

- Progetto di ricerca correlato all'incarico di ricerca

L'obiettivo generale del progetto è esplorare tecniche sistematiche di machine learning per la rilevazione dei guasti e la manutenzione predittiva nei processi industriali. In particolare, il lavoro si concentra sull'utilizzo di approcci non convenzionali che combinano l'analisi multivariata con metodi basati sulla teoria dell'informazione. Le applicazioni previste nell'ambito del presente progetto riguardano principalmente due ambiti, pur non essendo limitate a questi. Il primo ambito riguarda l'affidabilità di sistemi per la conversione di potenza, coerentemente con gli obiettivi del progetto di ricerca ECS4DRES. Il secondo ambito riguarda tematiche di affidabilità inerenti all'ingegneria aerospaziale.

- Progetto di ricerca correlato all'incarico di ricerca in inglese:

The overall project aims to explore systematic machine-learning techniques for fault detection and predictive maintenance in industrial production. More specifically, it focuses on using non-conventional approaches that merge multivariate analysis with information-theoretic methods. The intended applications mainly concern two areas, although they are not limited to them. The first area concerns the reliability of power-conversion systems, in line with the objectives of the ECS4DRES research project. The second area concerns reliability issues related to aerospace engineering.

- Descrizione delle attività di assistenza alla ricerca che saranno affidate al titolare dell'incarico:

Le attività previste per l'incarico includeranno l'utilizzo di tecniche Principal Component Analysis (PCA), Projection to Latent Structures (PLS) e paradigmi basati sulla Mutual Information per stimare la vita utile residua dei dispositivi di potenza nei sistemi di conversione dell'energia. In particolare, verranno analizzati gli effetti dei comportamenti non lineari applicando la kernel PCA al caso di studio, ottenendo un insieme di caratteristiche compatto e interpretabile. In un'ottica interdisciplinare, le stesse tecniche matematiche saranno impiegate per sviluppare una nuova pipeline di feature engineering per la manutenzione predittiva nel settore aerospaziale, affrontando la forte non linearità dei sistemi aeronautici che rende inaffidabili i metodi lineari. La pipeline risultante consente modelli data-driven più accurati e certificabili, supportando la futura stima della Residual Useful Life e rafforzando le strategie di manutenzione predittiva a livello industriale.

- Descrizione delle attività di assistenza alla ricerca che saranno affidate al titolare dell'incarico in inglese:

The specific activities will include the use and application of Principal Component Analysis (PCA), Projection to Latent Structures (PLS), and Mutual Information paradigms to estimate the remaining useful life of power devices in power-conversion systems. More specifically, the project will investigate the effects of non-linear behaviours by applying kernel PCA to the case study, producing an interpretable and compact feature set. In an interdisciplinary spirit, the same or similar mathematical techniques will be used to develop a new feature-engineering pipeline for aerospace predictive maintenance, addressing the strong non-linear behaviour of aircraft systems that makes linear methods unreliable. The resulting pipeline enables more accurate and certifiable data-driven models, supporting future Residual Useful Life estimation and strengthening predictive-maintenance strategies at an industrial level.

- Piano delle attività:

Il piano delle attività sarà strutturato nel modo seguente:

- 3 mesi studio dello stato dell'arte e della teoria.
- 3 mesi maturazione della teoria in contesti applicativi.
- 6 mesi verifica dei risultati e disseminazione scientifica.

- Piano delle attività in inglese:

**The plan of activities will be structured as follows:**

- **3 months of studying the state of the art and the underlying theory.**
  - **3 months of developing and applying the theory in practical contexts.**
  - **6 months of validating the results and performing scientific dissemination.**
- Quantificazione figurativa delle attività annue, ai fini della rendicontazione dei costi sui progetti di ricerca:
    - ☒ **1720 ore annue**
    - ☐ 1500 ore annue (nel solo caso in cui sia previsto da specifiche iniziative di finanziamento, es. FIS, PNRR, ...)