

## ABSTRACT

Facility management is a developing discipline that has received attention from both professionals and researchers in recent years. In industry, this is mainly due to the importance of efficiency in the production process and to its economic relevance.

Modern facility management considers various interests related to material resources, and among others, social and environmental interests. An important opportunity for the improvement of this discipline derives from the introduction of industry 4.0 technologies for the management of material resources.

The goal of this research is to develop a general approach for maintenance management of industrial facilities based on Industry 4.0 technologies, to support decision-making in maintenance schedules and contribute to the continuous improvement of maintenance activities, from which also derives the improvement of the production process performance.

Starting from a facility management model for the maintenance of industrial assets, we develop a general approach to maintenance based on the Internet of Things and Cyber-Physical Systems, which allows us to reason about the implementation of an effective Organisational Facility Management Unit. Then, leveraging on the Internet of Things, Big Data and Machine Learning technologies for acquiring, analyzing, and processing industrial data, we contribute to the improvement of industrial facilities management by delivering a new methodology that has allowed the design and implementation of new tools to support the management of industrial facilities.

In particular, we will focus in this work on the problem of machine tool maintenance and propose two new software tools that take advantage of Industry 4.0 technologies to improve the traditional approaches proposed in the Total Productive Maintenance area.

The first tool is a software application developed to support the processes of planning and execution of maintenance operations, maximizing the effectiveness of the maintenance management strategies Time-Based Maintenance and Breakdown Maintenance. The second tool is a Predictive Maintenance application developed to support decision-making processes in maintenance schedules, using the Gaussian mixtures technique. The predictive model has been applied to real data from the Italian automotive manufacturing industry.

This study proposes a methodology that can be used as a guideline for the implementation of a facility maintenance office that pursues continuous improvement in the management of industrial assets within the scenario of Industry 4.0.

**Keywords:** Industrial facilities; Industry 4.0; Maintenance; Machine Learning.

## ASTRATTO

Il Facility Management è una disciplina in via di sviluppo che ha ricevuto l'attenzione di professionisti e ricercatori negli ultimi anni. Nell'industria ciò è dovuto principalmente all'importanza dell'efficienza nel processo produttivo e alla sua rilevanza economica.

La moderna gestione delle strutture considera vari interessi legati alle risorse materiali e, tra gli altri, interessi sociali e ambientali. Un'importante opportunità per il miglioramento di questa disciplina deriva dall'introduzione delle tecnologie dell'industria 4.0 per la gestione delle risorse materiali.

L'obiettivo di questa ricerca è sviluppare un approccio generale per la gestione della manutenzione degli impianti industriali basato su tecnologie Industria 4.0, per supportare il processo decisionale nei programmi di manutenzione e contribuire al miglioramento continuo delle attività di manutenzione, da cui deriva anche il miglioramento della produzione prestazioni del processo.

Partendo da un modello di facility management per la manutenzione degli asset industriali, sviluppiamo un approccio generale alla manutenzione basato su Internet of Things e Cyber-Physical Systems, che permette di ragionare sull'implementazione di un'efficace Organizational Facility Management Unit. Quindi, sfruttando le tecnologie Internet of Things, Big Data e Machine Learning per l'acquisizione, l'analisi e l'elaborazione dei dati industriali, contribuiamo al miglioramento della gestione degli impianti industriali fornendo una nuova metodologia che ha consentito la progettazione e l'implementazione di nuovi strumenti per supportare la gestione degli impianti industriali.

In particolare, in questo lavoro ci concentreremo sul problema della manutenzione delle macchine utensili e proporremo due nuovi strumenti software che sfruttano le tecnologie di Industry 4.0 per migliorare gli approcci tradizionali proposti nell'area Total Productive Maintenance.

Il primo strumento è un'applicazione software sviluppata per supportare i processi di pianificazione ed esecuzione delle operazioni di manutenzione, massimizzando l'efficacia delle strategie di gestione della manutenzione Time-Based Maintenance e Breakdown Maintenance. Il secondo strumento è un'applicazione di Manutenzione Predittiva sviluppata per supportare i processi decisionali nei programmi di manutenzione, utilizzando la tecnica delle miscele gaussiane. Il modello predittivo è stato applicato a dati reali dell'industria automobilistica italiana.

Questo studio propone una metodologia che può essere utilizzata come linea guida per l'implementazione di un ufficio di manutenzione degli impianti che persegue il miglioramento continuo nella gestione degli asset industriali all'interno dello scenario di Industria 4.0.

**Parole chiave:** Impianti industriali; Industria 4.0; Manutenzione; Apprendimento automatico.