

Bando di concorso per l'ammissione ai corsi di dottorato del XXXVIII ciclo del Politecnico di Bari

Allegato 1

DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA MECCANICA E GESTIONALE

Codici identificativi di Progetto (CUP): D93C22000520001; D93D22001330001

SCHEDA DI DOTTORATO XXXVIII CICLO	
DIPARTIMENTO	Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management
COORDINATORE	Prof. Giuseppe Casalino (giuseppe.casalino@poliba.it)
POSTI A CONCORSO	21
	di cui
Posti con borsa di studio Poliba	4
Posto con borsa di studio Poliba riservata a laureati in università estera	1
Posti con borsa di studio finanziata con fondi PNRR – ex DM 351/2022	3 di cui:
<u>Vedasi elenco tematiche di ricerca in coda</u>	BORSA N.1 - Ambito: Pubblica Amministrazione; Tematica: “La flessibilità energetica degli edifici tramite l’accumulo e il controllo di energia termica latente”; BORSA N.2 - Ambito: PNRR; Tematica: “Studio con modelli AI di ottimizzazione di superfici adesive viscoelastiche eccitate da microvibrazioni per una nuova generazione di robot di pick-and-plac”; BORSA N.3 - Ambito: PNRR; Tematica: “GTS (Green-Tribo-Systems)”.
Posti con borsa di studio finanziata con fondi PNRR – ex DM 352/2022	7 di cui:
<u>Vedasi elenco tematiche di ricerca in coda</u>	BORSA N. 4 - Co-finanziata da: Omnigrasp s.r.l.; Tematica: “TSR-Tribology for Soft Robotics”; BORSA N. 5 - Co-finanziata da: Magna PT s.p.a.; Tematica: “Gear Teeth 4.0”; BORSA N. 6 - Co-finanziata da: BionIT Labs; Tematica: “Innovative robotic hands for prosthetic purposes: from mechanical design to AI”; BORSA N. 7 - Co-finanziata da: Centro Combustione Ambiente s.p.a.; Tematica: “Re-ingegnerizzazione di sistemi energetici per traguardare emissioni di carbonio zero”; BORSA N. 8 - Co-finanziata da: Nuovo Pignone s.r.l.; Tematica: “Pompe centrifughe per il trasferimento di idrogeno allo stato liquido o in forme derivate (ammoniaca, metanolo, etc) per l’industria e le applicazioni marine”;

	<p>BORSA N. 9 - Co-finanziata da: Pirelli Tyre S.p.A, Gruppo Pirelli & C.; Tematica: “The influence of friction and adhesion on defect propagation in viscoelastic contacts”;</p> <p>BORSA N. 10 – Co-finanziata da: Punch Torino S.P.A; Tematica: “Challenges of renewable fuel combustion (hydrogen, ammonia and methanol): injection, turbulent combustion, and emissions”.</p>
Posto con borsa finanziata da esterni	BORSA N. 11 (finanziata da: Leonardo s.p.a.; Tematica: “Electric transition: impact on structural architectures for wings and fuselage”).
Posti senza borsa di studio	5
<p>TITOLO DI ACCESSO RICHIESTO Per l'accesso al Dottorato di ricerca in Ingegneria Meccanica e Gestionale è richiesto il possesso di un titolo accademico di secondo livello:</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Laurea quinquennale conseguita con ordinamento previgente il D.M. 509/99; ➤ Laurea Specialistica (ordinamento D.M. 509/99); ➤ Laurea Magistrale (ordinamento D. M. 270/04); ➤ Titolo accademico conseguito con ordinamento estero di livello corrispondente¹.

DOMANDA DI AMMISSIONE	
Si precisa che quanto previsto nel presente paragrafo integra e non sostituisce gli artt. 2 e 3 del bando di concorso.	
<p>DOCUMENTAZIONE OBBLIGATORIA da allegare obbligatoriamente alla domanda online, pena l'esclusione dalla procedura concorsuale.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Curriculum vitae et studiorum secondo il modello predisposto dall'Ateneo, disponibile al link https://www.poliba.it/it/dottorati-di-ricerca. (Denominare il file “01.CV”). ➤ Documento di riconoscimento in corso di validità. Si precisa che saranno accettati, pena l'esclusione i seguenti documenti di riconoscimento: <ul style="list-style-type: none"> • carta d'identità (solo se rilasciata da uno Stato membro dell'UE); • patente di guida (solo se rilasciata da uno Stato membro dell'UE); • passaporto in tutti gli altri casi (compresi i cittadini di Stati non aderenti all'UE). (Denominare il file “02.Documento Riconoscimento”). ➤ Titoli di laurea triennale e specialistica/magistrale (o quinquennale) posseduti. I candidati con titolo di accesso conseguito in Italia devono allegare <u>obbligatoriamente</u> il modello predisposto dall'Ateneo, (disponibile al link https://www.poliba.it/it/dottorati-di-ricerca) specificando le seguenti informazioni: <ul style="list-style-type: none"> • voti di laurea; • elenco degli esami sostenuti nei due corsi di studio (o in quello quinquennale); • relativa votazione. (Denominare il file “03.Titoli di Laurea”).

¹L'idoneità del titolo estero che, invece, **non sia già stato dichiarato equipollente** alla laurea, fermo restando la verifica di ufficio della validità amministrativa, viene accertata dalla Commissione giudicatrice del concorso nel rispetto della normativa vigente in Italia e nel Paese dove è stato rilasciato il titolo stesso e dei trattati o accordi internazionali in materia di riconoscimento di titoli per il proseguimento degli studi.

I candidati con titolo di accesso conseguito con ordinamento estero devono allegare, in luogo delle autodichiarazioni, i seguenti documenti² redatti dall'istituzione accademica che li ha emessi:

- certificato/diploma di laurea con relativa votazione;
- transcript ufficiale degli esami sostenuti durante l'intero percorso universitario con relativa votazione;
- ogni altro documento ritenuto utile ai fini della dichiarazione di idoneità dei titoli con quelli previsti dal presente bando (Diploma Supplement, dichiarazione di valore in loco).

(Denominare il file "03.Titoli di Laurea").

- **Abstract della tesi di laurea specialistica/magistrale (o quinquennale)**, con indicazione del titolo e del /i relatore/i (max 3.000 caratteri).

(Denominare il file "04.Abstract Tesi").

- **Tesi di laurea specialistica/magistrale (o quinquennale).**

In caso di **candidati laureandi**, ai sensi dell'art. 2, allegare l'elaborato di tesi svolto sino alla data di presentazione della domanda, con indicazione del titolo e del relatore. **ATTENZIONE:** si intende la dissertazione scritta di tesi eseguita dal candidato laureando sino alla data di presentazione della domanda di ammissione al presente concorso, che, in termini di capitoli o di pagine, consenta un'utile valutazione del relativo contenuto/argomento alla Commissione giudicatrice. In nessun caso la sintesi dell'argomento di tesi (abstract) sarà considerato elaborato di tesi.

(Denominare il file "05.Tesi").

- **Proposta di Ricerca** che si intende sviluppare nel Corso di Dottorato e che riporti la base di partenza scientifica della proposta, gli obiettivi della ricerca, le metodologie che si intendono adottare. La proposta/Il progetto di ricerca sarà esaminata/o esclusivamente ai fini dell'ammissione e non prefigura necessariamente l'attività di ricerca che il dottorando dovrà effettuare durante il suo percorso formativo.

Per la presentazione della proposta di ricerca è obbligatorio utilizzare il format predisposto (denominato "ALLEGATO A_FORMAT PROPOSTA DI RICERCA_DRIMEG.doc" presente al link:

https://www.poliba.it/sites/default/files/dottorati/allegato_a_format_proposta_di_ricerca_drimeg.docx).

