

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

Allegato 2

DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA ELETTRICA E DELL'INFORMAZIONE

Codici identificativi di Progetto (CUP): D93C22000490001; D93C22000510001; D93D22001320001

SCHEDA DI DOTTORATO XXXVIII CICLO	
DIPARTIMENTO	Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione
COORDINATORE	Prof. Mario Carpentieri (mario.carpentieri@poliba.it)
POSTI A CONCORSO	25
	di cui
<i>Posti con borsa di studio Poliba</i>	3
<i>Posto con borsa di studio Poliba riservata a laureati in università estera</i>	1
<i>Posti con borsa di studio finanziata con fondi PNRR – ex DM 351/2022</i>	5
<u>Vedasi elenco tematiche di ricerca in coda</u>	<p>di cui:</p> <p>BORSA N.1 - Ambito: PNRR; Tematica: “Sistemi avanzati per la diagnostica e terapia di precisione nelle patologie dell’apparato visivo”;</p> <p>BORSA N. 2 - Ambito: PNRR; Tematica: “Progetto e realizzazione di un interferometro ottico integrato in tecnologia SOI”;</p> <p>BORSA N.3 - Ambito: Pubblica Amministrazione; Tematica: “Soluzioni intelligenti e innovative per la mobilità sostenibile di veicoli a guida autonoma”;</p> <p>BORSA N. 4 - Ambito: Pubblica Amministrazione; Tematica: “Design and evaluation of a novel Lawful Interception architecture and tools for Beyond 5G networks”;</p> <p>BORSA N. 5 - Ambito: Transizioni Digitali e Ambientali; Tematica: “Sviluppo di una piattaforma tecnologica di dispositivi a microonde e ottici per le telecomunicazioni del futuro”.</p>
<i>Posti con borsa di studio finanziata con fondi PNRR – ex DM 352/2022</i>	8
<u>Vedasi elenco tematiche di ricerca in coda</u>	<p>di cui:</p> <p>BORSA N. 6 - Co-finanziata da: Applica s.r.l.; Tematica: “Sviluppo di strategie di controllo avanzate basate sull’intelligenza artificiale per la robotica collaborativa),</p> <p>BORSA N. 7 - Co-finanziata da: Martur Italy s.r.l.; Tematica: “Sviluppi dell’intelligenza artificiale applicata al cae, metaverso per i processi produttivi dell’industria automobilistica e al machine learning”;</p> <p>BORSA N.8 - Co-finanziata da: Esoate s.p.a.; Tematica: “New generation digital gradient amplifier for MRI”;</p> <p>BORSA N.9 - Co-finanziata da: Metasensing s.r.l.; Tematica: “Real-Time Ship Detection on satellite SAR data”;</p>

	<p>BORSA N.10 - Co-finanziata da: Northrop Grumman Italia s.p.a.; Tematica: “Giroscopio interferometrico in fibra ottica per applicazioni cost-sensitive”;</p> <p>BORSA N.11 - Co-finanziata da: N.P.C. New Production Concept s.r.l.; Tematica: “Sviluppo di On-Board Computer ad alte prestazioni per piattaforme nanosatellitari”;</p> <p>BORSA N.12 - Co-finanziata da: Tesmec Rail s.r.l.; Tematica: “Reliable, intelligent, and green propulsion control of construction and maintenance railway vehicles”;</p> <p>BORSA N.13 – Co-finanziata da: Arol s.p.a.; Tematica: “Aland intelligent control for innovative closure and capping systems in food and beverage industry”.</p>
Posti con borsa finanziata da esterni	<p>2 di cui:</p> <p>Borsa finanziata da: Cortus s.r.l.; Tematica: “Studio e progetto di strutture integrate programmabili per il controllo dello stack di ricetrasmisione”;</p> <p>Borsa finanziata da: Rete Ferroviaria Italiana (RFI); Tematica: “Analisi, realizzazione e integrazione dei sottosistemi di bordo per Speed Monitoring and Odometry per ATO over ETCS e Bordo STM”.</p>
Posti senza borsa di studio	6
<p>TITOLO DI ACCESSO RICHIESTO Per l'accesso al Dottorato di ricerca in Ingegneria Elettrica e dell'Informazione 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. <p>(Denominare il file “01.CV”).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 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);

¹ L'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.

- 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 obbligatoriamente il modello predisposto dall'Ateneo, (disponibile al link <https://www.poliba.it/it/dottorati-di-ricerca>) specificando le seguenti informazioni:

- 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").

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

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>contenuto/argomento alla Commissione giudicatrice. In nessun caso la sintesi dell'argomento di tesi (abstract) sarà considerato elaborato di tesi.</p> <p><i>(Denominare il file "05.Tesi").</i></p> <p>➤ 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.</p> <p>Per la presentazione della proposta di ricerca è obbligatorio utilizzare il format predisposto (denominato "ALLEGATO B_FORMAT PROPOSTA DI RICERCA_DRIE1" presente al link https://www.poliba.it/sites/default/files/dottorati/allegato_b_format_proposta_di_ricerca_drie1.docx).</p> <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>
DOCUMENTAZIONE NON OBBLIGATORIA	<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. Tale documentazione dovrà essere in italiano o in inglese, ovvero tradotta in italiano o in inglese a cura e sotto la responsabilità del candidato. Nel caso di pubblicazioni voluminose non disponibili in formato elettronico o che eccedano i MB consentiti, il candidato potrà</p>

	<p>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>

	<p>➤ Eventuali pubblicazioni – non obbligatoria (<i>denominare il file "10.Pubblicazione 1"; etc.</i>).</p>
--	--

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. 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 13 settembre 2022; Mercoledì 14 settembre 2022.
<p>La Commissione dispone, per la valutazione dei titoli e per gli esami di ciascun candidato, di un totale di 100 punti (40 per i titoli e 60 per il colloquio).</p> <p>Una valutazione titoli con punteggio inferiore a 10 punti non darà accesso al colloquio.</p> <p>Il colloquio si intende superato con un punteggio minimo pari a 15.</p> <p>Il punteggio minimo totale per l' idoneità al concorso è quindi pari a 25.</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 DRIE

D.M. 351/2022

Ambito PNRR

Tematica: “Sistemi avanzati per la diagnostica e terapia di precisione nelle patologie dell’apparato visivo”

RICERCA PROPOSTA:

In Europa, malattie trasmissibili e non trasmissibili sono responsabili fino all'80% dei costi sanitari dell'UE. La maggioranza di questi costi sono utilizzati per il trattamento di malattie che in larga misura risultano prevenibili. Altro dato importante è che soltanto il 3% del budget sanitario europeo è attualmente speso per misure di prevenzione di patologie, sebbene vi sia un enorme potenziale nell’adotta re misure di prevenzione ottimali.

Per migliorare tale contesto, vi è un urgente bisogno di ricerca e innovazione in modo da sviluppare nuove misure di prevenzione, di diagnostica e di terapie di precisione, nonché migliorare le strategie di prevenzione già esistenti. Tale obiettivo non mira soltanto a migliorare il contesto sociale in cui il cittadino è inserito, ma permette di migliorare e rafforzare la sicurezza dei pazienti.

I dati sopra citati sono anche confermati dall’Organizzazione mondiale della sanità, che ha dichiarato che la sfida della medicina nel Terzo Millennio è rappresentata dal diritto alla vista, avendo stimato oltre 161 milioni di persone affette da patologie dell’apparato visivo. Anche l’Italia è in prima fila in questo progetto, avendo infatti istituito una Commissione nazionale per la prevenzione della cecità, una delle patologie che colpisce maggiormente la popolazione.

