Università degli Studi di Ferrara | IN4 innovazione ingegneria integrazione industria

REFIMAN - Piattaforma di MANutenzione predittiva per il REtroFItting sostenibile di impianti e macchinari esistenti nel sistema produttivo dell'Emilia- Romagna

REFIMAN è una piattaforma hardware-software modulare per il retrofitting di impianti produttivi esistenti, dotandoli di funzionalità avanzate di monitoraggio, autodiagnosi, prognosi e manutenzione predittiva.
La soluzione integra sensoristica, sistemi di acquisizione, infrastrutture cloud, algoritmi di Machine Learning e Digital Twin. È stata sperimentata su impianti dei settori agroalimentare, farmaceutico e della logistica automatizzata, sviluppando metodi per il controllo di trasmissioni, cuscinetti, motoriduttori e sistemi di lubrificazione.
L'algoritmo consente di riconoscere precocemente guasti e derive produttive, stimare la vita utile dei componenti e ottimizzare i piani di manutenzione. Il retrofitting permette di prolungare l'utilizzo degli impianti, ridurre fermi, scarti, consumi energetici e materie prime, evitando sostituzioni premature.
La piattaforma, passata da TRL4 a TRL7, rappresenta una soluzione concreta per una produzione più digitale, competitiva e sostenibile.

Laboratorio	IN4
Area di specializzazione	Meccatronica e Materiali
Referenti	Giorgio Dalpiaz, Emiliano Mucchi
Keyword	manutenzione predittiva, retrofitting industriale, Intelligenza Artificiale, Digital Twin

"Piattaforma AI per il retrofitting e la manutenzione predittiva sostenibile degli impianti."



Fig. 1: Refiman topics

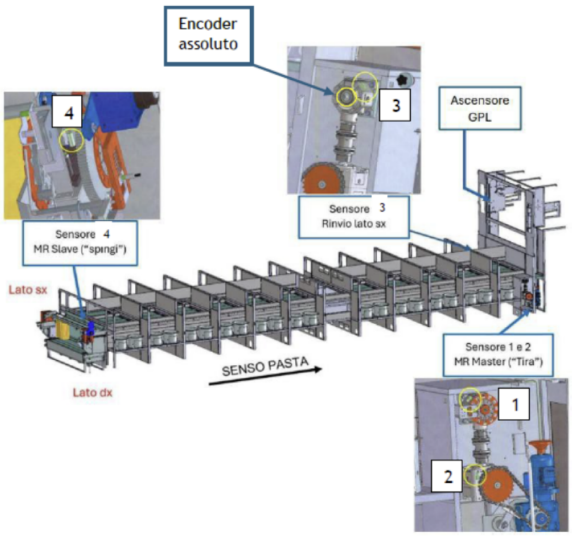


Fig. 2: Installazione piattaforma di manutenzione predittiva in impianto di produzione di pasta

Descrizione

REFIMAN è una piattaforma hardware-software modulare per il retrofitting di impianti produttivi esistenti, con l'obiettivo di dotare macchinari privi di tecnologie Industria 4.0 di funzionalità avanzate di monitoraggio, autodiagnosi, prognosi e manutenzione predittiva.
La soluzione integra sensoristica, sistemi di acquisizione, infrastrutture cloud, algoritmi di Machine Learning e Digital Twin, consentendo di individuare precocemente guasti, anomalie e derive della qualità produttiva.
La piattaforma è stata sviluppata e validata attraverso differenti casi industriali nei settori agroalimentare, farmaceutico e della logistica automatizzata. Le attività di validazione hanno riguardato il monitoraggio di trasmissioni a catena, cuscinetti, motoriduttori e sistemi di lubrificazione.
I dati acquisiti hanno permesso di realizzare algoritmi specifici per valutare lo stato di salute dei componenti, stimarne la vita utile residua e aggiornare i piani di manutenzione sulla base delle condizioni effettive degli impianti.
Il sistema consente di passare da una manutenzione programmata o a guasto a una strategia predittiva, riducendo fermi macchina, interventi non necessari e costi di gestione.
Il controllo tempestivo della qualità permette inoltre di limitare scarti, lavorazioni inutili, consumi energetici e impiego di materie prime. Prolungando la vita utile degli impianti ed evitando sostituzioni premature, REFIMAN contribuisce alla digitalizzazione, alla competitività e alla sostenibilità delle imprese.