²**ATTENZIONE:** Tale documentazione dovrà essere in italiano o in francese o in inglese, ovvero tradotta in italiano o in inglese e legalizzata dalle competenti rappresentanze diplomatiche o consolari italiane, a cura e sotto la responsabilità del candidato, secondo le "Procedure per l'ingresso, il soggiorno e l'immatricolazione degli studenti internazionali, e il relativo riconoscimento dei titoli, per i corsi della formazione superiore in Italia 2022-2023".

	<p>ATTENZIONE: Qualora si volesse proporre un progetto di ricerca in linea con le tematiche ai sensi DD.MM. 351/2022 e 352/2022, è necessario che la proposta di ricerca sia redatta in coerenza con una o più tematiche indicate all'elenco in coda.</p> <p><i>(Denominare il file "06.Proposta di Ricerca")</i></p>
<p>DOCUMENTAZIONE NON OBBLIGATORIA</p>	<p>➤ Dichiarazione sostitutiva degli eventuali altri titoli in possesso ai fini della valutazione, datata e sottoscritta (modello disponibile al link https://www.poliba.it/it/dottorati-di-ricerca), resa ai sensi degli artt. 46 e 47 del D.P.R. 445/2000.</p> <p><i>(Denominare il file "07.Dichiarazione altri titoli").</i></p> <p>➤ Una o due lettere di presentazione di docenti che abbiano seguito il percorso formativo del candidato negli studi universitari.</p> <p><i>(Denominare il file "08.Lettera presentazione 1", "08. Lettera presentazione 2").</i></p> <p>➤ Eventuali certificazioni linguistiche, idonee all'accertamento della conoscenza della lingua inglese con livello pari almeno al B2. I soli candidati con cittadinanza non italiana potranno allegare in questa sezione la certificazione linguistica per l'accertamento della lingua italiana.</p> <p><i>(Denominare il file "09.Certificazione linguistica 1"; etc).</i></p> <p>➤ Eventuali pubblicazioni relative all'attività svolta e riportate nel Curriculum.</p> <p>Tale documentazione dovrà essere in italiano o in inglese, ovvero tradotta in italiano o in inglese a cura e sotto la responsabilità del candidato.</p> <p>Nel caso di pubblicazioni voluminose non disponibili in formato elettronico o che eccedano i MB consentiti, il candidato potrà presentarle separatamente, in formato cartaceo o su supporto elettronico (CD o DVd_ROM) corredate da un elenco, entro le ore 14:00 del giorno di scadenza di presentazione delle domande di ammissione al concorso.</p> <p>La presentazione delle pubblicazioni in modalità cartacea o su supporto elettronico potrà avvenire con invio di plico, idoneamente chiuso e controfirmato sui lembi di chiusura, a mezzo di servizio postale, corriere privato o agenzia di recapito, al seguente indirizzo: Magnifico Rettore del Politecnico di Bari – Direzione Gestione Risorse e Servizi Istituzionali- Settore Ricerca, Relazioni Internazionali e Post-Lauream - Ufficio Protocollo – Via Amendola 126/B, 70126 BARI. Sul plico dovranno essere riportati, il nome e il cognome del candidato e la dicitura: "Concorso di ammissione al Corso di Dottorato in [identificazione del Dottorato]". Il recapito in tempo utile del plico con le pubblicazioni, mediante servizio postale, corriere privato, agenzia di recapito, presso l'Ateneo è ad esclusivo rischio del candidato.</p> <p><i>(Denominare il file "10.Pubblicazione 1"; etc).</i></p>

RIEPILOGO DOCUMENTAZIONE	<p><u>Documenti obbligatori:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Curriculum vitae et studiorum – obbligatorio (<i>denominare il file "01.CV"</i>); ➤ Documento di riconoscimento in corso di validità – obbligatorio (<i>denominare il file "02.Documento Riconoscimento"</i>); ➤ Titoli di laurea triennale e specialistica/magistrale (o quinquennale) – obbligatorio (<i>denominare il file "03.Titoli di Laurea"</i>); ➤ Abstract della tesi di laurea specialistica/magistrale (o quinquennale) – obbligatorio (<i>denominare il file "04.Abstract Tesi"</i>); ➤ Tesi di laurea specialistica/magistrale (o quinquennale) – obbligatorio (<i>denominare il file "05.Tesi"</i>); ➤ Proposta di Ricerca (<i>denominare il file "06.Proposta di Ricerca"</i>). <p><u>Documenti non obbligatori:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dichiarazione sostitutiva degli eventuali altri titoli in possesso – non obbligatoria (<i>denominare il file "07.Dichiarazione altri titoli"</i>); ➤ Una o due lettere di presentazione di docenti – non obbligatoria (<i>denominare il file "08.Lettera presentazione 1", "08. Lettera presentazione 2"</i>); ➤ Eventuali certificazioni linguistiche – non obbligatoria (<i>denominare il file "09.Certificazione linguistica 1"; etc</i>); ➤ Eventuali pubblicazioni – non obbligatoria (<i>denominare il file "10.Pubblicazione 1"; etc</i>).
---------------------------------	---

PROVE DI CONCORSO	
1. VALUTAZIONE DEI TITOLI POSSEDUTI	Valutazione dei titoli posseduti (media esami, voto di laurea, tesi di laurea, Master, Corsi di specializzazione, Corsi di perfezionamento, certificati linguistici, pubblicazioni, ecc.).
2. VALUTAZIONE PROPOSTA DI RICERCA	

3. COLLOQUIO	Il colloquio sarà volto a garantire un'adeguata valutazione comparativa dei candidati e finalizzata alla verifica dell'attitudine alla ricerca, della disponibilità a svolgere esperienze all'estero e degli interessi scientifici del candidato.
DATE DELLE PROVE DI CONCORSO	Martedì 20 settembre 2022; Mercoledì 21 settembre 2022; Giovedì 22 settembre 2022.
<p>La Commissione dispone, per la valutazione dei titoli e per gli esami di ciascun candidato, di un totale di 100 punti (20 per i titoli, 20 per la proposta di ricerca e 60 per il colloquio). Una valutazione titoli con punteggio inferiore a 10 punti non darà accesso alla fase di valutazione successiva (proposta di ricerca). La valutazione della proposta di ricerca si intende superata con un punteggio minimo pari a 10. Il colloquio si intende superato con un punteggio minimo pari a 30.</p> <p>Il punteggio minimo totale per l' idoneità al concorso è quindi pari a 50.</p> <p>L'esito della valutazione dei titoli e del progetto sarà reso noto sul portale ESSE3, nell'area personale di ciascun candidato. Nessuna comunicazione sarà pertanto inviata ai candidati.</p> <p>Al termine degli esami, la Commissione procede alla valutazione complessiva e compila la graduatoria di merito sulla base dei punteggi ottenuti dai candidati nelle singole prove.</p> <p>I criteri di valutazione dei titoli saranno stabiliti dalle singole Commissioni.</p>	

SEGUE ELENCO TEMATICHE DI RICERCA

BORSA N. 1 DRIMEG

D.M. 351/2022

Ambito: Pubblica Amministrazione

Tematica: “La flessibilità energetica degli edifici tramite l’accumulo e il controllo di energia termica latente”

RICERCA PROPOSTA:

Il settore della climatizzazione degli edifici è da tempo impegnato nella ricerca di tecnologie capaci di garantire una maggiore efficienza energetica e una maggiore flessibilità energetica. L’elettrificazione diretta e la cogenerazione termico-elettrica sono tra gli approcci più perseguiti per perseguire una significativa riduzione dell’impatto ambientale delle richieste energetiche degli edifici. Tuttavia, la stagionalità della domanda di calore, la sempre maggiore richiesta di carichi refrigeranti, la variabilità e limitata capacità della fornitura di energia elettrica rinnovabile, spesso dovuta a reti elettriche limitate e vincolanti rappresentano limiti significativi che hanno rallentato la sostituzione di tradizionali impianti a combustione (di gas metano nella maggior parte degli edifici). In questo quadro, vi è una crescente attenzione per l’elettrificazione degli edifici in accoppiamento all’utilizzo di accumulo energetico o per l’accoppiamento di energia solare con accumuli termici al fine di ridurre la richiesta energetica di un edificio. Ciò è evidente nel cluster 5 “Climate, Energy and Mobility” del programma “Horizon Europee” dedicato allo sviluppo di soluzioni per la produzione, l’utilizzo e l’accumulo sostenibile di energia.

