viene generata e sia anche in risposta alla carenza di competenze specializzate in materia di **Data Analysis**.

Tecnologie Abilitanti

8. **(Cloud Computing)** La comunicazione dei dati raccolti dai macchinari o da altri dispositivi connessi è stata favorita dai miglioramenti del **Cloud**, che ha raggiunto negli ultimi anni tempi di reazione all'ordine dei millisecondi. La diffusione del Cloud ha permesso anche il moltiplicarsi di **soluzione software accessibili in modalità as-a-Service**, erogabili quindi anche da remoto e senza la necessità per le aziende di acquistare l'infrastruttura.
9. **(Cyber Security)** l'aspetto relativo alla **sicurezza dei sistemi informatici** è di primaria importanza soprattutto dopo l'eliminazione delle barriere che ostacolavano la condivisione di dati all'interno delle organizzazioni e lungo la catena di fornitura, unita alla crescente digitalizzazione di molte attività che prima dell'avvento di Industria 4.0 erano unicamente svolte in formato analogico.

Vantaggi delle tecnologie I4.0

- **aumento della produttività** grazie all'automazione di molti processi e alla riduzione dei costi di produzione
- **riduzione del time-to-market** dei nuovi prodotti
- **aumento della sicurezza all'interno degli ambienti industriali**, grazie all'automazione di attività pericolose
-  **collaborazione uomo-macchina e macchina-macchina migliorate**, grazie ai progressi della robotica, delle HMI (Human-Machine-Interface) e dell'AI
-  **riduzione del rischio di "vendor lock-in"** grazie a un'automazione aperta e basata sempre più su standard condivisi che permettono alle aziende di investire nelle tecnologie che meglio rispondono ai loro bisogni
- **gestione interna più efficiente** come ad esempio su magazzino e/o scorte

Vantaggi delle tecnologie I4.0

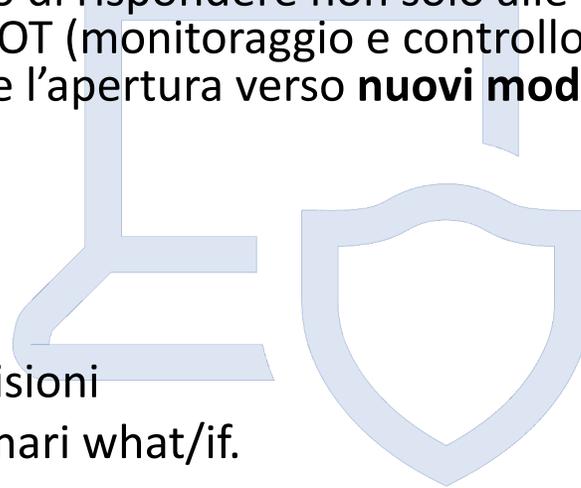
-  • **riduzione dei costi di manutenzione** degli asset industriali grazie alla manutenzione predittiva
-  • **riduzione dei tempi di downtime** grazie al monitoraggio degli asset industriali e la possibilità di intervenire anche da remoto al verificarsi di eventi critici
-  • **processi integrati, digitalizzati e più trasparenti** lungo la supply chain con ottimizzazione dell'offerta grazie a un flusso bidirezionale dei dati da produttore a end-user. Questo scambio di informazioni tra i vari nodi della supply chain permette anche di **certificare la provenienza e la qualità dei prodotti**, nonché di tracciare i prodotti lungo la catena di fornitura e offrire un miglior servizio ai clienti
- **aumento della sostenibilità** dei processi industriali e lungo le catene di fornitura
- **aumento della flessibilità all'interno degli impianti**, sia nei processi che nel layout di fabbrica

