

Title	Vapor compression systems for heating and cooling: virtual experiments for the assessment of different types of methods for the fault detection and diagnosis and to forecast the environmental and energetic performance
Acronym	-
Duration	24 months (01/12/2023-30/11/2025)
Responsible	Prof. Luca Viscito
Partner	Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Prof. Antonio Marco Pantaleo
Call	Bando Prin Pnrr 2022
Funding Source	Ministry of University and Research (MUR)
Link	https://prin.mur.gov.it/Iniziativa/Detail?key=xntlwCEQJ%2BTLxeoukrh%2FdQ%3D%3D

Abstract

L'obiettivo principale del progetto è accelerare l'introduzione di nuovi strumenti e tecnologie per migliorare le prestazioni energetiche nel tempo dei cicli a compressione di vapore utilizzati per la climatizzazione e la refrigerazione. Questi settori, infatti, rappresentano oltre il 25% del consumo globale di energia elettrica e giocano quindi un ruolo determinante anche nel fenomeno del riscaldamento globale. Una parte rilevante della domanda energetica è dovuta al progressivo decadimento delle prestazioni del sistema causato dall'insorgenza di guasti "soft", come lo sporcamento degli scambiatori di calore, che spesso rimangono non identificati fino al raggiungimento di condizioni critiche tali da compromettere il funzionamento dell'impianto. Azioni di manutenzione intelligente che ripristinino le prestazioni nominali e l'identificazione precoce dei guasti porterebbero vantaggi significativi, ma attualmente le tecniche affidabili in questo ambito sono ancora lontane dall'essere applicate su scala industriale.

La principale sfida scientifica consiste nella difficoltà di condurre esperimenti con guasti imposti, coprendo un ampio spettro di condizioni al contorno per l'intera vita utile del sistema. Questa attività è infatti complessa e richiede molto tempo. Inoltre, la comprensione e previsione del comportamento dell'impianto in presenza di guasti multipli e di diversa natura è ancora oggi un ostacolo che limita l'affidabilità dei sistemi di rilevamento, diagnosi e valutazione dei guasti (FDDE), che risultano efficaci solo in presenza di guasti singoli e non simultanei.

Il primo obiettivo del progetto è superare la scarsità di dati sperimentali attraverso la definizione, validazione e implementazione di un modello digitale in grado di simulare sia il funzionamento nominale sia quello degradato dei cicli a compressione di vapore. A partire da questo modello, verrà generato un ampio database virtuale contenente una varietà completa di condizioni operative (parametri ambientali, variabili di controllo, fluidi di lavoro, tipologia e gravità dei guasti, ecc.).

Con i dati virtuali così ottenuti, il secondo obiettivo del progetto è valutare la possibilità di rilevare la presenza di guasti, identificarne la tipologia specifica e determinarne la gravità. Saranno considerati sia guasti singoli che simultanei, attraverso approcci completamente diversi, che includono sia metodi deterministici basati sulla fisica sia strumenti di Machine Learning, supervisionati e non supervisionati. Verrà inoltre analizzata la convenienza dell'impiego di ciascun metodo in termini di risorse umane ed economiche, individuando per ciascuno le condizioni operative più adatte a garantire accuratezza e affidabilità. La dimostrazione della fattibilità degli obiettivi definiti rappresenterà la base per concetti innovativi in grado di abilitare l'impiego di strumenti intelligenti nelle diffuse applicazioni di riscaldamento e raffreddamento su scala multisettoriale, come l'implementazione di dispositivi IoT per la gestione energetica e la manutenzione predittiva.