Un’attenta analisi dell’attuale assetto dell’assistenza per l’apparato visivo ha evidenziato la persistenza di importanti criticità riconducibili alla spiccata disomogeneità territoriale nella distribuzione dei posti letto e dei servizi ambulatoriali e alla frammentazione della casistica in molti punti d’offerta, con risposta non ottimale per alcune patologie di notevole rilevanza e complessità. Introdurre, quindi, un sistema in grado di monitorare lo stato di salute del paziente senza che esso sia ospedalizzato riduce tali criticità e al con tempo limita la spesa per le prestazioni mediche ai cittadini.

Ne consegue, quindi, un interesse crescente verso lo sviluppo di sistemi avanzati per la diagnosi preventiva e il trattamento di precisione di

patologie dell’apparato visivo.

L’attività di ricerca è basata sull’implementazione di tecnologie abilitanti per realizzare strumenti avanzati per la diagnosi precoce di malattie inerenti all’apparato visivo del paziente, finalizzate al trattamento di precisione tempestivo di tali patologie. In tale contesto la disponibilità di dati clinici e immagini ottenuti utilizzando telecamere ad alto frame rate nonché di strumenti di calcolo con elevata capacità computazionale consentirà di implementare algoritmi di elaborazione di immagini in grado di migliorare l’affidabilità e l’efficienza di algoritmi già presenti in letteratura per la diagnosi precoce di malattie dell’apparato visivo.

Oltre ad un impatto puramente scientifico, l'attività di ricerca avrà anche delle forti conseguenze sociali ed economiche. In fatti, tale attività ridurrà drasticamente la disparità sociale presente nel territorio sull'accesso alla sanità pubblica, eliminerà il problema della disomogeneità territoriale nell'offerta dei servizi ambulatoriali. Inoltre, tale attività di ricerca permetterà di minimizzare la spesa pubblica per le prestazioni mediche ai cittadini, con evidenti vantaggi anche dal punto di vista economico. L'integrazione di questi dispositivi avanzati per la diagnosi e prevenzione di patologie permetterà di creare una società Healt 5.0, in cui l'assistenza sanitaria è incentrata e personalizzata in funzione del paziente preso in esame, consentendo al cittadino di poter accedere equamente ai servizi sanitari offerti dal proprio Stato.

L'attività di ricerca proposta, dunque, concorrerà (in linea con le finalità del Cluster 1 di Horizon Europe 2021/2027) allo sviluppo di un nuovo profilo professionale in grado di fornire assistenza medica da remoto centralizzata e personalizzata in funzione del paziente in esame, favorendo l'interscambio tra lo sviluppo tecnologico e la ricerca in ambito medico e svolgendo al tempo stesso un ruolo chiave nella trasformazione digitale della società supportata dall'introduzione di sistemi avanzati biomedicali.

L'obiettivo del tema di ricerca è sviluppare e validare nuove tecnologie per la diagnosi precoce delle principali patologie riguardanti l'apparato visivo umano. Tale tema di ricerca risulta fortemente multidisciplinare: per realizzare infatti tale sistema avanzato di diagnosi è necessario utilizzare: competenze nella progettazione e caratterizzazione di sistemi di misura; competenze informatiche, dagli algoritmi di image processing utili per interpretare ed estrarre informazioni da esse all'utilizzo di reti neurali e machine learning per effettuare una classificazione delle diverse patologie identificate nell'apparato visivo umano; competenze elettroniche per lo sviluppo dell'hardware, dalla scelta dei parametri costruttivi della telecamera da utilizzare alla realizzazione fisica del prototipo di tale sistema avanzato; nonché competenze biomediche per la validazione clinica dei dati.

Il sistema proposto prevede l'utilizzo di sensori di immagini per fornire in output una successione di immagini relative all'apparato visivo del paziente preso in esame. Per la fase di validazione sarà necessario acquisire un certo numero di dati provenienti da pazienti con diverse patologie visive utilizzando il sistema prototipale. Applicando algoritmi di image processing su tale database sarà possibile elaborare i frame a disposizione per ogni paziente, permettendo di rilevare eventuali patologie dell'apparato visivo del paziente preso in esame. Raggiunto il primo obiettivo di identificazione delle patologie presenti nell'apparato visivo del paziente, sarà necessario utilizzare un algoritmo di machine learning per classificare le eventuali diverse patologie presenti.

Parte della ricerca potrà essere condotta in collaborazione con l'università e con strutture sanitarie del Maryland, sia per la raccolta di ulteriori dati clinici, sia per gli aspetti di validazione del sistema prototipale proposto mediante un confronto tra la cartella clinica del paziente e l'output del sistema diagnostico. Sarà inoltre possibile identificare la terapia di precisione in grado di attenuare, bloccare o eliminare del tutto la patologia visiva diagnosticata, e monitorare l'outcome della terapia. In letteratura sono menzionate diverse terapie innovative basate su tecnologia laser. In particolare, la terapia mediante laser nel vicino infrarosso (NIR), o terapia di fotobiomodulazione (PBMT), è ampiamente applicata in ambito sperimentale, a seguito dei significativi progressi avvenuti nei campi della fotobiologia e della bioenergetica, in cui è stata dimostrata l'utilità di tale terapia per il trattamento di patologie visive. Sono inoltre previste collaborazioni con l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) per lo sviluppo e prototipazione di biosensori per il monitoraggio di segnali biologici e parametri fisiologici dell'apparato visivo, e con l'azienda iVis Technologies s.r.l., azienda specializzata nella diagnosi delle patologie della cornea e nella chirurgia corneale.

BORSA N. 2 DRIE1

D.M. 351/2022

Ambito PNRR

Tematica: “Progetto e realizzazione di un interferometro ottico integrato in tecnologia SOI”

RICERCA PROPOSTA:

La spettroscopia è di importanza fondamentale in parecchie Scienze, dalla Fisica alla Chimica, dalla Medicina alla Biologia. Tuttavia, sono tuttora oggetto di ricerca gli spettrometri ottici integrati che siano contemporaneamente ad alta risoluzione, basso costo, basso consumo e a largo range spettrale. Tipicamente gli spettrometri volumetrici a trasformata di Fourier nell'infrarosso (Fourier Transform Infrared, FTIR) sono impiegati in laboratori dedicati. Comunque, la robustezza di questi sistemi è spesso compromessa dalla presenza di parti meccaniche in movimento che sono fragili, nonché da requisiti di allineamento ottico troppo stringenti. In questo contesto, l'integrazione fotonica on-chip offre una soluzione attrattiva e molto promettente per superare i limiti descritti, qualora una sorgente a larga banda sia usata in connessione con uno spettrometro integrato per elaborare otticamente l'assorbimento dipendente dalla lunghezza d'onda o la variazione d'indice di rifrazione nell'elemento sensibile del dispositivo. Inoltre, l'integrazione fotonica planare apre la possibilità di una forte riduzione dei costi per questi dispositivi integrati dovuta all'impiego di tecnologie di fabbricazione a semiconduttore standard (Silicio su isolante, SOI) e di larghissimo impiego per l'elettronica di consumo e le reti di sensori, p.e. nell'Internet of Things (IoT). Uno spettrometro ottico integrato darebbe la possibilità di rivelare le firme spettrali di sostanze (analiti) presenti in liquido (acqua o altro) o in aria, in base al loro spettro di assorbimento o di variazione d'indice, permettendo di realizzare un monitoraggio ad alte prestazioni e in tempo reale in applicazioni di sensoristica avanzata da impiegarsi nel monitoraggio ambientale o nel biomedicale. Una sorgente a larga banda può essere usata per illuminare il campione nell'intervallo di lunghezze d'onda dove ci si aspetta di trovare le firme spettrali dell'analita in modo che lo spettrometro possa distinguere le varie sostanze. Questo può essere realizzato con una cella di assorbimento ottico (in figura 1a), che interagisce con l'analita presente in soluzione. Per esempio, possiamo considerare un interferometro Mach-Zehnder, funzionalizzato appropriatamente sul ramo sensibile rispetto all'altro ramo di riferimento, che può operare come una regione di assorbimento o di variazione d'indice in un flusso microfluidico, usando una sorgente a larga banda e un dispositivo Arrayed Waveguide Grating (AWG) per il demultiplexing della luce con una schiera di fotodiodi (si veda figura 1b). Al fine di migliorare ulteriormente le prestazioni del dispositivo allo scopo di rivelare analiti in tracce, è possibile aggiungere un risonatore ad anello in cascata con l'interferometro per realizzare il cosiddetto effetto Verniero, migliorando il limite di rivelazione (LOD) di almeno 2-3 ordini di grandezza rispetto alla configurazione originaria senza Verniero.