Ostacoli per l'implementazione di I4.0

- **mancanza di gestione del cambiamento all'interno dell'azienda:** diverse imprese adottano un approccio all'innovazione top-down, senza però realmente coinvolgere tutto il personale in questo cambiamento
- introduzione di soluzioni di automazione avanzata o digitalizzazione in **processi non efficientati**
- **mancanza di competenze interne**
- **mancanza di integrazione verticale ed orizzontale**, diventa uno dei più grandi ostacoli che le aziende hanno dovuto superare, poiché prima dell'avvento di Industria 4.0, i sistemi IT aziendali erano caratterizzati da un alto grado di personalizzazione.
 - I dati erano salvati in “silos” inaccessibili da parte perfino degli altri team aziendali. Con Industria 4.0 si assiste sia **all'integrazione tra gli ambienti OT e IT** che a una maggiore integrazione tra i sistemi gestionali aziendali, che devono essere in grado di garantire uno scambio di dati in real-time per promuovere efficienza a tutti i livelli dell'organizzazione.

Soluzioni di AC2

- Sviluppo di **soluzioni I4.0** che aiutano le aziende a gestire dati ed informazioni principalmente *event driven*, provenienti da sensori posizionati sui macchinari o nell'ambiente circostante per attività di monitoraggio, analisi real-time, manutenzione predittiva ma anche analitiche su dati storicizzati.
- Sono soluzioni in grado di rispondere non solo alle esigenze tipicamente legate al mondo dell'IIOT (monitoraggio e controllo da remoto, analisi real time) ma consente l'apertura verso **nuovi modelli di business** grazie a
 - data analytics
 - machine learning
 - analisi predittive
 - supporto alle decisioni
 - definizione di scenari what/if.
- Tutto questo permette al management di fare **scelte più consapevoli** fin dalle prime fasi di sviluppo dei processi.
- Le nostre soluzioni rientrano nella categoria dei **beni strumentali immateriali 4.0**



Soluzioni di AC2

L'interconnessione e la digitalizzazione sono due concetti chiave nell'ambito dell'Industria 4.0 e rappresentano i pilastri fondamentali delle nostre soluzioni.

Si combinano per creare **un'infrastruttura tecnologica** che permette alle aziende di:

- raccogliere, condividere, analizzare e sfruttare i dati in tempo reale
- prendere decisioni più informate,
- migliorare l'efficienza e la qualità della produzione,
- prevedere la manutenzione delle macchine

Home

lotto calibratrice

ID pr...	Nom...	Nom...	Codi...	Nom...	Num...	Nom...	Nom...	Nom...	Nom...	Mult...	Peso...	Frutt...	Ultim...
132	MANZAN				2	GRANEL	OUTSIZE				295	1	
152	SOLO PESO			3	2		GORDO				5065	23	
152	SOLO PESO			3	2		PEQ				44586	295	
152	SOLO PESO			3	2		GORDO				100679	453	
152	SOLO PESO			3	2		GORDO				225	1	
152	SOLO PESO			3	2		PEQ				102880	754	
152	SOLO PESO			2	1		PEQ				1111	9	
152	SOLO PESO			3	2		GORDO	ROJO	Extra		100679	453	
152	SOLO PESO			3	2		PEQ	ROJO	Extra		102880	754	
152	SOLO PESO			3	2		GORDO	ROJO	primera		100679	453	
152	SOLO PESO			3	2		PEQ	ROJO	primera		102880	754	
154	JON			3	2		DENSIDAD				89407	631	
154	JON			3	2		ROJO	Extra			100679	453	
154	JON			3	2		GORDO	ROJO	primera		102880	754	
152	SOLO PESO			3	2		PEQ	ROJO	primera		102880	754	
154	JON			3	2		DENSIDAD				89407	631	
154	JON			1	2		GORDO				150	1	

UNICA

Rilevazione Misure

Codice Errore

Gravità

Descrizione Emergenza

Numero programma

Programma in lavorazione

ID Macchina

Modifica cambio ricetta abilitato

Code Descrizione Valore

Comandi

CARICA LISTA RICETTE

Selezione tra le ricette disponibili

ABILITA MODIFICA

BLOCCA MODIFICA

INVIA NUOVA RICETTA

Soluzioni di AC2

Interconnessione (o "Internet delle cose - IoT"):

1. Nell'Industria 4.0, le macchine, i dispositivi e i sistemi di produzione sono collegati in rete attraverso la tecnologia IoT.
2. Sensori e dispositivi integrati rilevano dati sulle operazioni di produzione, sulle condizioni delle macchine e altro
3. L'interconnessione consente la raccolta di dati in tempo reale, il monitoraggio costante delle prestazioni, la condivisione di informazioni e il controllo remoto delle macchine.

