



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA ELETTRICA  
E DELL'INFORMAZIONE "GUGLIELMO MARCONI"

## **Metodologie per il condition monitoring orientate al predictive maintenace per macchine e impianti**

Tutor: Andrea Tilli

Nell'ambito di industria 4.0, vi è sempre un maggiore interesse ad introdurre sistemi ed algoritmi che consentano di monitorare in modo continuativo ed automatico la "condizione di salute" di macchine e impianti. Questo può essere basato sull'analisi di misure e informazioni provenienti dai sistemi di controllo di processo già intrinsecamente presenti, può essere ottenuto attraverso "sovrasensorizzazione" o può essere realizzato con una combinazione di questi due approcci. Le tecniche più utilizzate per realizzare questa funzionalità, detta Condition Monitoring, sono basate su learning legato all'analisi dei dati, vista la difficile trattabilità dei fenomeni fisici coinvolti in termini di generazione di modelli dalle leggi della fisica.

La disponibilità di questo tipo di informazione sullo stato corrente di salute rappresenta la base su cui costruire una ulteriore ambiziosa evoluzione: la capacità di predire il tempo rimanente prima che un lieve degrado si tramuti in un failure significativo per la macchina o l'impianto (tale tempo viene detto Remaining Useful Life).

L'ambizione del Progetto (legato a diverse attività del gruppo ACTEMA del DEI anche in collaborazione con diversi enti), in cui s'inquadra la presente borsa di ricerca, è duplice:

- Approfondire le tecniche di condition monitoring, abbinando metodologie Model of Signals dal mondo della System Identification per la feature-extraction (più adatte a sistemi dinamici e che consentono l'inserimento di insights ingegneristici), con tecniche di machine learning e statistical learning. Particolare attenzione viene posta alla definizione di approcci che consentano un "learning continuativo", ovvero: che consentano di avere già primi risultati con una base dati ridotta, per poi avere un progressivo affinamento. Questo scenario è particolarmente adatto ai domini come quello delle macchine automatiche dove il numero di



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA ELETTRICA  
E DELL'INFORMAZIONE "GUGLIELMO MARCONI"

esemplari oggetto di studio è limitato. Oltre a ciò, si mira a definire soluzioni che producano risposte con un significato probabilistico, ovvero che semplifichino la definizione di soglie decisionali da parte di utenti non esperti di dominio.

- Studiare tecniche di "prognostica" per la stima della Remaining Useful Life basate su metodologie solide a chiara interpretazione probabilistica. Anche in questo caso sarà fondamentale un approccio che consenta di partire da una base dati esigua ed una eventuale "conoscenza pregressa" (anche eventualmente legata a concetti di "transfer learning"), per poi raffinare i risultati man mano nuovi dati saranno presenti.

Le fasi in cui si articolerà l'attività che caratterizzeranno la borsa di ricerca saranno pertanto le seguenti (portate avanti col team di lavoro dedicato al Progetto):

- 1) Analisi e sviluppo di soluzioni mediante inferenza Bayesiana e altri tool di tipo statistico per la realizzazione di sistemi di condition monitoring, secondo le caratteristiche sopra esposte
- 2) Studio di soluzioni basate su modelli markoviani di tipo nascosto (Hidden Markov Models) per la rappresentazione dei modelli di evoluzione verso il guasto per la predizione della Remaining Useful Life. Per l'identificazione dei parametri di tali modelli si prevede di partire da tecniche di tipo Bayesiano.