Figura 1 – a) Layout on-chip; b) interferometro Mach-Zehnder con AWG.

Una figura di merito notevole per uno spettrometro ottico integrato è data dal massimo range spettrale di scansione, che insieme alla risoluzione caratterizza il dispositivo. In generale è richiesto un largo range spettrale per la rivelazione simultanea di differenti caratteristiche spettrali dei vari analiti presenti nella cella

di assorbimento. Ma, allo stesso tempo, è richiesta alta risoluzione al fine di essere in grado di distinguere firme spettrali molto strette dovute ad analiti diversi nello stesso ambiente inquinato.

Allo stato dell'arte, tipicamente è necessario operare un compromesso tra risoluzione e range spettrale nel progetto degli spettrometri ottici integrati. Il fattore limitante è dato dalla scalabilità dello spettrometro. Per esempio, gli AWG sono componenti dispersivi in lunghezza d'onda ben noti e ampiamente usati per realizzare gli spettrometri. Tuttavia, per ottenere simultaneamente largo range spettrale e alta risoluzione con gli AWG, sarebbe necessario aumentare il numero dei fotorivelatori necessari nella schiera finale, cosa possibile fino ai limiti fisici di effettiva integrabilità. Altre soluzioni utili per ottenere alta risoluzione e largo range spettrale possono essere basate sulla combinazione di AWG con risonatori ad anello accordabili al fine di sfruttare simultaneamente l'alta risoluzione permessa dai risonatori con il largo range spettrale degli AWG. Un altro approccio molto elegante farebbe uso di un interferometro di Michelson a reticolo con cammini multipli, in cui il percorso della luce è variato controllando lo shift indotto termo-otticamente (TO) nei modulatori TO presenti nell'architettura di figura 2. Tale implementazione dello spettrometro si presterebbe molto bene alla ricostruzione spettrale di un segnale incognito mediante ricombinazione degli spettrogrammi generati dal dispositivo. Le applicazioni riguardano per esempio l'equalizzazione automatica di segnale in sofisticate reti ottiche di telecomunicazione.

L'implementazione finale del dispositivo che sarà studiato, fabbricato e caratterizzato durante il Corso di Dottorato farà pertanto uso di una sorgente a larga banda per illuminare dall'esterno il chip dello spettrometro, una zona sensibile che potrà essere funzionalizzata per rivelare specifici analiti, e una regione di fotorivelazione basata su una schiera di fotorivelatori o su un singolo fotorivelatore, a seconda della soluzione finale scelta. La fabbricazione dello spettrometro integrato sarà realizzata in collaborazione con l'Optoelectronics Research Centre (ORC) dell'University of Southampton (UK), centro di ricerca di fama mondiale e all'avanguardia nel campo della Fotonica del IV gruppo, dove il dottorando si recherà (per un periodo complessivo di almeno 12 mesi) per curare la parte fabbricativa e quella di caratterizzazione ottica ed elettrica del dispositivo. Il Corso di dottorato si concluderà con la dimostrazione sperimentale, a livello di principio di funzionamento, dello spettrometro integrato scelto, del tipo di figura 1b o del tipo di figura 2, in tecnologia standard Silicon-on-Insulator (SOI).

Figura 2 – Schema di principio di spettrometro ottico integrato basato su interferometro di Michelson.

Sinteticamente, l'attività del dottorando sarà implementata come segue:

- 1) Studio dello stato dell'arte degli spettrometri ottici integrati
- 2) Progetto dell'architettura scelta e definizione del layout
- 3) Primo run di fabbricazione in tecnologia SOI presso ORC (3 mesi)
- 4) Caratterizzazione ottica ed elettrica presso ORC (3 mesi)
- 5) Confronto tra previsioni teoriche e risultati sperimentali
- 6) Aggiustamento dei parametri di progetto e layout per il secondo run di fabbricazione
- 7) Secondo run di fabbricazione presso ORC (3 mesi)
- 8) Caratterizzazione ottica ed elettrica presso ORC (3 mesi)

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- 1) Soref, R.; De Leonardis, F.; Passaro, V. Scanning Spectrometer-on-a-Chip Using Thermo-Optical Spike-Filters or Vernier-Comb Filters. *Journal of Lightwave Technology* 2019, 37, 3192-3200, doi: 10.1109/JLT.2019.2912725.

2) Soref, R.; De Leonardis, F.; Passaro, V.; Fainman, Y. On-Chip Digital Fourier-Transform Spectrometer Using a Thermo-Optical Michelson Grating Interferometer. *Journal of Lightwave Technology* 2018, 36, 5160-5167, doi: 10.1109/JLT.2018.2867241.

BORSA N. 3 DRIEI
D.M. 351/2022
Ambito: Pubblica Amministrazione
Tematica: “Soluzioni intelligenti e innovative per la mobilità sostenibile di veicoli a guida autonoma”

RICERCA PROPOSTA:

L'obiettivo del progetto di percorso dottorale è quello di studiare, sviluppare e testare soluzioni intelligenti e innovative per la mobilità cooperativa, connessa e automatizzata (CCAM), basate sull'intelligenza artificiale, in particolare su machine learning e deep reinforcement learning.

La ricerca si inquadra nella visione del programma quadro Horizon Europe 2021-2027 che illustra le priorità di ricerca per sostenere una ripresa sostenibile, accelerando ulteriormente la doppia transizione verde e digitale e del **PNRR che intende implementare la missione strategica della transizione digitale**. Nel settore della mobilità un'importanza fondamentale è data alla **digitalizzazione dei trasporti concentrandosi in particolare sulla mobilità automatizzata**.

Il tema della ricerca è conforme con la SNSI poiché si svolge nell'ambito dell'area tematica *Agenda Digitale, Smart Communities, Sistemi di mobilità intelligente* e utilizzerà soluzioni basate sulle tecnologie dell'Informazione e della comunicazione, come Servizi Connessi e Cooperativi, Intelligenza Artificiale e Big Data che consentono di connettere utenti, veicoli e infrastrutture in modo intelligente, efficiente, sicuro e sostenibile. Inoltre, le architetture di **Machine Learning e Deep Reinforcement Learning** insieme alle **tecniche di ottimizzazione** saranno utilizzate per svolgere le attività di ricerca in alcuni delle aree tematiche del CCAM, come pianificazione del movimento, localizzazione dei veicoli, rilevamento dei pedoni, rilevamento dei segnali stradali, rilevamento della segnaletica orizzontale, parcheggio automatizzato, sicurezza informatica dei veicoli e diagnosi dei guasti.

Inoltre, la ricerca si inquadra nel Cluster 4 del PNR Digitale, Industria e Aerospazio perseguendo i seguenti obiettivi:

OB4: Consolidare e potenziare le tecnologie digitali ed emergenti affidabili. Infatti, valorizzerà le competenze e le eccellenze scientifiche e tecnologiche nel settore chiave della mobilità con l'impiego di soluzioni di intelligenza artificiale.

OB7: Rafforzare l'ecosistema industria-ricerca e il trasferimento tecnologico. Il progetto rafforzerà l'innovazione e l'interscambio tra la ricerca ed il mondo industriale tramite la stretta collaborazione con centri di ricerca e aziende coinvolte nel progetto Horizon Europe IN2CCAM (inizio 1° novembre 2022- fine 31 ottobre 2025) coordinato dal Politecnico di Bari in ambito CCAM.