RICAMONTE

VERIFICA STATO CONTEC				RECUPERA FILE FINE LOTTO	
CREA CSV		INVIA FILE		Data e Ora apertura lotto	10-10-2022 16:32:46
ID	Codice	Descrizione	Quantità	Data e Ora chiusura lotto	10-10-2022 16:44:24
1	code a	descrizione prodot...	100	Quantità produzione lotto	3
2	code b	descrizione prodot...	200	Allarmi presenti	000
3	code c	descrizione prodot...	300	Tempo marcia parziale	0000:06:56
4	code d	descrizione prodot...	400	Contapezzi parziale	295
				Contapezzi totale	1471005
				Ripetizione allarme	000
				Tipologia allarme	000

Soluzioni di AC2

Digitalizzazione:

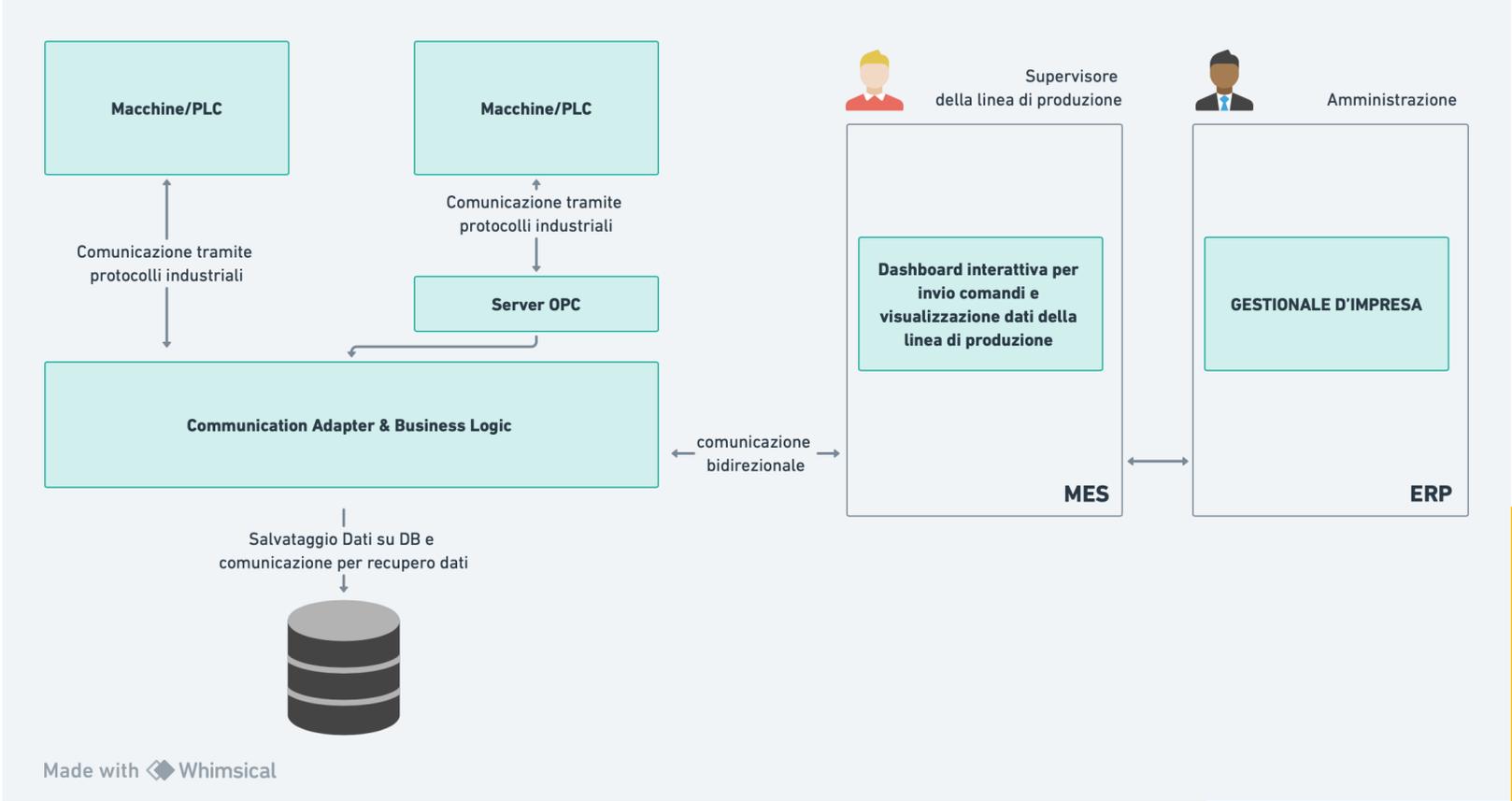
1. La digitalizzazione nell'Industria 4.0 si riferisce alla trasformazione dei processi industriali, delle operazioni e delle informazioni in formati digitali.
2. Le informazioni cartacee o basate su processi manuali vengono convertite in dati digitali, consentendo una gestione più efficiente, la condivisione rapida e l'analisi avanzata.
3. La digitalizzazione coinvolge anche l'automatizzazione dei processi industriali, la virtualizzazione dei processi di progettazione e produzione, e l'uso di modelli digitali (Digital Twin) per simulare e ottimizzare le operazioni.