Con la domanda elettrica degli edifici che diventa sempre più dinamica e una percentuale crescente di generazione intermittente di energia rinnovabile da solare fotovoltaico, spesso adottata in modo massiccio nel contesto urbano, la rete energetiche devono affrontare sfide crescenti per gestire l’equilibrio in tempo reale tra domanda e offerta. In questo scenario una risposta smart alle richieste energetiche che sappia promuovere l’accumulo energetico termico anche al fine di promuovere la flessibilità della richiesta energetica, sta ricevendo una crescente attenzione. Il presente progetto si concentra su diverse modalità di accumulo termico latente tramite batterie termiche con materiali a cambiamento di fase il cui funzionamento sarà implementato attraverso l’utilizzo di sistemi IoT ed il collegamento in rete dei diversi sistemi di produzione e utilizzo dell’energia. Infatti, le tecnologie di accumulo di energia promettono una più flessibile gestione della domanda energetica, nella consapevolezza che gli edifici energeticamente flessibili sono essenziali per una rete elettrica affidabile e resiliente e per questo la gestione deve introdurre tecnologie “smart”. Infatti, gli edifici possono aiutare la rete a migliorare la stabilità ottimizzando i carichi flessibili e promuovendo accumuli termici che non considerino batterie elettriche. La presente proposta di ricerca svilupperà sistemi con materiali a cambiamento di fase, sia microincapsulati che macroincapsulati, prodotti da scarti animali e vegetali, al fine di aumentare la sostenibilità delle materie prime adottate e promuovendo la circolarità delle materie tra settori diversi. Il progetto includerà anche una forte formulazione matematica per quantificare la flessibilità energetica, e pertanto saranno necessarie capacità sia di codifica che di simulazione. Si prevede che questo progetto svelerà opportunità di ricerca per stabilire una definizione comune e metriche prestazionali per la flessibilità energetica degli edifici con batterie termiche e quindi sviluppare sistemi di flessibilità energetica tramite accoppiamento di macchine per la climatizzazione con accumuli termici latenti. L’obiettivo finale è lo sviluppo di catene di valore per la produzione e

utilizzo di accumuli termici latenti sia di microscala (fino a 50 kW) che di media scala (fino a 500 kW) in ambiente urbano.

La sfida della transizione ecologica richiede il concorso di competenze transdisciplinari al fine di affrontare le diverse problematiche di una transizione complessiva in maniera esaustiva. In questo caso, la gestione dell'energia in ambito urbano richiede sempre più la comprensione delle implicazioni della crescente penetrazione della produzione di energia rinnovabile e dello sfruttamento dell'energia solare che inevitabilmente deve associarsi a sistemi di accumulo energetico capaci di funzionare con algoritmi automatizzati per ottimizzarne il controllo. Tali sistemi di accumulo sempre più vedono nelle forme latenti una soluzione privilegiata per ridurre i volumi e aumentare la densità di carica energetica. La presente proposta di ricerca mira a studiare la possibilità di promuovere accumuli termici latenti in accoppiamento a sistemi di climatizzazione tradizionale che potrebbero sfruttare la variabilità delle fonti energetiche rinnovabili o del sottoutilizzo di reti elettriche intelligenti in diversi periodi (prediligendo quindi il funzionamento in periodi off-peak). La presente proposta di ricerca consente il raggiungimento di alcuni degli obiettivi del Green Deal europeo relativamente alla sfida di rendere sostenibile l'economia trasformando le problematiche climatiche e le sfide ambientali in opportunità. Attraverso simulazioni dinamiche delle tipologie di impianti termici più comuni saranno valutate le dimensioni ottimali di accumuli termici latenti, di diversa geometria e funzionamento. Il progetto verrà svolto anche collaborando con un'azienda primaria nazionale presente sul territorio regionale Thermocold impegnata nello sviluppo di innovativi sistemi per la climatizzazione.

La proposta di ricerca risulta coerente con la Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente approvata dalla Commissione Europea. Nello specifico, il progetto proposto rientra nell'ambito dell'area tematica nazionale "Industria intelligente e sostenibile, energia e ambiente" che prevede traiettorie di sviluppo basate su processi produttivi combinati con la sostenibilità ambientale e l'innovazione tecnologica. Inoltre, la ricerca proposta risulta conforme a quanto delineato nell'ambito "Clima, Energia, Mobilità sostenibile" del PNR, e specificatamente le aree d'intervento "Cambiamento climatico, mitigazione e adattamento" ed "Energia ambientale".

Stante la ricerca sopra delineata, il progetto appare centrato sulla creazione di conoscenze innovative con significative ricadute scientifiche, sociali ed economiche sul territorio nazionale. In particolare, nella scelta del programma di ricerca si è favorito la formazione di un profilo professionale di gestione dell'energia che possa dare risposta alle esigenze di innovazione e competitività espresse dal sistema imprenditoriale su questo tema, assimilando conoscenze tecniche specialistiche inerenti sia la gestione dell'energia che le peculiarità del patrimonio costruito.

Il progetto è conforme con la SNSI ed il PNR, ed è coerente con la L.240/2010 e il DM 45/2013 in materia di dottorati, vista la crescente necessità di favorire l'innovazione e l'interscambio tra mondo della ricerca e il mondo produttivo e l'apporto dei progetti di ricerca nei settori dell'innovazione (L. 240/2010, art. 24, co. 3 e ss.mm.ii).

La soluzione proposta in questo progetto promette di promuovere la ripresa verde orientata alla conservazione dell'energia così come auspicato dal REACT-EU che mira a finanziare interventi volti all'economia circolare e al risparmio energetico. a. Attività di ricerca da svolgere all'estero

La proposta di ricerca prevede 6 mesi di attività di ricerca presso il School of Water, Energy and Environment (SWEE) della Cranfield University (UK), con il quale il docente proponente ha da tempo avviato collaborazioni sull'ottimizzazione di cicli termodinamici accoppiati con accumuli energetici solari controllati tramite algoritmi automatizzati.

Le attività di ricerca riguarderanno lo studio delle modalità per l'individuazione di tipologie omogenee di utenza, la modellazione delle relative richieste energetiche e la valutazione di algoritmi che possano predire, anche tramite approcci multidisciplinari, il comportamento di sistemi ibridi e multi-sistema di tipo "smart" in edifici.

Il candidato vincitore sarà inoltre funzionale alle attività dell'unità del Politecnico di Bari nell'ambito del network internazionale IEA Annex 37 "Smart Design and Control of Energy Storage Systems" (2020-2025), al quale il proponente partecipa assieme ad altri colleghi del Politecnico. Tale network prevede incontri internazionali ogni 3 mesi, generalmente organizzati presso i partner del progetto.