I conseguenti **impatti** saranno:

IMP6: Definizione di una società inclusiva nell'uso delle tecnologie per l'individuo e per lo sviluppo dell'economia, ottimizzandone l'impiego e minimizzandone i rischi.

IMP8: Miglioramento delle relazioni industria-università e creazione di un circolo virtuoso di trasferimento di competenze.

Infine, la ricerca ricade nel programma Horizon Europe e Green Deal e in particolare nella priorità Industry and Green Deal, An industrial strategy for a competitive, green, digital Europe, in cui la visione generale è quella di un'Europa che progetta e sviluppa tecnologie competitive e affidabili per l'industria e la mobilità, basate in particolare sull'intelligenza artificiale e la transizione digitale.

In particolare, saranno perseguiti i seguenti obiettivi:

- **Obiettivo 1:** Determinare i concetti di gestione del traffico nell'ecosistema CCAM al fine di ottimizzare la mobilità di persone. A tal fine si terrà conto dei bisogni e delle esigenze sociali e individuali (considerando anche età, genere, livello sociale e disabilità) al fine di garantire sicurezza, sostenibilità e inclusività. L'obiettivo principale sarà identificare e concordare una serie minima di adattamenti necessari sul lato infrastrutturale per supportare CCAM nel traffico misto.
- **Obiettivo 2:** Progettare, realizzare e testare le interfacce intermodali infrastrutturali fisiche e digitali tra le piattaforme dell'ecosistema CCAM per la gestione della flotta e del traffico anche implementando servizi per l'interoperabilità nei sistemi di trasporto multimodali.
- **Obiettivo 3:** progettare, implementare e testare modelli avanzati di simulazione e digital twin al fine di valutare nuove strategie di gestione del traffico per CCAM.
- **Obiettivo 4:** Progettare strategie adattive di ottimizzazione del traffico e bilanciamento dei flussi basate sull'intensità del traffico in tempo reale, sulla previsione delle situazioni di traffico nell'immediato futuro e sull'adeguamento dei tempi verdi in linea con il volume di traffico in tempo reale, coinvolgendo anche gli utenti in tempo reale.

La ricerca sarà composta dalle seguenti fasi:

Fase 1. Nella prima fase sarà effettuata **un'analisi dello stato dell'arte** sulle tecniche di intelligenza artificiale e deep reinforcement learning (DRL) utilizzabili nell'ambito della CCAM. Inoltre, si studieranno le tecniche di Artificial Neural Network (ANN) per la realizzazione delle strategie di identificazione e diagnosi dei guasti. Per la realizzazione delle soluzioni si studieranno **tecniche di ottimizzazione basate su protocolli di consenso implementabili in tempo reale**.

Fase 2. Nella seconda fase, gli studi effettuati nella prima fase sull'intelligenza artificiale saranno utilizzati per proporre soluzioni innovative per le scelte ottimizzate di percorsi urbani per bilanciare il traffico e diminuire la congestione. **Saranno applicate tecniche di ottimizzate per il rilevamento dei pedoni e dei segnali stradali e saranno studiati algoritmi di consenso veicolo -veicolo e veicolo-infrastruttura** per il controllo e la gestione dei veicoli agli incroci, utilizzando eventuali tecniche di platooning.

Fase 3 Nella terza fase di **analisi e validazione** (svolta anche all'estero ed in azienda) sarà predisposto un framework per la valutazione di impatto, basato su KPI per misurare le prestazioni delle soluzioni e il loro impatto sull'ecosistema CCAM. Verranno proposti metodi e specifici ambienti di prova che includono uno strumento di simulazione CCAM per testare l'interoperabilità della comunicazione end-to-end. Inoltre, verrà simulata l'analisi delle condizioni del traffico reale utilizzando modelli e strumenti di simulazione avanzati e dati del mondo reale per prevedere l'applicabilità delle tecniche proposte in sistemi di traffico in larga scala. Si potranno prevedere test di prova anche in ottiche di living lab con la cooperazione dei centri di ricerca e aziende coinvolte nel progetto IN2CCAM.

Fase 4 Questa fase di **pubblicazione dei risultati** sarà in temporalmente in contemporanea con le altre

con pubblicazioni sia a conferenze internazionali (IEEE SMC, IEEE CDC, IEEE CASE, IEEE ICRA, Conferenze IFAC) che su riviste internazionali del settore (IEEE Trans. on Automatic Control, IEEE Trans. on Automation Science and Engineering, Control Engineering in Practice, IEEE Trans. on Control System Technology).

Gli strumenti per misurare i risultati attesi si baseranno essenzialmente sulla valutazione in due ambiti:

- 1. Misura dei risultati dell'attività di ricerca.** In questo ambito saranno da valutare gli indicatori bibliometrici con il numero di pubblicazioni su atti di Conferenze internazionali e nazionali, il numero di pubblicazioni su riviste internazionali, il numero di presentazioni effettuate dal dottorando alle conferenze, l'eventuale numero di citazioni, i premi e riconoscimenti ricevuti. Tali indicatori saranno in coerenza con gli indicatori previsti dal REACT EU come indici di ripresa intellettuale e scientifica finalizzata alla ripresa resiliente dell'economia.
- 2. Valutazione delle prestazioni in ambiente simulato e di test reali**

BORSA N. 4 DRIE1

D.M. 351/2022

Ambito Pubblica Amministrazione

Tematica: “Design and evaluation of a novel Lawful Interception architecture and tools for Beyond 5G networks”

RICERCA PROPOSTA

The context

In the EU, over 80% of criminal networks are involved in cybercrime, illegal drugs trade, illegal firearms and explosives trade, environmental crime, fraud and scams, counterfeiting, crimes against people, etc. During 2020, 57 terrorist attacks were handled in EU member states, in which 21 people were killed, and about 450 arrests were executed because of suspicion of terrorism-related offense [ES21]. To prevent, detect, and investigate these criminal and terrorist offences Law Enforcement Authorities (LEAs) daily exploit Lawful Interception (LI) techniques and methodologies. At the same time, the massive diffusion of new and emerging technologies (mainly 5G and Beyond communication systems and end-to-end security) is rapidly weakening the effectiveness of conventional approaches, thus posing challenging questions to address alongside computer science, technology, standardization, and regulation domains (interdisciplinary issue!). This is fully confirmed by a recent Europol report [EU19a], which highlighted the main drawbacks introduced by 5G and Beyond communication systems: (i) encryption of the IMSI makes current IMSI catchers obsolete, (ii) network slicing brings to data fragmentation, impossible to capture with 3GPP and ETSI standardized approaches, (iii) Multi-access Edge Computing (MEC) makes conventional LI architectures, working in the operator’s core network, ineffective, (iv) application-level or TLS-based security protocols, commonly used to protect end-to-end communications, require the usage of disruptive mechanisms able to manage encrypted traffic. All these research challenges are of interest of many PNRR initiatives, as indicated by “Linee guida per le iniziative della missione 4 – componente 2” and its descriptions of “Cybersecurity” and “Telecomunicazioni del Futuro” topics to be covered by “Partenariati Estesi” initiatives.

[ES21] European Commission - Eurostat, Recorded offences by offence category - Police data, 2021.

[EU19a] Council of the European Union, EUROPOL, ‘Position paper on 5G’, April 2019.

Objectives and methodology

Considering these challenges, the Ph.D. student will address an important research activity willing to achieve the following main objectives.

