



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

INCARICO DI RICERCA:

Piattaforme, strumenti e metodologie di modellazione, progettazione e controllo di sistemi mecatronici e di automazione evoluti

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 tenterà 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) Studio e contributo allo sviluppo di piattaforme di controllo e attuazione innovative e raccolta dati per sistemi meccatroniche avanzati. Si considereranno soluzioni basate su sistemi misti embedded-edge, con eventuale interazione cloud, per la parte di elaborazione e attuazioni con dispositivi di power electronics innovativi.
- 2) Studio, utilizzo e contributo allo sviluppo di tecniche di modellazione e simulazione avanzate per sistemi meccatroniche, di automazione e robotici innovativi. Si considereranno tecniche per la definizione di modelli energy-consistent in modo semi-



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

automatizzato e ambienti di simulazione di varia natura, per ottenere anche funzionalità di digital modelling/twinning che consentano la generazione di dati sintetici credibili.

- 3) Studio, utilizzo e contributo allo sviluppo di tecniche di controllo, ed eventualmente di diagnostica, che includano approcci misti basati sulla combinazione di tecniche avanzate della teoria dei controlli con metodi AI-enabled.

Il tutor e i referenti del gruppo di lavoro ACTEMA indicheranno in itinere all'incaricato 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 nel presente incarico di ricerca e in un'ottica di collaborazione con l'incaricato stesso. D'altro canto, si richiede all'incaricato 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".