MES - Manufacturing Execution System

Interconnessione e Digitalizzazione concorrono anche per realizzare il **MES «Sistema di Esecuzione della Produzione»**: una piattaforma informatica che permette di digitalizzare la gestione e il controllo del reparto produttivo in azienda. In altri termini assume spesso l'appellativo di "gestionale di fabbrica".

- **Gestione della produzione in tempo reale:** Raccoglie dati provenienti da macchine, dispositivi e operatori sul campo, e li presenta in un'unica interfaccia,
- **Tracciamento e tracciabilità:** traccia e registra ogni passo del processo di produzione.
- **Pianificazione e scheduling:** supporta la pianificazione della produzione
- **Monitoraggio delle prestazioni:** raccoglie dati sulla produttività, sull'efficienza delle macchine, sulle scorte di materie prime e sui tempi di fermo, consentendo analisi dettagliate.
- **Miglioramento dei processi:** supporta il miglioramento continuo dei processi produttivi, identifica inefficienze e fornisce informazioni per prendere decisioni correttive e ottimizzare l'operatività.

Interconnessione bidirezionale e digitalizzazione con il MES



Protocolli di Comunicazione

Utilizziamo diversi protocolli e standard per l'integrazione dei dati:

- **OPC UA (Unified Architecture):** OPC UA è un protocollo di comunicazione e un framework standardizzato per l'interconnessione di dispositivi e sistemi nell'ambito dell'Industria 4.0. Offre una comunicazione affidabile, sicura e flessibile tra dispositivi e sistemi eterogenei.
- **MQTT (Message Queuing Telemetry Transport):** MQTT è un protocollo di messaggistica leggero e basato su *publish-subscribe* che è ampiamente utilizzato per la trasmissione di dati in tempo reale tra dispositivi con risorse limitate, come sensori e attuatori. È adatto per l'IoT e l'Industria 4.0.
- **HTTP/HTTPS:** Anche il protocollo HTTP (Hypertext Transfer Protocol) è ancora utilizzato per l'integrazione dei dati nell'Industria 4.0, soprattutto quando si tratta di interfacce utente web o servizi cloud. HTTPS (HTTP sicuro) aggiunge un livello di crittografia per garantire la sicurezza dei dati.
- **REST (Representational State Transfer):** REST è un'architettura di stile di comunicazione web basata su HTTP che è ampiamente utilizzata per l'accesso e l'interazione con servizi web, dati e risorse nell'Industria 4.0.
- **Modbus:** Modbus è un protocollo di comunicazione seriale molto comune utilizzato per la connessione di dispositivi industriali, come controllori programmabili e sensori, a sistemi di controllo.