1. Define a new LI architecture for 5G and Beyond communication systems.

The research program will focus the attention on a heterogeneous and cross-border 5G and Beyond communication system, where multiple networks are deployed and controlled by different infrastructure providers. Each infrastructure provider exposes its resources to various service providers. The infrastructure provider has the control of its own resources, via Software-Defined Networking (SDN) facilities. The service

provider, however, can manage the (virtual) resources shared by the infrastructure providers for offering their vertical services, according to the network slice and MEC paradigms. In such a complex ecosystem, end users can attach to the network via heterogeneous access technologies and enjoy heterogeneous services offered by multiple virtual service providers concurrently exploiting the underlying infrastructure, thereby setting-up a multi-tenant, multi-domain and heterogeneous 5G and Beyond communication system. Thus, users can generate and/or receive - potentially at the same time! - data streams, delivered across multiple network slices expanded end-to-end between cellular and non-cellular networks, and directed to/ended by MEC entities, remote clouds, or any other remote server/user. Here, the Ph.D. student will define a new LI architecture operating in a complex infrastructure where several virtual service providers offer, across borders and organizations, advanced services through MEC and network slice paradigms. Indeed, advanced management functions (like the dynamic orchestration of POIs) and interception mechanisms will be designed and developed to intercept data from both edge and high-speed core networks.

2. Provide new effective methodologies and tools for traffic and data analytics.

To cope with end-to-end encrypted traffic flows, the Ph.D. student will conceive and develop a set of traffic and data analytics tools able to process, also in real-time, the heterogeneous intercepted data, collected by operator-assisted or stand-alone methodologies. These tools will have the major objective to extract knowledge (e.g., network activity, service type, user behaviour) from collected heterogeneous data through AI-based algorithms and fundamental further chances to detect and investigate criminal and terrorist offences. In general, traffic and service classification on encrypted data will be performed by using one or more of the recent powerful AI-based methodologies, like Sparse Auto Encoder, Long Short-Term Memory, 1D and 2D Convolutional Neural Networks, or hybrid approaches. To cope with data fragmentation introduced by the network slice and MEC paradigms, and security concerns related to the access to sensitive retained data within the heterogeneous 5G and Beyond communication systems, the Ph.D. student will also explore solutions based on distributed learning, such as Federated Learning.

Work organization and usage of solid scientific instruments

The activities of the Ph.D. student will be planned throughout 5 partially overlapped phases (for each phase is reported starting/ending Month):

- 1) Analysis of requirements, reconnaissance of pilot experiences and review the scientific state of the art (M1-M6),
- 2) Characterization of Beyond 5G and Lawful Interception technologies (M4-M12),
- 3) Design of novel methodologies and innovative Lawful Interception architectures and techniques (M9-M30),
- 4) Performance analysis (through hybrid, open source, and event-driven simulators and testbeds, based also on analytical models) and refinement of proposed solutions (M12-M33),
- 5) Dissemination of outcomes (M7-M36).

During these phases, the Ph.D. student will use the major scientific equipment (or sets of instruments), archives or scientific data, and computing and software systems available at the DEI department (mainly, Telematics Laboratory) of Polytechnic University of Bari. These includes world-renowned scientific software such as Matlab, digital libraries such as IEEEExplore, and high-performance computing workstations.

Interdisciplinary approach and collaborations

The overall research program will explicitly require an interdisciplinary approach and competencies (spanning among networking, security, safety, ethical, and legal). Indeed, it will surely promote the definition and/or the consolidation of national and international collaborations with other research institutions. To this end, it is important to highlight that Prof. Piro is currently involved in several national (UNIROMA2, UNIGE, TIM, VODAFONE) and international collaborations (CTTC, HKBU, WINGS, TELEFONICA) connected to the topic of interest of this proposal.

Dissemination activities and impact

To give visibility of the main architectural and scientific achievements (including research vision, the general architecture, and solutions and techniques for interception of offenses, crimes, and attacks), the Ph.D. student will consider the following academic venues: international conference, such as IEEE ICC, GLOBECOM, INFOCOM, PIMRC (KPI: > 1 per year), high-profile journals, such as IEEE TNSM, Elsevier Computer Networks, IEEE/ACM TON, IEEE TWC, Elsevier Ad-Hoc journals, IEEE COMLET and IEEE WCL (KPI: about 2 for the 3 years), iii) publications in magazines targeting multidisciplinary discussions, such as IEEE Communications Magazine; IEEE Wireless Communications Magazine (KPI: 1 during the overall period).

When possible, scientific works will be published via Open Access. Or shared in pre-print versions through academic websites. Produced datasets will be shared according to the Findable, Accessible, Interoperable, Reusable (FAIR) principle, by using for example

Zenodo or IEEE dataport.

At the same time, research activities of the Ph.D. student will produce several contributions alongside the following items.

1. Scientific contribution. In line with EU expectations on that topic, as well as PNRR objectives, the Ph.D. student will develop novel tools for Lawful Interception activities that go beyond the current state of the art.
2. Technological and economic contributions: Obtained results will be presented to national and international stakeholders (also by sustaining deep collaboration with the industry and, if possible, to Police Authorities), thus increasing their interest to invest in hard development activities and obtain a faster time to market.
3. Societal contribution. Without any doubts, the scientific, technological, and economic impacts will guarantee the birth of new approaches to safeguard the civil rights of EU Citizens and reinforce the whole-of-society approach to security, needed to guarantee the respect of fundamental rights of the society.

BORSA N. 5 DRIEI

D.M. 351/2022

Ambito Transizioni digitali e ambientali

Tematica: “Sviluppo di una piattaforma tecnologica di dispositivi a microonde e ottici per le telecomunicazioni del futuro”

RICERCA PROPOSTA

Obiettivo del progetto

Il progetto ha l'obiettivo di sviluppare un esempio di una piattaforma tecnologica costituita da innovativi dispositivi ottici e a microonde per le comunicazioni del futuro, con particolare attenzione alle tecniche WDM nel medio infrarosso (Mid-IR) e ai dispositivi a microonde, ad onde millimetriche e sub-terahertz. I nuovi dispositivi ottici nel Mid-IR, basati su vetri innovativi, quali fluoridrici, fluorindati e calcogenuri, drogati con terre rare, potranno consentire comunicazioni nella finestra 3-5 μm , con l'obiettivo finale di individuare una soluzione da integrare con le antenne ad onde millimetriche. Le antenne innovative, per applicazioni Massive Multiple-Input-Multiple-Output (MIMO), beam-forming e beam-steering, potranno essere progettate tramite software professionali e costruite e caratterizzate grazie alle attrezzature presenti nel laboratorio Microwave and Optical Engineering (MOE) di Bari e presso il Centro Interdipartimentale "Magna Grecia" di Taranto.

La tematica rientra pienamente negli obiettivi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), soprattutto per l'ambito delle telecomunicazioni del futuro aprendo la strada ad applicazioni nell'ambito delle comunicazioni, sensoristica ambientale e biomedica, Internet of Things (IoT)

Sintesi del progetto di ricerca

Le telecomunicazioni del futuro sono un tema di grande interesse, votato all'aumento della velocità di trasmissione, per poter assicurare l'utilizzo di servizi multimediali ad una utenza crescente. L'Internet of Things (IoT) prevede la comunicazione fra dispositivi diversi, consentendo il telerilevamento in diversi ambiti (ambientale, biomedico, industriale) e il loro controllo remoto. Questa connessione Machine-to-Machine (M2M) necessita di alti bit-rate, assicurati tramite trasmissione in fibra ottica e molto spesso, nella parte terminale del canale di comunicazione, tramite link in propagazione libera (wireless). Inoltre, la tecnologia in fibra ottica consente non solo la trasmissione dei dati ma anche la realizzazione di sensori integrati nella rete. Ad esempio, efficienti sensori di monitoraggio ambientale e di processi industriali possono essere realizzati in fibra ottica passiva o drogata con terre rare nella finestra 3-5 μm , nella quale molte molecole mostrano un assorbimento della radiazione infrarossa fornendo la loro firma spettrale. Queste lunghezze d'onda sono raggiungibili tramite l'impiego di nuovi vetri, come i fluorindati, che hanno il vantaggio di basse perdite, bassa energia fononica e possibilità di alti livelli di drogante.