BORSA N. 2 DRIMEG

D.M. 351/2022

Ambito: PNRR

Tematica: “Studio con modelli AI di ottimizzazione di superfici adesive viscoelastiche eccitate da microvibrazioni per una nuova generazione di robot di pick-and-plac”

RICERCA PROPOSTA:

Nelle fabbriche di tutto il mondo, oggi, vengono utilizzati più di 3 milioni di robot industriali: la robotica nella sua evoluzione futura vedrà l'intersezione di quest'ultima con l'Intelligenza Artificiale, vedasi il neologismo InterAction Technology (IAT), con il quale si intende sottolineare lo sviluppo sinergico di sistemi robotici e dispositivi intelligenti capaci di collaborare e interagire tra di loro e con le persone e l'ambiente circostante, fornendo così l'anello mancante tra il mondo digitale e quello fisico in cui viviamo. La presente proposta di ricerca, si inserisce in questo filone di ricerca, mirando ad affrontare un problema classico della robotica, come la possibilità di afferrare e manipolare oggetti, sfruttando metodologie completamente nuove come l'Intelligenza Artificiale, che sempre più prepotentemente si sta affermando come strumento efficace nell'accelerare lo sviluppo e favorire l'innovazione in campo sia scientifico che industriale. Tale approccio appare ineludibile alla luce delle grandi sfide poste dal PNRR.

Le tecnologie di afferraggio e manipolazione bio-ispirate sono un'area in forte crescita nel campo della robotica e della manipolazione pick-and-place di oggetti e/o prodotti, poiché permettono di raggiungere una forza adesiva competitiva o superiore ai dispositivi che sfruttano il vuoto. Infatti la prestazione massima di sistemi tipo “ventosa” è limitata dalla pressione atmosferica, 100 kPa, che è anche il limite raggiunto da animali e insetti come il gecko. L'utilizzo di tecnologie bio-ispirate offre diversi vantaggi, tra cui una tecnologia più sostenibile dal punto di vista ambientale e un minor consumo di energia rispetto alle soluzioni classiche (es. ventose e/o magneti). Infatti le superfici adesive bio-ispirate sono realizzate in polimeri soffici che è possibile riciclare, non utilizzano prodotti chimici come colle né per ottenere la presa né nella fase di rilascio, non lasciano residui sugli oggetti afferrati quindi non richiedono solventi o prodotti chimici per la pulizia delle superfici, sono “aspecifiche” in quanto aderiscono a qualunque oggetto, indipendentemente da materiale e forma, sfruttando le forze di interazione intermolecolare di van der Waals (i manipolatori elettromagnetici sono limitati nell'utilizzo ad oggetti realizzati in materiale ferromagnetico), sono leggeri in quanto realizzati con polimeri soffici e richiedono poca energia per il loro funzionamento al contrario di ventose (necessitano di un sistema a supporto per la creazione del vuoto) e elettromagneti che sfruttano campi magnetici indotti da intense correnti elettriche.

Le attuali tecnologie di superfici bio-ispirate sono costituite da superfici micro-strutturate, con l'obiettivo di suddividere la macroarea di contatto in tanti piccoli spot di contatto. Questo è ottenuto micro-strutturando la superficie adesiva con numerosi pillars, elementi di forma pressoché cilindrica di dimensioni micrometriche in modo da essere disposti con grande densità. Sfruttando per i pillars una geometria tipo fungo, sono state misurate pressioni adesive dell'ordine di 1 MPa, quindi un ordine di grandezza superiore rispetto alle capacità di un sistema a ventosa. Tuttavia, tale tecnologia è ancora

lontana dal limite adesivo teorico e dalle prestazioni in termini di controllabilità e regolabilità che presentano alcune soluzioni in natura. La dimensione minima del pillar che è possibile realizzare è spesso soggetta a limiti di fabbricazione, la forza adesiva macroscopica dipende dalla rugosità superficiale della contro-superficie, dal disallineamento, dalla pulizia della superficie, e il passaggio dall'adesione al distacco (fondamentale nelle operazioni di pick-and-place) richiede tecniche di commutazione particolari, spesso lente.

Una recente proposta promettente, testata solo con una geometria sferica macroscopica nominalmente liscia, ha mostrato un nuovo principio che mostra che sovrapponendo microvibrazioni, è possibile sfruttare le proprietà viscoelastiche dei polimeri per migliorare l'adesione macroscopica di ordini di grandezza in modo rapido e controllato regolando l'ampiezza delle vibrazioni, ottenendo in tal caso tensioni adesive di circa 100 kPa, ma con superfici nominalmente lisce. Il presente progetto di ricerca mira ad esplorare ulteriormente questo principio e si pone l'obiettivo di studiare il comportamento adesivo di superfici micro-strutturate opportunamente progettate in modo da massimizzare le interazioni adesive in sinergia con gli effetti viscoelastici dovuti alla presenza di microvibrazioni.

La forza adesiva all'interfaccia non è una proprietà intrinseca dei materiali a contatto, ma dipende da una molteplicità di fattori: geometria (spaziatura del tra i pillars, forma del pillar, densità di riempimento, orientamento, gerarchia, forma della parte terminale del pillar), proprietà del materiale (elastico, viscoelastico, variabile con la profondità, anisotropo, modulo elastico in funzione della frequenza della microvibrazione), condizioni di carico (ampiezza, frequenza, angolo di fase, velocità di carico, concentrazione/distribuzione della forza di contatto, effetti dimensionali). L'ottimizzazione di tali superfici adesive è pertanto un problema non lineare di ottimizzazione in presenza di molteplici variabili. Le configurazioni possibili sono pertanto così numerose da non poter essere gestite con un approccio classico di ottimizzazione mediante simulazioni numeriche brute-force. Invece, il presente progetto di ricerca, mira a sfruttare modelli di Intelligenza Artificiale per la progettazione ottimale della topografia superficiale e dell'eccitazione in modo da raggiungere la massima forza adesiva e la migliore controllabilità della stessa.

Miriamo quindi a raggiungere un livello di conoscenza dei sistemi adesivi reversibili molto più approfondito rispetto a quello attuale, con un aumento significativo delle prestazioni rispetto ai 100 kPa attuali e con la possibilità di regolare le forze adesive in pochi millisecondi, prestazione comparabile con quella del gecko. Tale tecnologia potrebbe aprire la strada per un utilizzo degli adesivi reversibili nei settori come la robotica, l'interazione uomo-macchina, l'aerospazio.

Il progetto di ricerca è perfettamente in linea con gli obiettivi del PNRR, in particolare con la digitalizzazione e innovazione del sistema produttivo Italiano (missione 1), la rivoluzione verde e la transizione ecologica (Missione 2) e l'istruzione e la ricerca (Missione 3). Infatti, superfici adesive regolabili e reversibili potrebbero trovare spazio in applicazioni hi-tech in linea con gli obiettivi di Industria 4.0 come applicazioni nell'ambito della robotica, nei manipolatori soffici, nelle operazioni di pick-and-place con il vantaggio di essere leggere, riciclabili, a basso consumo energetico (si punta a consumi dell'ordine di mW/mm²). Il know-how del Politecnico di Bari ne risulterà rafforzato su tematiche di estrema attualità e ad alto valore aggiunto contribuendo a colmare le carenze tra il Nord e il Sud del Paese Italia.

BORSA N. 3 DRIMEG
D.M. 351/2022
Ambito: PNRR
Tematica: “GTS (Green-Tribo-Systems)”

RICERCA PROPOSTA:

GTS (Green-Tribo-Systems) è un progetto di dottorato finalizzato allo sviluppo di metodi e tecnologie per l'ottimizzazione tribologica, in termini di riduzione dei fenomeni di attrito e di massimizzazione della resistenza all'usura, in componenti meccanici e mecatronici in materiale polimerico. L'obiettivo è largamente motivato dalla crescente e massiccia transizione industriale volta a sostituire materiali metallici con polimeri e compositi rubber-based: questi ultimi garantiscono costi e impatti produttivi ridotti, ottime

proprietà meccaniche specifiche e contribuiscono significativamente al lightweighting componentistico e sistemico. La diffusione di tali materiali polimerici è peraltro testimoniata dalla quota di mercato dei cosiddetti plastificanti e stimata in circa 37 miliardi di dollari nel 2027 (Market Research Future, Febbraio 2021), ma è contrastata dalle generalmente basse performance energetiche, legate a fenomeni dissipativi che caratterizzano intrinsecamente i polimeri: nel solo settore automotive, il produttore tedesco

Continental stima, a seguito di attrito e isteresi in materiale soft, l'emissione di 250 milioni di tonnellate di CO₂ per anno. Inoltre, a causa degli alti valori d'attrito di strisciamento

e rotolamento, materiali e compositi rubber-based presentano tassi di usura generalmente molto alti, con conseguente riduzione della durabilità.