Aspetti innovativi

L'elemento innovativo principale è l'integrazione, in un'unica piattaforma modulare, di sensoristica, sistemi di acquisizione, infrastrutture cloud, algoritmi di diagnostica e prognostica, Machine Learning e Digital Twin.
A differenza dei sistemi di monitoraggio convenzionali, basati su soglie predefinite, la piattaforma è in grado di apprendere il comportamento normale della macchina nelle diverse condizioni operative, aggiornando progressivamente i parametri utilizzati per identificare anomalie e stimare la vita utile residua dei componenti.
La modularità hardware-software consente inoltre di adattare la soluzione a impianti e sensori differenti, favorendone l'applicazione in più settori industriali.
Ulteriori aspetti innovativi riguardano l'integrazione tra manutenzione predittiva e controllo della qualità, l'elaborazione remota dei dati e l'impiego di componenti a costo contenuto, validati mediante confronto con strumentazione commerciale di fascia elevata.
La valutazione congiunta delle prestazioni tecniche e della convenienza economica rende il sistema concretamente trasferibile alle imprese e favorisce la diffusione delle tecnologie Industria 4.0 anche su impianti esistenti.

Applicazioni

La piattaforma REFIMAN trova applicazione nel retrofitting di impianti produttivi esistenti dei settori agroalimentare, farmaceutico, meccatronico e della logistica automatizzata.
Attraverso sensori e algoritmi di intelligenza artificiale, monitora trasmissioni, cuscinetti, motoriduttori e sistemi di lubrificazione, individuando anomalie e stimando la vita utile dei componenti. Supporta così la manutenzione predittiva e il controllo della qualità, riducendo fermi macchina, interventi non necessari, scarti, consumi energetici e costi, senza richiedere la sostituzione degli impianti.

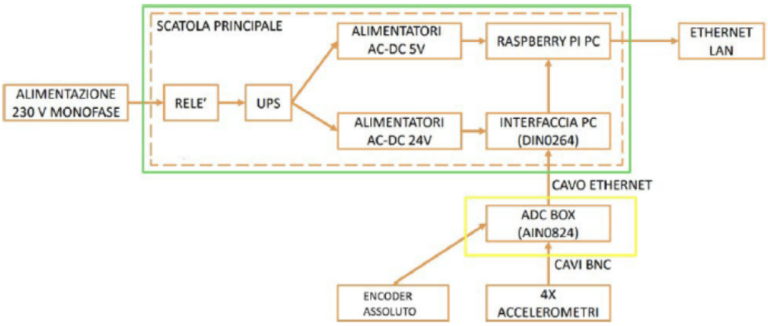


Fig. 3: schema del sistema di manutenzione predittiva

Esempio di applicazione

La piattaforma REFIMAN per il controllo qualità e diagnosi di un impianto per la produzione di pasta