Accanto a questa attività, il progetto e la realizzazione di antenne ad alta frequenza, nella banda delle onde millimetriche e sub-terahertz, consentiranno di realizzare sistemi di trasmissione ad alta velocità (beyond 5G/6G). Il progetto e la realizzazione di componenti a frequenze fra i 60 e i 300 GHz è una sfida che promette numerosi vantaggi:

- 1) la miniaturizzazione dei dispositivi consente un altissimo grado di integrazione anche con la stessa rete di comunicazione, ma necessita di alta precisione di fabbricazione. Questa necessità può essere assolta con l'uso di macchinari di prototipazione laser ad alta precisione in aggiunta alle tecniche di manifattura additiva (stampa 3D);
- 2) l'alimentazione di antenne sub-terahertz necessita di conversione elettro-ottica, che può essere superata adottando soluzioni di Microwave Photonics;
- 3) il progetto in tecnologia planare convenzionale introduce perdite, limitazioni in potenza e basse efficienze, che possono essere ovviate progettando opportunamente antenne in tecnologia Substrate Integrated Waveguide (SIW) con substrato parzialmente svuotato, riducendo le perdite dielettriche, aumentando l'efficienza di radiazione e fornendo una soluzione a basso costo rispetto alle antenne metalliche di tipo bulk.

L'obiettivo dell'attività di ricerca è progettare alcuni dispositivi innovativi ottici (ad esempio da individuare tra amplificatori, sensori, sorgenti a larga banda e laser in fibra ottica) e ad onde millimetriche (come antenne e filtri), tramite l'impiego di software professionali (es. CST Microwave Studio, COMSOL Multiphysics, Ansys HFSS), con l'intenzione di fornire una proof of concept (PoC) di integrazione delle due famiglie, in vista della vasta gamma di applicazioni IoT e 6G.

Le attività possono essere riassunte nei seguenti punti:

- 1) Studio dello stato dell'arte dei dispositivi ottici nel medio infrarosso, basati su vetri innovativi (I anno);
- 2) Studio dello stato dell'arte dell'antenne ad onde millimetriche e sub-terahertz (I anno);
- 3) Progetto e ottimizzazione dei dispositivi in oggetto con software professionale (II anno);
- 4) Realizzazione e validazione sperimentale dei dispositivi presso i laboratori del Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione (DEI) e del Centro Interdipartimentale "Magna Grecia" di Taranto (II-III anno).

Modalità di svolgimento dell'attività di ricerca

L'attività svolta nel corso del progetto di ricerca potrà essere supportata dalle competenze già in possesso del gruppo di ricerca MOE, coordinato dal prof. Francesco Prudeniano, e dalle collaborazioni con Università, aziende ed Enti di Ricerca italiani e stranieri. In particolare:

- 1) Politecnico di Milano (Prof. Gianluca Galzerano);
- 2) Politecnico di Torino (Prof. Guido Perrone, Prof. Stefano Taccheo);
- 3) Université de Rennes 1 (Proff. J. Troles, V. Nazabal);
- 4) Institut d'Electronique et des Technologies de numéRique (IETR) (prof. Mauro Ettore);

- 5) CNR-IFN gruppo CSMFO di Trento (Dr. Alessandro Chiasera);
- 6) ISL Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis (Dr. Stefano Bigotta)
- 7) Le Verre Fluoré (Dr. Solenn Cozic, Dr. Samuel Poulain)
- 8) University of Southampton (Dr. Christopher Holmes)

A queste collaborazioni già avviate, potranno aggiungersi ulteriori partnership.

La costruzione dei dispositivi a microonde e onde millimetriche potrà avvenire presso i laboratori DEI di Bari e del Centro Interdipartimentale "Magna Grecia" di Taranto, tramite l'uso di macchinari per la prototipazione laser. Oltre alla costruzione, sarà possibile caratterizzare i dispositivi, tramite l'analizzatore di reti (VNA) e la camera anecoica. I dispositivi ottici, invece, potranno essere realizzati tramite la splicer Vytran.

BORSA N. 6 DRIEI
D.M. 352/2022
Co-finanziata da: Applica s.r.l.
**Tematica: “Sviluppo di strategie di controllo avanzate basate
sull'intelligenza artificiale per la robotica collaborativa”**

RICERCA PROPOSTA

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

L'obiettivo del progetto di percorso dottorale è quello di studiare, sviluppare e testare strategie di controllo avanzate basate sull'intelligenza artificiale per applicazioni nella robotica collaborativa. In particolare, l'obiettivo sarà la progettazione e realizzazione prototipale di un sistema robotico in grado di riprodurre movimenti di precisione, ad esempio quelli che compongono un particolare tipo di cucitura sartoriale.

Il tema della ricerca è conforme con la SNSI poiché si svolge nell'ambito dell'area tematica SNSI *Industria intelligente e sostenibile, energia e ambiente* e in particolare all'interno delle traiettorie di sviluppo *“Processi produttivi innovativi ad alta efficienza e per la sostenibilità industriale”*. Infatti, la ricerca utilizzerà, per la messa a punto delle tecniche di controllo e diagnostica, le strategie dell'intelligenza artificiale e del *deep reinforcement learning* basate su tecnologie abilitanti tipiche di Industria 4.0, come cloud computation, simulazione e ottimizzazione, solo per citarne alcune.

Inoltre, la ricerca si inquadra nel Cluster 4 del PNR *Digitale, Industria e Aerospazio* perseguendo i seguenti obiettivi:

OB4: Consolidare e potenziare le tecnologie digitali ed emergenti affidabili.

OB7: Rafforzare l'ecosistema industria-ricerca e il trasferimento tecnologico.

I conseguenti impatti saranno: **IMP6:** Definizione di una società inclusiva nell'uso delle tecnologie per l'individuo e per lo sviluppo dell'economia.

IMP8: Miglioramento delle relazioni industria-università e creazione di un circolo virtuoso di trasferimento di competenze.

b) Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti

Il progetto studierà e implementerà tecnologie di intelligenza artificiale e di *deep reinforcement learning* e machine learning applicate alla robotica collaborativa. A tale scopo saranno utilizzati tecniche di simulazione per valutare e testare le procedure proposte. Al termine del progetto sarà costruito un prototipo di robot collaborativo capace di compiere movimenti di precisione.

c) Grado di innovazione della ricerca

Il progetto proposto crea un alto valore aggiunto in termini scientifici in quanto svilupperà tecnologie dell'intelligenza artificiale e del *deep reinforcement learning* utilizzabili in diversi settori industriali. Dal punto di vista sociale determina una nuova cultura con la valorizzazione del capitale

umano determinando lo sviluppo di profili professionali basati sulla digitalizzazione dei processi industriali in una prospettiva di Industria 4.0.

BORSA N. 7 DRIEI

D.M. 352/2022

Co-finanziata da: Martur Italy s.r.l.

Tematica: “Sviluppi dell’intelligenza artificiale applicata al cae, metaverso per i processi produttivi dell’industria automobilistica e al machine learning”

RICERCA PROPOSTA:

L’intelligenza artificiale applicata al mondo manifatturiero rappresenta per le aziende di produzione una grande opportunità per ridurre i costi operativi, migliorare la produttività e creare applicazioni intelligenti a supporto del processo produttivo. Il mercato europeo su questo tema sembra essere un passo avanti e anche l’Italia sta emergendo grazie al boom della Industry 4.0 e Digital Transformation. In questo panorama si inserisce questa proposta di ricerca.

L’ obiettivo di lungo termine del lavoro svolto dal candidato mira a dotare l’impresa di un assetto organizzativo e di processo in grado di introdurre in maniera rapida e continua le nuove tecnologie a supporto dell’innovazione dei processi che sorreggono l’industria manifatturiera. I sistemi di produzione, assemblaggio e distribuzione producono da sempre enormi quantità di dati ed oggi, grazie a sistemi intelligenti di elaborazione e di analisi, possono essere utilizzati in modo produttivo, lungo tutta la catena del valore ed assumendo un ruolo di guida sempre più determinante nei sistemi decisionali dell’impresa.