GTS svilupperà, per l'analisi di tali fenomeni tribologici, metodologie numeriche innovative, che considereranno la macro-, la micro- e la nano- morfologia delle superfici e la possibile presenza di fasi differenti (liquidi, solidi, gas) all'interfaccia. In collaborazione con l'Imperial College London, settima università mondiale secondo il QS World University Ranking, le risultanze numeriche saranno validate, alle diverse scale, tramite misure sperimentali sia direttamente mirate a determinare attrito e usura, che a quantificare quantità, quali pressioni e spostamenti, utili alla validazione delle tecnologie numeriche sviluppate. Ciò consentirà una progettazione energetica ottimizzata in termini di geometrie, materiali, lubrificanti. Punto strategico di GTS è, difatti, la determinazione di ricadute progettuali e tecnologiche: quale caso paradigmatico, si considereranno i cuscinetti volventi in materiale polimerico. Su tale componente, fondamentale in ogni sistema meccanico, si proporranno soluzioni prototipali per la riduzione dell'attrito e del tasso di usura. Le attività verranno svolte in collaborazione con il centro di competenza austriaco AC2T, centro di riferimento per il trasferimento industriale di competenze tribologiche. GTS è, dunque, un progetto, che, valendosi di un network composto da eccellenze internazionali comporterà un significativo follow-up nell'ambito di una progettazione meccanica e mecatronica ottimizzata dal punto energetico e, dunque, pienamente organica alla transizione verde del Paese e al PNRR.

Tali tematiche, difatti, non possono che trovare una collocazione ideale nell'alveo del PNRR in quanto individuare soluzioni tecnologiche e prototipali di riduzione delle perdite viscoelastiche e dell'usura, con conseguente incremento della durabilità dei componenti, è funzionale alla complessiva transizione verde del sistema industriale italiano. In sintesi, minori perdite per attrito comportano alta efficienza energetica, bassi tassi di usura garantiscono una vita utile più lunga e minore problematiche di smaltimento. Inoltre, deve essere evidenziata, in aggiunta al carattere generalista e sistemico di GTS, finalizzato ad introdurre un nuovo protocollo teorico-sperimentale per la stima delle perdite viscoelastiche, la scelta di focalizzare l'attenzione applicativa sui cuscinetti volventi polimerici quali specifici componenti su cui mostrare l'utilità degli strumenti di analisi e progettazione sviluppati. Difatti, secondo stime SKF, azienda leader del settore, la quota dei cuscinetti polimerici è destinata a salire nel 2025 fino al 20% del mercato dei cuscinetti, con un ammontare di circa 18 miliardi di dollari all'anno. È immediato comprendere come soluzioni prototipali su tali componenti possano mostrare l'impatto che una progettazione meccanica funzionale alla riduzione dell'attrito può avere nella pratica industriale del sistema Italia. Infine, si evidenzia come un network composito di collaborazioni, che includono uno dei più importanti atenei mondiali, quale è l'Imperial College, ed un attore specializzato nel trasferimento tecnologico e meccanico nell'Europa centrale, quale è AC2T, non possa che rafforzare, anche a livello internazionale, il contributo alla transizione ecologica, obiettivo decennale dell'Unione Europea.

Ferme tali premesse, il progetto di dottorato perseguirà le seguenti linee specifiche:

- 1) Definizione di un metodologie e tecniche teorico-sperimentali per l'analisi dell'attrito viscoelastico e dell'usura in materiali viscoelastici (1°-24° mese): muovendo dalle competenze tribologiche del gruppo di Meccanica Applicata del Politecnico di Bari, la prima parte del progetto determinerà come i materiali viscoelastici, in caso di moto relativo in condizioni di rotolamento e strisciamento, dissipino energia. In particolare, verrà generalizzato l'approccio agli Elementi di Contorno (Carbone & Putignano, JMPS, 2013; Putignano, JMPS 2020) per lo studio, in condizioni secche e lubrificate, del contatto viscoelastico: in particolare, tale metodologia sarà estesa al caso di contatti conformi, in cui le area di contatto possano diventare significative. Si terrà inoltre in conto la presenza di molteplici scale di rugosità mediante tecniche di omogeneizzazione. La fase di validazione sperimentale, mediante misure tribometriche, consentirà la validazione delle risultanze numeriche e la correlazione diretta dei valori di attrito e dei tassi di usura. Tali attività verranno svolte in collaborazione con il Tribology Group all'Imperial College London (Regno Unito) (18°-24° mese): qui, sfruttando le competenze specifiche in ambito di microscopia termica, si determinerà il ruolo di eventuali gradienti termici nel contatto. In definitiva, si costruirà un know-how unico e totalmente innovativo sull'analisi delle perdite viscoelastiche in sistemi meccanici.
- 2) Studio meccanico di cuscinetti volventi polimerici e ottimizzazione tribologica (19°-36° mese): In collaborazione con il centro di competenza austriaco AC2T, specializzato nella ricerca industriale in ambito tribologico, e presso cui il dottorando trascorrerà sei mesi (30°-36° mese), si applicherà quanto sviluppato precedentemente allo sviluppo di un modello predittivo per la definizione di attrito e usura nei cuscinetti volventi polimerici e, specificatamente, sia in quelli a rullino che a sfera. Particolare cura anche in questo caso verrà posta all'analisi degli effetti termici. Sulla base di risultati ottenuti in analoghi progetti di ricerca industriale condotti presso il PoliBA (ad esempio, il PRIN Fast-Tyre per l'ottimizzazione degli pneumatici), si stima di raggiungere un miglioramento prototipale del 10% in termini di minore attrito e del 15% in termini di riduzione dell'usura. Tali risultati sono perfettamente organici agli obiettivi di REACTEU per concorrere, tramite efficientamento energetico ed aumento della vita media dei componenti, al Green Deal europeo.

Il progetto verrà condotto presso il Politecnico di Bari, nell'ambito del settore della Meccanica Applicata. Particolare supporto verrà offerto dal gruppo di Tribologia, sia in termini di know-how che di facilities numerico e sperimentali. Nell'ambito delle attività del gruppo, sono state, difatti, sviluppate tecniche pionieristiche per lo studio del contatto multiscala per reologie sia elastiche che viscoelastiche (Putignano et al., IJSS, 2012; Carbone & Putignano, JMPS, 2013; Putignano, JMPS, 2020). Ciò costituisce un humus ideale, in termini di competenze nel settore, per ospitare un progetto, quale è GTS, finalizzato alla generalizzazione di tecniche avanzate di analisi tribologica. A livello infrastrutturale, GTS verrà supportato dalla disponibilità di diversi centri di calcolo: sono a disposizione del gruppo di Meccanica Applicata due High Performances Computers (13 nodi di calcolo, potenza complessiva di circa 30 Tflops). Il supporto al progetto non si limita alla disponibilità numerica ma include risorse sperimentali, fondamentali alla validazione delle risultanze numerica. Presso il laboratorio TriboLAB, sono disponibili un microscopio confocale e uno a forza atomica, necessari per acquisire la topografia, fino alla scala atomica, delle superfici da testare; è presente un analizzatore per l'analisi meccanica dinamica, essenziale per definire le proprietà meccaniche viscoelastiche dei materiali testati. A livello tribometrico, è presente un tribometro ad alta temperatura per la stima dell'attrito e dell'usura, e, per misure più localizzate, un nano-indentatore e uno scratcher.