Esempio di implementazione con OPC

Configurazione del Server OPC UA:

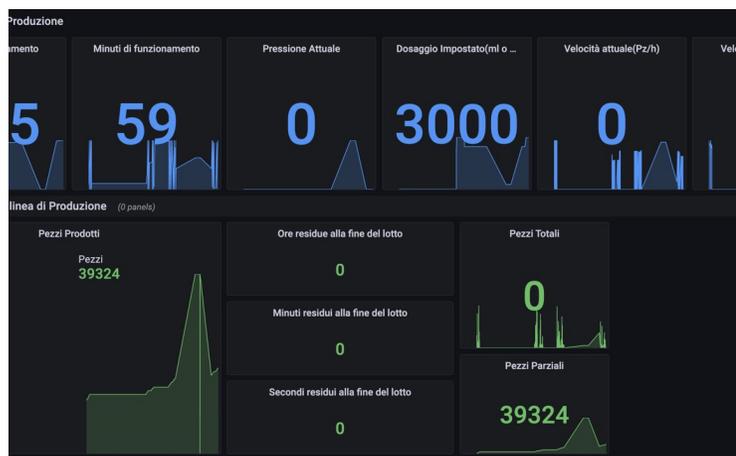
Configurare la parte server di una macchina industriale per comunicare tramite OPC UA richiede una conoscenza approfondita della struttura del protocollo e delle specifiche dell'hardware. Ecco come affrontiamo questa sfida:

- **Analisi dei Requisiti:** Prima di iniziare, conduciamo un'analisi dettagliata dei requisiti del sistema. Questo ci consente di definire le informazioni da condividere.
- **Installazione e Configurazione del Server OPC UA:** Selezioniamo il server OPC UA più adatto alle esigenze del cliente e lo installiamo sulla macchina. Configuriamo quindi il server per fornire i dati e i servizi richiesti.
- **Gestione delle Autorizzazioni e Sicurezza:** La sicurezza è fondamentale nell'Industry 4.0. Configuriamo le autorizzazioni e gli aspetti di sicurezza come autenticazione e crittografia per garantire che solo utenti autorizzati possano accedere ai dati e al controllo.
- **Testing e Validazione:** Prima di mettere il server in produzione, eseguiamo rigorosi test per assicurarci che tutto funzioni correttamente. Questi test includono la verifica della connettività, l'integrità dei dati e la risposta alle richieste.

Esempio di implementazione con OPC

Configurazione del Client OPC UA: Configurare la parte client di una macchina per comunicare tramite OPC UA implica la capacità di recuperare dati e controllare i processi in modo efficiente. Ecco come affrontiamo questa parte:

- **Selezione del Client OPC UA:** Scegliamo il client OPC UA più adatto alle esigenze dell'applicazione e lo integriamo nella macchina.
- **Configurazione delle Connessioni:** Configuriamo le connessioni ai server OPC UA, definendo i parametri di comunicazione e le informazioni necessarie per accedere ai dati.
- **Implementazione delle Funzionalità di Lettura e Scrittura:** Realizziamo l'implementazione delle funzionalità di lettura e scrittura per consentire alla macchina di accedere ai dati necessari e di influire sui processi industriali in tempo reale.
- **Testing e Ottimizzazione:** Come parte del processo, eseguiamo test dettagliati per garantire che la comunicazione tra il client e il server sia efficiente e affidabile. Ottimizziamo le prestazioni se necessario.