La proposta mira ad effettuare un’integrazione tra le nuove frontiere dell’intelligenza artificiale nella creazione di modelli di ottimizzazione in ottica predittiva e vari comparti di ricerca e sviluppo attivi nell’azienda stessa quale il calcolo strutturale, la progettazione e nell’ambito del miglioramento dei processi tecnologici.

Il candidato, con il supporto delle competenze del collegio dei docenti del dottorato DRIEI, sarà quindi dotato di possibilità di sviluppo trasversale dei temi dell’Intelligenza Artificiale spaziando da tematiche legate alla Business Intelligence per il miglioramento delle performance aziendale a tematiche di ricerca legate all’ambito delle analisi computazionale (legata o meno all’ ambito del calcolo strutturale).

Per quanto concerne l’ambito delle analisi computazionali è possibile affermare che esso si inquadra in un più ampio processo di innovazione aziendale che include la modellazione di tutti i processi produttivi e la caratterizzazione dei materiali di interesse.

L’interdisciplinarietà e la fattibilità tecnica della proposta di ricerca si può rintracciare nella disponibilità di strutture e laboratori del Politecnico di Bari nelle quali il candidato dovrà condurre attività sperimentali.

Tale onere è fortemente legato alla proposta in quanto la creazione del data-set è un processo di fondamentale importanza nella creazione di qualsiasi modello di intelligenza artificiale. Il percorso proposto prevedrà dunque una prima fase (6-8 mesi) dedicata allo studio della letteratura scientifica inerente al tema della ricerca e alla formazione del candidato, una seconda fase (15-18 mesi) dedicata allo sviluppo ed

implementazione delle soluzioni innovative proposte ed un'ultima fase di validazione, test e presentazione dei risultati delle attività. Le attività del candidato saranno inquadrare nell'ambito della collaborazione tra MARTUR FOMPAK INTERNATIONAL ed il Politecnico di Bari già avviata con il progetto di ricerca e sviluppo "MECCANISMI INNOVATIVI PER SEDILI AUTO AD ELEVATA SICUREZZA E CONFORT" e con la costituzione di un laboratorio pubblico-privato "Research and Development Center" presso la sede di Bari-Japigia del Politecnico di Bari.

BORSA N.8 DRIE1
D.M. 352/2022
Co-finanziata da: Esoate s.p.a.
Tematica: “New generation digital gradient amplifier for MRI”

RICERCA PROPOSTA:

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

La ricerca proposta rientra nella macro-tematica dell'elettronica biomedica. Tale tematica è coerente con le linee tecnologiche delineate nella SNSI, in quanto essa si inserisce a pieno titolo nell'area tematica nazionale “Salute, alimentazione, qualità della vita”, con specifico riferimento alla traiettoria nazionale “E-health, diagnostica avanzata, medical devices e mini invasività”.

b) Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti

Il progetto punta a sviluppare un nuovo concetto di gradient amplifier (GRA) per apparecchiature di risonanza magnetica attraverso la dimostrazione fino a TRL5 di una board che sia in grado di regolare con grande accuratezza la corrente d'uscita del GRA. La board includerà una Field Programmable Gate Array (FPGA) che implementerà un regolatore PID (Proporzionale-Integrale-Derivativo).

I risultati di questo progetto potranno essere implementati direttamente all'interno delle nuove apparecchiature di risonanza magnetica che Esoate sta sviluppando.

c) Grado di innovazione della ricerca proposta per il settore di intervento

Il GRA è uno dei sottosistemi elettronici chiave di una apparecchiatura di Risonanza Magnetica. In particolare, è il modulo di potenza che fornisce la corrente alle bobine di gradiente, situate all'interno della cavità del magnete, responsabili della generazione dei campi magnetici variabili all'interno del volume di imaging dell'apparecchiatura. Le caratteristiche funzionali del GRA condizionano significativamente le performance dell'apparecchiatura. Attualmente il GRA è molto ingombrante e fa tipicamente uso di regolatori analogici molto complessi che impiegano numerosi componenti passivi. L'ambizioso obiettivo del progetto è l'implementazione del regolatore tramite FPGA, con conseguenti vantaggi in termini di ingombro e affidabilità.

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

La tematica di ricerca è coerente con quelle del SSD ING-INF/01 “Elettronica”, visto che include aspetti di elettronica digitale, analogica e biomedica. Lo scenario applicativo della ricerca è legato alle apparecchiature avanzate di imaging biomedico. Per queste ragioni la proposta di ricerca è coerente con l'ambito disciplinare del Dottorato di Ricerca Ingegneria Elettrica e dell'Informazione. Il collegio dei

docenti del corso include docenti del SSD ING-INF/01 con una specifica esperienza sulla tematica di ricerca.

e) Fattibilità tecnica della proposta e cronoprogramma di attuazione

L'attività di ricerca proposta si articolerà secondo i seguenti work packages (WPs).

WP1: Specifiche e requisiti (6 mesi).

WP2: Implementazione HW (18 mesi).

WP3: Firmware (12 mesi)

WP4: Verifica delle prestazioni (6 mesi).

f) Sinergie rispetto all'eventuale successivo impiego dei dottori di ricerca (in rapporto al mondo del lavoro).

L'attività di ricerca proposta sarà condotta in stretta collaborazione con l'impresa. A partire dall'inizio dello studio, la/il dottoranda/o svolgerà la propria attività a stretto contatto con i dipendenti di Esaote. Tramite questo approccio, la/il dottoranda/o acquisirà gradualmente le dinamiche del lavoro aziendale e le competenze trasversali tipicamente richieste nel mondo del lavoro.

L'azienda recluta costantemente giovani ingegneri elettronici con buone competenze sistemistiche. Questo tipo di profilo è estremamente difficile da individuare tra i neolaureati (ingegneri elettronici), mentre il dottorando che condurrà la ricerca proposta avrà, al termine del triennio, un profilo di competenze in linea con quanto richiesto non solo da Esaote ma anche da numerose altre società italiane ed estere operanti nel medesimo mercato o in mercati affini.

BORSA N.9 DRIEI
D.M. 352/2022
Co-finanziata da: Metasensing s.r.l.
Tematica: “Real-Time Ship Detection on satellite SAR data”

RICERCA PROPOSTA:

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

La ricerca proposta rientra nella macro-tematica dei sistemi HW/FW per l'elaborazione di dati a bordo di piattaforme satellitari. Tale tematica è coerente con le linee tecnologiche delineate nella SNSI, in quanto essa si inserisce a pieno titolo nell'area tematica nazionale “Aerospazio e Difesa”, con specifico riferimento alla traiettoria “Sistemi per l'osservazione della terra, nel campo delle missioni, degli strumenti e della elaborazione dei dati”.

b) Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti

Il progetto avrà l'obiettivo di sviluppare un sistema HW/FW basato su FPGA per la di detection real-time di navi da utilizzare a bordo di satelliti per l'osservazione della terra dotati di payload Synthetic Aperture Radar, SAR. I risultati di questo progetto potranno essere implementati direttamente a bordo di satelliti con sensori SAR che verranno lanciati da MetaSensing nei prossimi anni, o su altri satelliti SAR.

c) Grado di innovazione della ricerca proposta per il settore di intervento

L'aspetto innovativo del progetto è l'implementazione dell'algoritmo su sistema RFSoc (Radio Frequency System-on-Chip) di ultima generazione (i.e. Zynq UltraScale+ RFSoc) per permettere la generazione di informazione in orbita in tempo reale e la riduzione della quantità di dati da trasferire a terra per l'elaborazione successiva. Durante il progetto, per lo sviluppo dell'algoritmo, si verificheranno ed utilizzeranno anche metodologie basate sull'intelligenza artificiale con tecniche di Machine Learning e Deep Learning applicate a training datasets estensivi generati dall'innovativo simulatore SAR (KAISAR) sviluppato internamente ed in uso a MetaSensing. Il KAISAR è un simulatore realistico, basato su modelli fisici, di dati SAR per la generazione di training dataset con annotazioni per supportare lo sviluppo di algoritmi di intelligenza artificiale. Grazie all'implementazione su tecnologia di schede grafiche NVIDIA (GPU-CUDA), il KAISAR è in grado di generare immagini SAR realistiche da modelli 3D di diversi scenari ed oggetti in pochi secondi per ogni scena.