BORSA N. 4 DRIMEG
D.M. 352/2022
Co-finanziata da: Omnigrasp s.r.l.
Tematica: “TSR-Tribology for Soft Robotics”

RICERCA PROPOSTA:

a) Tema della ricerca e coerenza con la Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI) approvata dalla Commissione europea

La ricerca si focalizza su innovativi soft robotic grippers basati su tecnologie di contatto elettro-attivo. I soft robotic grippers sono organi di presa robotici realizzati con materiali soft elastomerici che permettono la presa di oggetti fragili e con forme complesse, non afferrabili da organi di presa tradizionali. Uno dei principi fisici sfruttati è l'elettroadesione, una tecnologia che utilizza forze elettrostatiche per generare adesione tra le dita di un gripper e l'oggetto da afferrare: i soft grippers così configurati permettono di afferrare oggetti come frutta e verdura senza danneggiarli, oppure sono capaci di manipolare con facilità oggetti flessibili, come ad esempio i tessuti. In coerenza con la SNSI, questi innovativi grippers sono pertanto una tecnologia abilitante per ambiti quali l'agricoltura di precisione, l'automazione industriale di processi che coinvolgono oggetti flessibili o fragili in ambito alimentare e biomedicale, la robotica spaziale e la robotica assistiva. Inoltre, queste tecnologie hanno consumi energetici estremamente ridotti rispetto a gripper pneumatici o elettromagnetici, contribuendo alla sostenibilità dei processi industriali.

b) Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti

Le attività di ricerca consisteranno nello studio, modellazione, prototipazione e caratterizzazione di nuovi soft grippers basati su contatto elettro-attivo. Gli obiettivi sono l'aumento delle performance dei grippers in termini di carico massimo sollevabile, velocità del ciclo di presa e rilascio dell'oggetto, ampliamento delle categorie di oggetti che possono essere afferrati. Le metodologie consistono nel realizzare dapprima studi tribologici del comportamento elettromeccanico delle superfici, e nella successiva validazione sperimentale e prototipazione di grippers.

c) Grado di innovazione della ricerca

Le attività proposte hanno un elevato grado di innovazione, proponendo studi pionieristici che combinano la soft robotica e i materiali elettro-attivi con la tribologia.

d) Coerenza del tema di ricerca con l'ambito disciplinare del dottorato e con la composizione del Collegio dei docenti

La ricerca è pienamente compatibile con gli aspetti culturali di diversi corsi di dottorato erogati presso il Poliba e, in particolare, con il DRIMEG, di cui robotica e tribologia sono temi cruciali, e del cui collegio il Prof. Putignano è componente.

e) Fattibilità tecnica della proposta e cronoprogramma di attuazione

La fattibilità della proposta è supportata dall'esperienza pluriennale nella Tribologia dei materiali soft

presso il PoliBA, dalla collaborazione con EPFL, università leader nella soft robotica, e dal know how sul tema dell'azienda ospitante Omnigrasp Srl. Le attività inizieranno con le attività di modellazione tribologica presso il PoliBA (18 mesi), proseguiranno con un **periodo all'estero** presso l'EPFL per la validazione sperimentale (6 mesi) e si chiuderanno con la prototipazione e caratterizzazione dei nuovi soft grippers robotici presso Omnigrasp Srl (12 mesi).

f) Sinergie rispetto all'eventuale successivo impiego dei dottori di ricerca

Le sinergie tra PoliBA e la società Omnigrasp srl, spin-off dello stesso Ateneo, sono garanzia della piena utilizzabilità tecnica delle competenze maturate.

BORSA N. 5 DRIMEG
D.M. 352/2022
Co-finanziata da: Magna PT s.p.a.
Tematica: "Gear Teeth 4.0"

RICERCA PROPOSTA:

a) Tema della ricerca e coerenza con la Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI) approvata dalla Commissione europea

Nelle trasmissioni ibride i regimi di rotazione sono elevati (> 10.000 rpm). Deviazioni nella qualità delle dentature comportano problemi di affidabilità e rumorosità. Gli scarti potrebbero minimizzarsi se il componente causa di rumorosità fosse identificato prima della fase di levigatura.

La ricerca si occuperà, attraverso l'ausilio di un algoritmo di AI (Artificial Intelligence), di controllare in modo predittivo la micro-geometria dei denti attraverso un sistema di controllo e monitoraggio continuo integrato.

La proposta è in linea con il tema "Industria intelligente e sostenibile, energia e ambiente" della SNSI. Inoltre, essa si inquadra nell'ambito dei "sistemi produttivi evolutivi e adattativi per la produzione personalizzata" in quanto legata all'uso di sensori per il monitoraggio continuo e adattivo.

b) Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti

Studio delle vibrazioni trasferite dalle macchine al pezzo con specifica sensoristica.

Caratterizzazione della micro-geometria dei denti, attraverso scomposizione del profilo in armoniche di Fourier per individuare quelle critiche sulle performances di rumorosità.

Correlazione tra micro-geometria e risposta in frequenza delle macchine e prestazioni della dentatura.

Scarto automatico del pezzo sulla base delle vibrazioni rilevate.

Identificazione della relazione tra consumo mole e performances di qualità.

Sviluppo di un algoritmo di AI per la riduzione del numero di trasmissioni testate, che sfrutti le informazioni provenienti dalla macchina di lavorazione.

c) Grado di innovazione della ricerca

La ricerca mira a correlare le vibrazioni macchina alle caratteristiche di qualità del pezzo, superando i limiti delle soluzioni attuali che generano alert di tipo manutentivo (a partire da vibrazioni anomale) ma non consentono di variare in modo immediato e continuo i parametri controllati.

d) Coerenza del tema di ricerca con l'ambito disciplinare del dottorato e con la composizione del Collegio dei docenti

Il tema coinvolge gli ambiti della progettazione meccanica, tribologia, misure meccaniche, manutenzione predittiva, matematica avanzata, processi produttivi. Tali ambiti sono coerenti e presenti negli SSD del dottorato.

e) Fattibilità tecnica della proposta e cronoprogramma di attuazione

La proposta è fattibile perché le tecnologie di base sono esistenti ma vanno combinate, sviluppate e adattate agli obiettivi della ricerca. Le attività sperimentali saranno condotte nell'azienda che possiede le tecnologie e i laboratori necessari.

Cronoprogramma:

- 6 mesi (Magna PT): studio della trasmissione e dei processi produttivi e di misura;
- 6 mesi (Politecnico di Bari): ricerca bibliografica e corsi di formazione previsti nel piano di studio;
- 6 mesi (Magna PT B.V. & Co. KG): approfondire la tecnologia di levigatura di potenza (per ottimizzarne i parametri), le tecnologie di misura delle vibrazioni e gli algoritmi per l'analisi in frequenza dei dati vibrazionali;
- 8 mesi (Magna PT): sviluppo di sensoristica per la misura delle vibrazioni, la correlazione della risposta con la qualità delle dentature e l'ottimizzazione della vita utensile;
- 6 mesi (Politecnico di Bari): sviluppo di modello di simulazione dinamica della macchina, analisi in frequenza dei dati e correlazione con la micro-geometria delle dentature per l'impostazione di un algoritmo di AI;
- 4 mesi (Magna PT): definizione caso studio su cui implementare la soluzione progettata.

f) Sinergie rispetto all'eventuale successivo impiego dei dottori di ricerca

La crescente richiesta di figure specializzate nelle tecnologie abilitanti I4.0 sarà un'opportunità concreta per il DdR anche nell'azienda ospitante che avrebbe a disposizione una figura altamente qualificata. Inoltre, la formazione del DdR gli consentirà di spendere le proprie competenze in altre aziende del settore automotive e non solo.