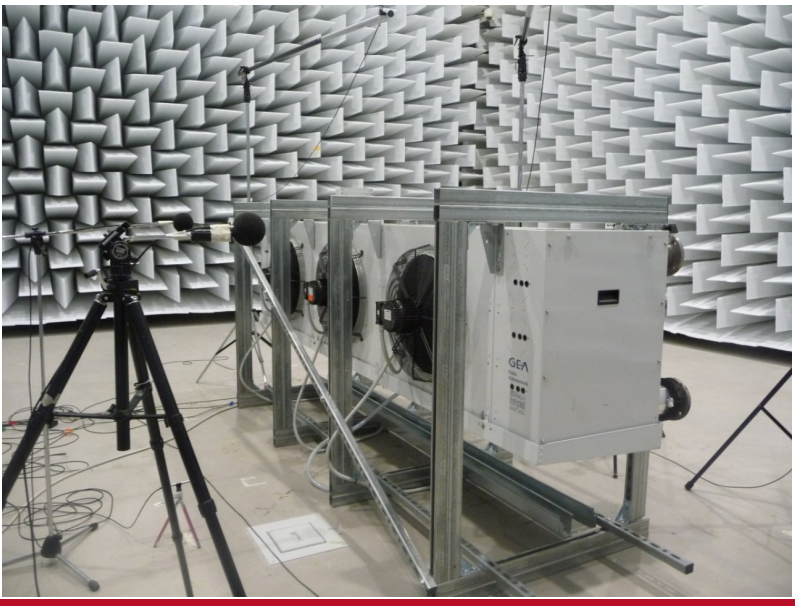
Presso l'impresa FAVA, la piattaforma REFIMAN è stata applicata a un impianto industriale per la produzione di pasta lunga, con particolare attenzione alla trasmissione a catena e ad alcuni cuscinetti ritenuti strategici per la continuità del processo produttivo.
Dopo l'analisi preliminare dell'impianto, sono stati individuati i punti di misura e installati sensori vibrazionali collegati al sistema hardware-software di acquisizione ed elaborazione.
I segnali raccolti nelle diverse condizioni operative sono stati trasmessi tramite infrastruttura cloud e analizzati mediante specifici algoritmi di diagnostica e prognostica.
Le procedure sviluppate hanno consentito di estrarre indicatori rappresentativi dello stato di salute dei componenti, distinguere il normale comportamento della macchina da eventuali condizioni anomale e monitorarne l'evoluzione nel tempo. È stato inoltre implementato un metodo per supportare la stima della vita utile residua e l'aggiornamento del piano di manutenzione.
La sperimentazione ha dimostrato la capacità del prototipo di acquisire le principali componenti vibrazionali.
I risultati permettono a FAVA di individuare precocemente possibili degradi della trasmissione e dei cuscinetti, pianificare gli interventi in funzione delle condizioni effettive e ridurre il rischio di guasti improvvisi, fermi produttivi e sostituzioni premature.

Partner coinvolti	IN4HUB, INTERMECH, SITEIA, TEKNEHUB, FAVA, IMA,PARMAFOOD, OBER.
Tempi di realizzazione	6 mesi
Livello di maturità tecnologica	TRL 7 - prototipo dimostrativo in ambiente operativo
Valorizzazione applicazione	L'applicazione presso FAVA potrà essere valorizzata estendendo il sistema ad altri componenti e impianti produttivi. La soluzione consentirà di offrire servizi avanzati di monitoraggio e manutenzione predittiva, riducendo guasti e fermi macchina. I risultati potranno inoltre supportare l'integrazione della piattaforma nelle nuove linee e la sua proposta ai clienti come servizio digitale aggiuntivo.

Università degli Studi di Ferrara | IN4 innovazione ingegneria integrazione industria

IN4

IN4 Hub per l'Innovazione nell'Ingegneria e l'Integrazione nell'Industria



IN4 (ex MechLav) è il Laboratorio di ricerca industriale del Tecnopolo di Ferrara, che offre un ampio spettro di competenze ingegneristiche, soluzioni e servizi tecnologici principalmente nelle aree della meccanica e dell'ICT.
Il punto di forza di IN4 è dato dal fatto che i suoi ricercatori afferiscono ai Dipartimenti di Ingegneria e di Matematica e Informatica dell'Università di Ferrara, elemento che facilita la collaborazione tra le discipline e la creazione di team work sinergici con competenze complementari. Questo aspetto ha consentito lo sviluppo di numerosi progetti di ricerca industriale altamente innovativi, divenuti accordi di partnership, sia con aziende del territorio, sia con realtà di livello nazionale e internazionale.
Lavorano in IN4 ricercatori specializzati in: meccanica, manutenzione avanzata, acustica e vibrazioni, materiali, macchine a fluido, sistemi energetici, infrastrutture civili, ICT e industria 4.0, intelligenza artificiale, automazione e robotica, elettronica, compatibilità elettromagnetica, reti di comunicazione.
IN4 dispone di importanti attrezzature utilizzate per attività di ricerca e per i servizi alle imprese. A queste si aggiunge una Infrastruttura di Ricerca ed Innovazione comprensiva di una grande camera anecoica acustica e una tavola vibrante multi-assiale.
I servizi offerti spaziano dalla consulenza e formazione, alla caratterizzazione sperimentale, collaudo, progettazione e prototipazione rapida, simulazioni previsionali.

Sito web	https://in4.tecnopolo.fe.it/
Direttore	Giorgio Dalpiaz
Data pubblicazione	04/11/2026