RICAMPS

Inserisci il numero di pezzi da produrre *

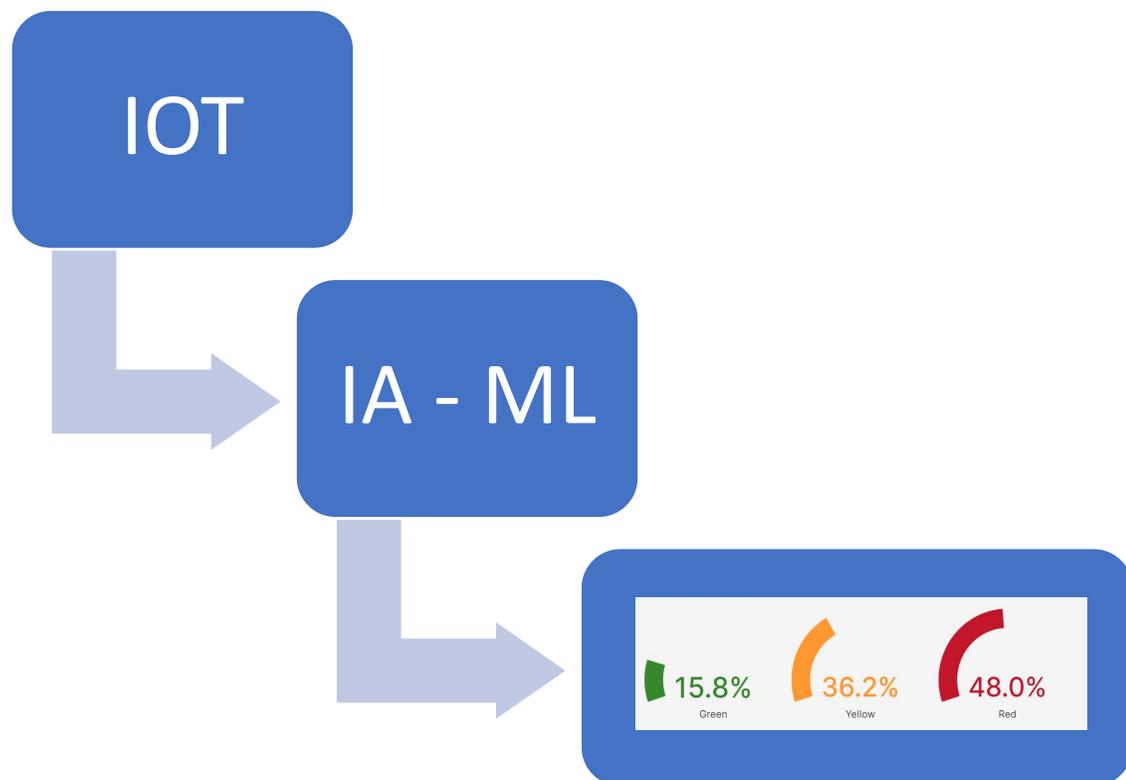
IN VIA CANCELLA

Ricetta In Esecuzione	"SENZAEUROSLOT50 "
Data ultima accensione	13:29:44
Ora ultima accensione	02-12-21
Data ultimo spegnimento	13:29:44
Ora ultimo spegnimento	02-12-21

Funzioni avanzate: Data Analytics, Early Warning e Reporting

Rappresentano componenti fondamentali nell'ambito dell'Industria 4.0:

- **Data Analytics (Analisi Dati):** si avvale di tecnologie avanzate come l'Intelligenza Artificiale, il Machine Learning e il Big Data Analytics. Gli algoritmi di machine learning possono essere utilizzati per identificare modelli, previsioni e anomalie nei dati.
- **Early Warning (Allarme Anticipato):** si utilizzano sensori IoT che raccolgono dati in tempo reale, sistemi di monitoraggio continuo e algoritmi di analisi predittiva per identificare segnali d'allarme.
- **Reporting (report di Produzione):** sono documenti che offrono una panoramica completa e dettagliata delle attività di produzione, forniscono dati e metriche chiave (KPI) sullo stato della produzione, sulla qualità del prodotto e sull'efficienza delle macchine..