BORSA N. 6 DRIMEG
D.M. 352/2022
Co-finanziata da: BionIT Labs

Tematica: “Innovative robotic hands for prosthetic purposes: from mechanical design to AI”

RICERCA PROPOSTA:

La proposta di dottorato mira ad incrementare l’adozione e la diffusione di tecnologie robotiche in ambito medico verso la Medicina 4.0 (SNSI: Salute, alimentazione, qualità della vita - medical devices e mini invasività). Il crescente interesse verso questo settore è testimoniato dal nascere di nuove start-up innovative pugliesi, tra cui la proponente BionIT Labs che ha già raccolto numerosi premi internazionali (e.g., South Europe Startup Awards (SESA) nella categoria “Best Social Impact Startup” e il Seal of Excellence per il programma EIC Acceleration Pilot della Commissione Europea) e finanziamenti in ambito regionale e nazionale. In ambito accademico, si è assistito alla nascita di nuovi corsi di studio come la Laurea in Ingegneria dei Sistemi Medicali istituita presso il Politecnico di Bari dall’anno accademico 2019-20, che ha suscitato un grande interesse testimoniato dall’elevato numero di iscritti (e.g., 240 nuove matricole per l’anno accademico 2021-22).

Entrando in maggiore dettaglio, la proposta di dottorato si focalizzerà sul prodotto principale di BionIT Labs S.r.l., Adam’s Hand, una protesi mioelettrica robotizzata di mano per amputazioni transradiali, mostrata in Figura 1.



Figura 1: La mano robotizzata creata da BionIT Labs

L'obiettivo sarà quello di sviluppare da un lato nuovi sistemi di trasmissione del moto sfruttando il principio della sottoattuazione e dall'altro testare nuovi approcci di comando della protesi basati sull'intelligenza artificiale. L'idea è che lo studio di nuovi sistemi di sottoattuazione, basati per esempio, su meccanismi di tipo differenziale possa aiutare una mano robotica a adattarsi più facilmente ad oggetti di forma complessa richiedendo un numero di attuatori minore del numero di gradi di libertà del sistema. Tale soluzione consentirà, inoltre, di ridurre la complessità dell'algoritmo di controllo e i costi. L'ulteriore contributo innovativo sarà legato all'analisi del riconoscimento dei comandi di apertura e chiusura delle dita protesiche tramite un algoritmo basato sul machine learning che esamina in tempo reale le caratteristiche del segnale elettromiografico (EMG). La maggior parte delle protesi mioelettriche transradiali utilizza un approccio di controllo molto basilico, che tuttavia rimane preponderante sin dalla sua introduzione negli anni 70 per il controllo delle protesi mioelettriche tridigitali: il controllo avviene con due sensori elettromiografici, posizionati su muscoli flessori ed estensori dell'avambraccio, che leggono i segnali muscolari dell'utente per "chiudere" o "aprire" la mano protesica. Questo metodo di controllo non risulta robusto, in quanto è sufficiente posizionare il braccio in un modo diverso rispetto a quello in cui è stato effettuato il settaggio iniziale di questa soglia, per fare in modo che il rapporto di attivazione fra questi due muscoli vari, rendendo quindi il dispositivo difficilmente controllabile dall'utente.

BORSA N. 7 DRIMEG

D.M. 352/2022

Co-finanziata da: Centro Combustione Ambiente s.p.a.

Tematica: “Re-ingegnerizzazione di sistemi energetici per traguardare emissioni di carbonio zero”

RICERCA PROPOSTA:

a) Tema della ricerca e coerenza con la Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI) approvata dalla Commissione europea

Il processo di decarbonizzazione è previsto dal Piano Integrato per l’Energia e il Clima 2030 che a gennaio 2020 il MISE ha inviato alla Commissione europea: nel Piano l’Italia prevede la graduale cessazione della produzione elettrica da carbone entro il 2025. Le biomasse polverizzate possono essere un potente strumento per la riconversione di impianti esistenti a carbone con minimi investimenti riguardanti la parziale o completa sostituzione dei bruciatori e degli impianti di macinazione. Un importante contributo alla decarbonizzazione può derivare anche dall’utilizzo di biomasse di seconda generazione (rifiuti agricoli, industriali e organici), che non interferiscono con la produzione alimentare o l'utilizzo del suolo. Inoltre, con tecnologie BECCS (Bionergy with carbon capture and storage) è addirittura possibile avere emissioni negative di CO₂.

b) Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti

La reingegnerizzazione dei bruciatori a carbone è necessaria per l’utilizzo di biomasse vista l’elevata umidità, il basso potere calorifico, la presenza di minerali bassofondenti e/o volatili, e la struttura fibrosa delle biomasse. Critica è l’eterogeneità delle biomasse (miscele complesse e variabili di saccaridi (cellulosa/emicellulosa), lignina e altri componenti minori) il cui comportamento nelle caldaie è piuttosto difficile da generalizzare e catturare con modelli cinetici. Tale reingegnerizzazione sarà fortemente basata sulla CFD quale strumento progettuale capace di abbattere il “time to market” e i costi associati alle sperimentazioni.

c) Grado di innovazione della ricerca

La progettazione di un bruciatore a biomassa tramite CFD richiede una profonda conoscenza sia degli aspetti impiantistici che della complessa interazione tra fluidodinamica e cinetica della combustione. L’innovazione è nell’accoppiamento delle proprietà chimico fisiche delle biomasse con i sottomodelli cinetici.

d) Coerenza del tema di ricerca con l'ambito disciplinare del dottorato e con la composizione del Collegio dei docenti

Poliba e CNR-STEMS collaborano già con CCA alla progettazione di bruciatori a biomassa integrando le competenze nella CFD del Poliba con quelle sulla caratterizzazione dei combustibili del CNR.

e) Fattibilità tecnica della proposta e cronoprogramma di attuazione

Il candidato acquisirà conoscenze relative alle problematiche e ai requisiti tecnici di progettazione di bruciatori, nonché conoscenze di natura modellistica e sperimentale.

Le attività sperimentali e modellistiche includono:

- CAD e CFD di bruciatori a biomassa;
- cinetica chimica;
- pirolisi e della combustione in reattori da laboratorio (letto fisso, PFR, HGR, DTR);
- analisi chimica, analisi granulometrica, SEM, ICP, TG-DSC, GC-MS, porosimetria;
- progettazione di bruciatori a bassissimo impatto ambientale.

f) Sinergie rispetto all'eventuale successivo impiego dei dottori di ricerca

Tale progetto offrirà al dottorando la possibilità di sviluppare competenze multiple che vanno dalla comprensione degli aspetti cinetici e chimico-fisici delle reazioni, alla modellazione CFD, fino alla progettazione industriale, dandogli ampi sbocchi occupazionali.

BORSA N. 8 DRIMEG

D.M. 352/2022

Co-finanziata da: Nuovo Pignone Tecnologie s.r.l.

