



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

INCARICO DI RICERCA:

Strumenti, piattaforme e metodologie di diagnostica e controllo evoluti per mecatronica e automazione

Tutor: Andrea Tilli

Nonostante le varie applicazioni, la mecatronica ha espresso solo in parte il suo potenziale per la realizzazione di sistemi elettromeccanici innovativi ad alte prestazioni e a minimo uso di materiale ed energia. Nel settore delle macchine automatiche e delle macchine utensili, l'attuale "approccio mecatronico" prevede il mero abbinamento di azionamenti elettrici standard commerciali con riduttori e cinematismi scelti o disegnati secondo criteri rigidi e "asettici". Non vi è una sistematica integrazione e specializzazione nello sviluppo di meccanismi, attuatori/sensori e controllori: si va verso la standardizzazione, e non verso la customizzazione/integrazione per l'ottimizzazione.

In questo ambito, il gruppo di ricerca ACTEMA (<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/actema>), presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" (DEI) dell'Università di Bologna, sta portando avanti un progetto di lungo termine in cui si intende:

- In collaborazione con gruppi di ricerca di ambito meccanico, analizzare tecniche di progettazione avanzate basate sulla fabbricazione additiva per produrre nuovi tipi di catene mecatroniche "application-specific" (cioè non più basate su concetti di produzione di massa anche per gli attuatori), caratterizzate da minimo utilizzo di materiale ed energia necessaria per il moto. Particolare attenzione sarà posta a tecniche di coprogettazione struttura-controllo che introducano opportune risonanze. Inoltre, si tenderà di adottare questa metodologia per sviluppare stampanti 3D innovative caratterizzate da masse e pesi minimi, velocità estremamente elevate, senza che vi sia penalizzazione della precisione.



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

- Adottare tecnologie cyber-physical, orientate all'Edge Computing, per realizzare piattaforme evolute che rendano possibile il controllo, la raccolta dati e la diagnostica delle nuove catene meccatroniche con tecniche avanzate; in particolare anche nel settore della subtractive e additive manufacturing (macchine utensili e stampanti 3D).
- Sviluppare algoritmi di controllo con tecniche non-lineari adattative e ibride con "internal model" (e anche "repetitive/iterative") per il controllo ad alte prestazioni per le suddette catene meccatroniche avanzate e, anche, per sistemi di automazione e di costruzione sottrattiva e addittiva più tradizionali che, comunque, possono trarre estremo beneficio da queste metodologie.
- Sviluppare tecniche di diagnostica e prognostica con approcci misti basati sulla fisica e su tecniche di learning (AI-based) che consentano di gestire la completa comprensione e le evoluzioni delle catene meccatroniche innovative e siano anche utilizzabili per sistemi di automazione e di costruzione sottrattiva e addittiva più classici a supporto di funzionalità innovative come la manutenzione predittiva.

I concetti e i primi risultati relativi alle suddette attività si trovano nell'ambito del progetto ACMEC

(acmec.it, con presentazione in <https://www.youtube.com/watch?v=9phOQwwB4I4>) e in quanto realizzato dal gruppo nell'ambito dei progetti PNRR Ecosister e HE AI-REDGIO5.0.

Le attività principali in cui si articolerà l'attività che caratterizzerà l'incarico di ricerca saranno pertanto quelle indicate di seguito (portate avanti col gruppo di lavoro dedicato al progetto):

- 1) Utilizzo in vari domini applicativi, anche dell'industria di processo, ed eventuale contributo allo sviluppo, di tecniche di diagnostica e prognostica con approcci misti basati sulla modellazione fisica e su tecniche di learning (AI-based, ma anche più tradizionali). Si approfondiranno, dove possibile, metodologie di modellazione fisica semi-automatizzata da abbinare con tecniche di statistical learning per l'adattamento di parametri non completamente predicibili a priori.



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

2) Configurazione e programmazione per lo sviluppo di sistemi di raccolta dati basati su PLC, schede sensori commerciali e di propria realizzazione, o di altri sistemi da definirsi in itinere, con comunicazione wireless o cablata verso infrastrutture di concentrazione e smistamento dei dati. Il tutto dovrà essere caratterizzato da strutture robuste dal punto di vista del controllo di flusso dati e del timestamping e corredato da accurata documentazione di progetto e di utilizzo. Questi sistemi dovranno essere orientati a diverse applicazioni.

Il tutor e i referenti del gruppo di lavoro ACTEMA indicheranno in itinere al borsista l'intensità del lavoro da dedicare alle diverse attività, gli obiettivi specifici, insieme alle priorità e anche ad eventuali altre attività sostitutive o da affiancare, sempre nel rispetto dell'effort e dell'ambito previsto nella presente borsa di ricerca e in un'ottica di collaborazione col borsista stesso. D'altro canto, si richiede al borsista di aderire al progetto con entusiasmo, disponibilità ad investirci, anche in prospettiva, e uno spirito di squadra e collaborazione, abbinato ad attitudine all'ascolto delle persone con maggiore seniority, e non come mero "esecutore dipendente a ore non coinvolto nell'idea generale".