Funzioni avanzate: Manutenzione Predittiva

L'integrazione della manutenzione predittiva nelle fabbriche intelligenti può migliorare ulteriormente la loro capacità di adattamento e ottimizzazione, creando un **ecosistema di produzione più resiliente ed efficiente.**

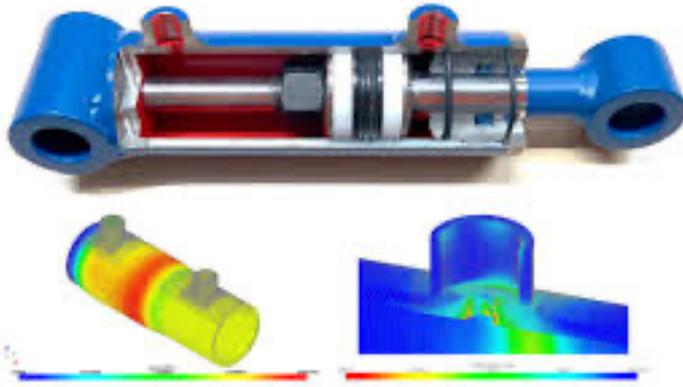
I dati raccolti attraverso la manutenzione predittiva possono infatti essere utilizzati anche per una più ampia strategia produttiva nella fabbrica intelligente

Es. di Obiettivi della Manutenzione Predittiva

l'integrazione della manutenzione predittiva nelle fabbriche intelligenti può contribuire a un **ecosistema di produzione più sostenibile**.

- Ottimizzando infatti l'uso delle risorse, e riducendo al minimo gli sprechi, la Smart Factory può ridurre il proprio **impatto ambientale** e contribuire **all'economia circolare**.
- ruolo chiave garantendo che le apparecchiature funzionino in modo efficiente e riducendo la probabilità di guasti ad **alta intensità energetica**.

Funzionalità avanzate: Digital Twin



- I Digital Twin sono repliche virtuali di risorse fisiche, processi o sistemi, rappresentano il miglior esempio di sinergia tra tecnologie abilitanti
- La combinazione di DT e IoT crea un potente strumento per la manutenzione predittiva avanzata. Con i sensori IoT che raccolgono continuamente dati dall'asset fisico, il gemello digitale può infatti essere **aggiornato in tempo reale**, in modo da riflettere in ogni momento lo stato del sistema.
- Questo permette di eseguire simulazioni volte a identificare potenziali problemi e anche a determinare le azioni più efficaci per risolverli
- Ad esempio, l'**analisi a elementi finiti (FEM)** è in grado di simulare il comportamento di strutture e componenti sottoposti a specifici carichi e in determinate condizioni. Essa può aiutare a prevedere i guasti e a identificare le aree nelle quali si concentra lo stress, e che possono richiedere una specifica manutenzione.

Conclusioni

L'Industria 4.0 rappresenta una prospettiva entusiasmante per il settore industriale, offrendo un potenziale significativo per migliorare l'efficienza, la competitività e la sostenibilità. Tuttavia, richiede un impegno significativo nella trasformazione digitale, nella sicurezza e nella formazione delle risorse umane. Le aziende che sanno sfruttare in modo efficace queste opportunità possono raggiungere livelli di successo e innovazione senza precedenti.

- **Formazione e Competenze:** La transizione verso l'Industria 4.0 richiede investimenti nella formazione e nello sviluppo delle competenze dei lavoratori per gestire le nuove tecnologie.
- **Adozione Graduale:** L'implementazione dell'Industria 4.0 può avvenire in modo graduale, permettendo alle aziende di adattarsi al cambiamento senza compromettere la produzione esistente.



Grazie per
l'attenzione!

Angelo.Cavallaro@actwo.net



CONFINDUSTRIA CATANIA