Tematica: “Pompe centrifughe per il trasferimento di idrogeno allo stato liquido o in forme derivate (ammoniaca, metanolo, etc) per l’industria e le applicazioni marine”

RICERCA PROPOSTA:

a) Tema della ricerca e coerenza con la Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI) approvata dalla Commissione europea

Il processo di decarbonizzazione è previsto dal Piano Integrato per l’Energia e il Clima 2030 che a gennaio 2020 il MISE ha inviato alla Commissione europea. Per una effettiva decarbonizzazione è necessario che aumenti in maniera significativa lo sfruttamento delle fonti di energia rinnovabile. Tuttavia, le principali (solare ed eolica) sono altamente aleatorie e questo determinerà problemi di gestione della rete a meno di non trovare efficaci sistemi di accumulo. È qui che assume un ruolo fondamentale l’idrogeno che, come vettore energetico, potrebbe accumulare in forma chimica una enorme quantità di energia. Per la gestione di efficaci sistemi di alimentazione dell’idrogeno o di suoi derivati è fondamentale sviluppare tutte le tecnologie associate tra cui le macchine operatrici per la distribuzione e l’alimentazione.

b) Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti

L’attività di ricerca si articolerà in diverse fasi a partire dallo stato dell’arte; seguirà lo studio di fattibilità che sarà basato sull’individuazione dell’architettura macchina, la scelta dei materiali e soprattutto l’integrazione tra pompa, motore e sistema di controllo.

c) Grado di innovazione della ricerca

La progettazione di turbopompe criogeniche risulta altamente innovativa in considerazione delle condizioni estreme a cui sono sottoposti i materiali anche in termini di infragilimento da idrogeno (blistering).

d) Coerenza del tema di ricerca con l'ambito disciplinare del dottorato e con la composizione del Collegio dei docenti

Le turbomacchine rientrano perfettamente nell’ambito delle tematiche proprie del Dottorato in Ingegneria Meccanica e Gestionale del Politecnico di Bari. Inoltre, la collaborazione tra i ricercatori di Baker Hughes Nuovo Pignone e molti dei membri del Collegio è più che decennale.

e) Fattibilità tecnica della proposta e cronoprogramma di attuazione

Il candidato acquisirà conoscenze relative alle problematiche e ai requisiti tecnici di progettazione delle turbomacchine operatrici operanti con idrogeno criogenico o derivati dell’idrogeno (ammoniaca, metanolo, ecc.).

Le attività sperimentali e numeriche includono:

- CAD e CFD delle turbomacchine;
- studio di fattibilità;
- definizione dell'architettura macchina;
- individuazione dei materiali meno soggetti all'infragilimento da idrogeno;
- integrazione di pompa, motore e sistema di controllo.

f) Sinergie rispetto all'eventuale successivo impiego dei dottori di ricerca

Tale progetto offrirà al dottorando la possibilità di sviluppare competenze multiple che vanno dalla modellistica CFD alla progettazione industriale, dandogli ampi sbocchi occupazionali.

BORSA N. 9 DRIMEG

D.M. 352/2022

Co-finanziata da: Pirelli Tyre S.p.A, Gruppo Pirelli & C.

Tematica: “The influence of friction and adhesion on defect propagation in viscoelastic contacts”

RICERCA PROPOSTA:

L'obiettivo dell'attività di ricerca è lo studio dei meccanismi di danneggiamento e di propagazione di difetti in materiali viscoelastici sottoposti a sollecitazioni periodiche, volto alla previsione qualitativa e quantitativa del grado di usura di componenti viscoelastiche (battistrada di pneumatici) in funzione delle condizioni di esercizio delle stesse.

Nell'ambito della prima fase del percorso di dottorato, il dottorando sarà impegnato nello sviluppo di modelli teorico-numeriche volti alla descrizione e alla previsione del fenomeno di nucleazione di difetti in materiali viscoelastici, nonché della propagazione degli stessi sotto l'azione di generici cicli di carico all'interfaccia. Per la definizione del comportamento tribologico e termico all'interfaccia tra pneumatico e superficie stradale in presenza di attrito, tali attività si avvarranno prevalentemente di tecniche numeriche basate su modelli Boundary Elements Methods (BEM). Questi ultimi, infatti, discretizzando solo l'interfaccia di contatto, consentono un significativo risparmio in termini di costi computazionali rispetto ad altre tecniche numeriche convenzionali, pur presentando elevata accuratezza anche nella simulazione del comportamento di materiali viscoelastici reali a più tempi di rilassamento. In questa fase, al fine di migliorare la descrizione tribologica dell'interfaccia e, quindi, del possibile innesco della propagazione del difetto, sarà cruciale la modellazione dell'intero campo deformativo dello pneumatico. A tal fine, sarà necessario superare l'attuale stato dell'arte nell'ambito della meccanica del contatto introducendo anche l'effetto degli sforzi tangenziali (in-plane) generati all'interfaccia dai meccanismi di attrito secco tra battistrada e superficie stradale. Al fine di validare l'attività di modellazione teorico-numerica ci si avvarrà di comparazione diretta di parte dei risultati (test-cases) con equivalenti simulazioni eseguite mediante tecniche convenzionali agli Elementi Finiti (FEM). Tali simulazioni FEM potranno anche essere utilizzate per quantificare il possibile effetto di eventuali non linearità nel comportamento del materiale viscoelastico sull'oggetto dello studio.

Al fine di garantire un elevato grado di coerenza tra i modelli sviluppati e l'andamento reale del fenomeno di propagazione di difetti, nonché per facilitare la quantificazione dell'usura dello pneumatico, la fase finale del percorso di dottorato sarà dedicata al confronto tra i principali risultati teorico-numeriche ottenuti nella prima fase e le misure sperimentali opportunamente realizzate in stretta collaborazione con Pirelli durante il periodo di visita in azienda del dottorando.

BORSA N. 10 DRIMEG

D.M. 352/2022

Co-finanziata da: Punch Torino S.P.A

Tematica: “Challenges of renewable fuel combustion (hydrogen, ammonia and methanol): injection, turbulent combustion, and emissions”

RICERCA PROPOSTA:

a) Tema della ricerca e coerenza con la Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI) approvata dalla Commissione europea

Lo sfruttamento di nuovi combustibili rinnovabili (ammoniaca, metanolo e idrogeno) nei motori a combustione interna per settori come il trasporto pesante, quello navale e la produzione di energia, sarà decisivo per raggiungere il “Fit for 55” del Green Deal UE, nonché, in ambito nazionale, la Mission#2, Green Revolution e transizione ecologica, e il target M2C2: “Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità Sostenibile” del PNRR. La presente proposta di ricerca mira a fornire un contributo, attraverso attività di modellazione, allo sviluppo di motori a combustione interna innovativi in grado di sfruttare questi combustibili.

b) Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti

Modellazione CFD ad alta affidabilità del processo di iniezione, combustione turbolenta e formazione di inquinanti con alcuni dei nuovi combustibili rinnovabili (ammoniaca, metanolo, o idrogeno) nei motori a combustione interna.

c) Grado di innovazione della ricerca

Lo sviluppo di modelli di simulazione predittiva affidabili, in grado di catturare il comportamento peculiare dei nuovi combustibili rinnovabili (es. ammoniaca, metanolo, idrogeno) e dei sistemi di combustione innovativi, è essenziale per supportare la crescita di una nuova generazione di motori a combustione interna altamente innovativi.

d) Coerenza del tema di ricerca con l'ambito disciplinare del dottorato e con la composizione del Collegio dei docenti

Questa ricerca è in perfetta linea con il Dottorato di Ricerca in Ingegneria Meccanica e Gestionale che, nel suo collegio, vede diversi docenti del SSD ING-IND/08, nella cui declaratoria ricade lo studio dei motori a combustione interna.

e) Fattibilità tecnica della proposta e cronoprogramma di attuazione

Il dottorando si occuperà inizialmente dello stato dell'arte sui nuovi combustibili nei motori a combustione interna nonché di acquisire le competenze sulla simulazione fluidodinamica ad alto grado di affidabilità di tipo LES (5 mesi poliba - 1 mese CERFACS); svilupperà quindi modelli da validare in confronto con dati disponibili in letteratura che fungono da benchmark (4 mesi CERFACS+11 poliba); infine applicherà l'esperienza acquisita per lo studio di casi proposti dall'azienda (6 mesi PUNCH); l'ultimo periodo sarà dedicato alla stesura della tesi (6 mesi poliba).

Inoltre, nei primi due anni seguirà specifici corsi di formazione come richiesto dalla scuola di dottorato.

f) Sinergie rispetto all'eventuale successivo impiego dei dottori di ricerca

Tale progetto offrirà al dottorando la possibilità di sviluppare competenze multiple che vanno dalla comprensione degli aspetti cinetici e chimico-fisici delle reazioni, alla modellazione CFD ad alta affidabilità, dandogli ampi sbocchi occupazionali nel settore automotive in via di trasformazione.