

## SCHEDA PER LA RELAZIONE ANNUALE DEL DOTTORANDO CICLO XXXV Anno 2019/2020

- Nome e Cognome Andrea Raviola
- Dottorato in **INGEGNERIA MECCANICA**
- Dipartimento di appartenenza DIMEAS (Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale)
- Coordinatore **Prof. Luca GOGLIO**
- Tutore Massimo Sorli
- Area Culturale di Interesse  
Diagnostica e prognostica applicata alla robotica industriale e collaborativa.
- Breve descrizione dell'argomento della tesi o dell'Area Culturale di Interesse (massimo 20 righe)

La ricerca di dottorato si focalizza sullo sviluppo di un modello *high fidelity* del robot collaborativo UR5 della Universal Robots a fini diagnostici e prognostici. Allo stato dell'arte attuale, tali algoritmi sono poco applicati in questo campo principalmente a causa del basso rischio di guasto di un robot (Mean Time Between Failure medio di circa otto anni). Tuttavia, diverse concause possono portare a una degradazione delle prestazioni del robot e fare sì che questo non abbia più un comportamento ottimale, ma riesca comunque a compensare, del tutto o in parte, la degradazione delle proprie prestazioni. Ciò, tuttavia, può portare a un'esecuzione non ottimale della traiettoria, caratteristica critica in applicazioni quali la saldatura automatizzata, o ad altri guasti. Attualmente, alcuni passi avanti sono stati fatti in questo campo, sfruttando maggiormente algoritmi di Deep Learning e Machine Learning (approccio *Data Driven*), che però richiedono una grande quantità di dati di robot guasti per poter essere allenati correttamente ad identificare un guasto imminente. Con lo sviluppo di un modello *high fidelity* di un braccio robotico (approccio *Model Based*), invece, si potrebbero iniettare dei guasti virtuali all'interno del robot simulato e valutare il comportamento della macchina in modo da poter sopperire alla mancanza di dati utili per i modelli *Data Driven* e a trovare nuove *features* per l'implementazione di algoritmi diagnostici e prognostici. Il modello costruito verrà, quindi, utilizzato come banco prova virtuale in modo da ridurre drasticamente la quantità di veri robot guasti per il calcolo della vita utile residua della macchina. Lo scopo della ricerca, inoltre, ha un impatto anche sulla sicurezza dell'operatore che si trova a condividere il proprio spazio di lavoro con un robot collaborativo. Valutare, quindi, come il robot si comporterebbe in caso di guasto con particolare attenzione alla sicurezza dell'operatore assume un ruolo chiave per una corretta implementazione di tale tecnologia nell'industria 4.0.

- Attività di formazione svolta nell'anno (corsi, seminari, etc.); per ogni attività specificare natura, durata e sede

Nome del corso	Natura	Durata	Sede
Experimental modeling: costruzione di modelli da dati sperimentali	Hard Skills	33 ore	Politecnico di Torino
LabView-based programming toolchains for Power Electronics control applications: from implementation to deploy (didattica di eccellenza)	Hard Skills	20 ore	Politecnico di Torino
Mimetic Learning	Hard Skills	20 ore	Politecnico di Torino
Multicriteria analysis and strategic assessment	Hard Skills	10 ore	Politecnico di Torino
Optimization methods for engineering problems	Hard Skills	30 ore	Politecnico di Torino
Ottimizzazione stocastica e apprendimento ottimale	Hard Skills	15 ore	Politecnico di Torino
Servosystems: Characteristics, analytical tools and application to a use case: aircraft flight controls	Hard Skills	20 ore	Politecnico di Torino
ROS-Industrial Training	Hard Skills	30 ore	Fraunhofer IPA (Stoccarda)
Communication	Soft Skills	5 ore	Politecnico di Torino

Entrepreneurial Finance	Soft Skills	5 ore	Politecnico di Torino
Intercultural & interpersonal management	Soft Skills	8 ore	Politecnico di Torino
Project management	Soft Skills	5 ore	Politecnico di Torino
Public speaking	Soft Skills	5 ore	Politecnico di Torino
Research integrity	Soft Skills	5 ore	Politecnico di Torino
Responsible research and innovation, the impact on social challenges	Soft Skills	5 ore	Politecnico di Torino
The new Internet Society: entering the black-box of digital innovations	Soft Skills	6 ore	Politecnico di Torino
Time management	Soft Skills	2 ore	Politecnico di Torino

- Eventuale partecipazione del Dottorando ad ulteriori attività di ricerca nell'anno (progetti e convenzioni di ricerca)

1. **Lufthansa Technik AG (progetto HyDiag):** attività di ricerca basata sulla manutenzione automatizzata di servo-attuatori per comandi di volo primari. Il progetto ha lo scopo di utilizzare un robot collaborativo per una migliore e più sicura manutenzione di tali sistemi e di ricercare *features* utili per lo sviluppo di algoritmi di diagnostica e prognostica avanzata.
2. **INAIL (progetto SIC\_O\_MAN):** attività di ricerca per lo sviluppo di tecniche e strumenti per migliorare la sicurezza dell'operatore che si trova a condividere il proprio spazio di lavoro con un robot collaborativo.

- Eventuale partecipazione del Dottorando ad Attività interne di supporto alla didattica nell'anno (specificare su quali corsi, e se eventualmente il Dottorando sia stato nominato Cultore della Materia)

Supporto all'attività didattica in qualità di esercitatore al corso di "Meccanica delle Macchine" (02IHSLZ) tenuto dal Professor Massimo Sorli per il secondo anno del corso di laurea triennale in Ingegneria Aerospaziale.

Iscritto all'albo dei Cultori della Materia per ING-IND/13 – MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE da A.A. 2019/20 a A.A. 2021/22

- Eventuali soggiorni presso altri Centri di Ricerca nell'anno

Non sono stati effettuati soggiorni presso altri Centri di Ricerca durante l'anno.

- Eventuali collaborazioni con imprese nell'anno

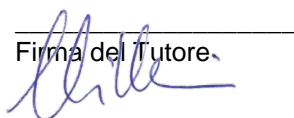

1. **Lufthansa Technik AG (progetto HyDiag):** attività di ricerca basata sulla manutenzione automatizzata di servo-attuatori per comandi di volo primari. Il progetto ha lo scopo di utilizzare un robot collaborativo per una migliore e più sicura manutenzione di tali sistemi e di ricercare *features* utili per lo sviluppo di algoritmi di diagnostica e prognostica avanzata.
2. **INAIL (progetto SIC\_O\_MAN):** attività di ricerca per lo sviluppo di tecniche e strumenti per migliorare la sicurezza dell'operatore che si trova a condividere il proprio spazio di lavoro con un robot collaborativo.

- Elenco delle Pubblicazioni del Dottorando

- O. Ritter, G. Wende, R. Gentile, F. Marino, A.C. Bertolino, A. Raviola, *Intelligent diagnostics for aircraft hydraulic equipment*, in European Conference of the Prognostics and Health Management Society, Utrecht, 2018.
- O. Ritter, G. Wende, F. Marino, A. Raviola, R. Gentile, D. Bruno, G. Jacazio e M. Sorli, *Automatization of primary flight control actuators maintenance procedures using collaborative robotics*, in 7<sup>th</sup> International Workshop on Aircraft System Technologies, Hamburg, 2019.

Torino,

Firma del Tutore

Firma del Dottorando

Il Coordinatore

---