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

La tematica di ricerca è coerente con quelle del SSD ING-INF/01 “Elettronica”, visto che include aspetti di elettronica digitale e dispositivi logici programmabili. Lo scenario applicativo della ricerca è ampio e comprende, tra l’altro, sistemi radar da utilizzare a bordo di satelliti e costellazioni di satelliti, aerei da ricognizione, velivoli unmanned. Per queste ragioni la proposta di ricerca è coerente con l’ambito disciplinare del Dottorato di Ricerca Ingegneria Elettrica e dell’Informazione. Il collegio dei docenti del corso include docenti del SSD ING-INF/01 con una specifica esperienza sulla tematica di ricerca.

e) Fattibilità tecnica della proposta e cronoprogramma di attuazione

L’attività di ricerca proposta si articolerà secondo i seguenti work packages (WPs).

WP1: Specifiche e requisiti (6 mesi).

WP2: Implementazione HW (12 mesi).

WP3: Firmware (12 mesi)

WP4: Verifica delle prestazioni (12 mesi).

f) Sinergie rispetto all'eventuale successivo impiego dei dottori di ricerca (in rapporto al mondo del lavoro).

L'attività di ricerca proposta sarà condotta in stretta collaborazione con l'impresa. A partire dall'inizio dello studio, la/il addottoranda/o svolgerà la propria attività a stretto contatto con i dipendenti di Metasensing. Tramite questo approccio, la/il addottoranda/o acquisirà gradualmente le dinamiche del lavoro aziendale e le competenze trasversali tipicamente richieste nel mondo del lavoro.

Metasensing recluta costantemente giovani ingegneri elettronici con buone competenze sistemiche. Questo tipo di profilo è estremamente difficile da individuare tra i neolaureati (ingegneri elettronici), mentre il dottorando che condurrà la ricerca proposta avrà, al termine del triennio, un profilo di competenze in linea con quanto richiesto non solo da Metasensing ma anche da numerose altre società italiane ed estere operanti nel medesimo mercato.

BORSA N.10 DRIE1

D.M. 352/2022

Co-finanziata da: Northrop Grumman Italia s.p.a.

Tematica: “Giroscopio interferometrico in fibra ottica per applicazioni cost-sensitive”

RICERCA PROPOSTA:

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

La ricerca proposta rientra nella macro-tematica dei sensori in fibra ottica per sistemi di navigazione inerziale. Tale tematica è coerente con le linee tecnologiche delineate nella SNSI, in quanto essa si inserisce a pieno titolo in due delle cinque aree tematiche nazionali, quelle denominate “Agenda Digitale, Smart Communities, sistemi di mobilità intelligente” e “Aerospazio e Difesa”, con specifico riferimento alle traiettorie “Sistemi di mobilità urbana intelligente per la logistica e le persone”, “UAV (Unmanned aerial vehicle) a uso civile e ULM (ultra-Léger Motorisé)”, “Robotica spaziale, per operazioni di servizio in orbita e per missioni di esplorazione”.

b) Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti

La ricerca proposta punta a sviluppare un giroscopio tactical grade ad effetto Sagnac di tipo interferometrico il cui elemento sensibile è un coil in fibra ottica a mantenimento di polarizzazione. Sensori di questo tipo sono già disponibili sul mercato ma hanno costi che li rendono incompatibili con le applicazioni cosiddette cost-sensitive, quali la robotica, la guida autonoma, i velivoli unmanned. Si punta ad individuare soluzioni tecniche relative soprattutto alla sorgente ottica broadband, alle tecniche di modulazione e all'elettronica di readout che riducano i costi senza sacrificare le prestazioni.

c) Grado di innovazione della ricerca proposta per il settore di intervento

La proposta punta a sviluppare un sensore fortemente innovativo, basato in larga misura su componentistica commercialmente disponibile, che supporti la navigazione inerziale di diverse classi di veicoli/velivoli a guida autonoma e che abbia costi compatibili con questo scenario applicativo. Attualmente tali veicoli/velivoli utilizzano componentistica MEMS, la cui resistenza ai disturbi di natura termomeccanica è limitata dal fatto che essi includono parti mobili. Il sensore che sarà sviluppato sarà completamente privo di parti mobili e avrà prestazioni e costi in linea con i requisiti delle applicazioni target.

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

La tematica di ricerca è coerente con quelle del SSD ING-INF/01 “Elettronica”, visto che include aspetti di microelettronica, elettronica dei sensori, elettronica digitale, optoelettronica e dispositivi fotonici. Lo scenario applicativo della ricerca è ampio e comprende, tra l'altro, i veicoli/velivoli a guida autonoma e la robotica. Per queste ragioni la proposta di ricerca è coerente con l'ambito disciplinare del Dottorato di Ricerca Ingegneria Elettrica e dell'Informazione. Il collegio dei docenti del corso include docenti del SSD ING-INF/01 con una specifica esperienza sulla tematica di ricerca.

e) Fattibilità tecnica della proposta e cronoprogramma di attuazione

L'attività di ricerca proposta si articolerà secondo i seguenti work packages (WPs).

WP1: Specifiche e requisiti (6 mesi).

WP2: Implementazione HW (18 mesi).

WP3: Firmware (6 mesi)

WP4: Verifica delle prestazioni (6 mesi).

f) Sinergie rispetto all'eventuale successivo impiego dei dottori di ricerca (in rapporto al mondo del lavoro).

L'attività di ricerca proposta sarà portata avanti in stretta sinergia con l'azienda coinvolta. L'addottoranda/o, sin dall'impostazione della sua attività di ricerca, lavorerà in stretta collaborazione con il personale di Northrop Grumman. In questo modo, l'addottoranda/o apprenderà progressivamente le dinamiche del lavoro aziendale e quelle competenze trasversali (soft skills) che sono indispensabili per il successivo inserimento in una realtà aziendale.

Northrop Grumman Italia assume costantemente nel proprio organico giovani ingegneri con una solida preparazione di base nel campo dell'elettronica, della fotonica e della tecnologia dei microsistemi completata da adeguate competenze in ambito sistemistico. Profili di questo tipo sono molto difficili da individuare tra i neolaureati (ingegneri elettronici o dell'automazione) mentre l'addottoranda/o che porterà avanti la ricerca proposta possiederà, alla fine del percorso triennale, un profilo di competenze in linea con quanto richiesto non solo da Northrop Grumman ma anche da diverse altre aziende italiane e straniere operanti nel medesimo mercato.

BORSA N.11 DRIEI

D.M. 352/2022

Co-finanziata da: N.P.C. New Production Concept s.r.l.

Tematica: “Sviluppo di On-Board Computer ad alte prestazioni per piattaforme nanosatellitari”

RICERCA PROPOSTA:

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

La ricerca proposta rientra nella macro-tematica dei sistemi digitali per l'elaborazione di dati, con specifico riferimento all'ambito applicativo dello spazio. Tale tematica è coerente con le linee tecnologiche delineate nella SNSI, in quanto essa si inserisce a pieno titolo nell'area tematica nazionale “Aerospazio e Difesa”, con specifico riferimento alla traiettoria “Sistemi per l'osservazione della terra, nel campo delle missioni, degli strumenti e della elaborazione dei dati”.

b) Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti

Il progetto avrà l'obiettivo di sviluppare un on-board computer basato su flash FPGA da integrare all'interno di piattaforme satellitari con massa inferiore ai 20 kg. Il computer sviluppato dovrà avere un consumo di potenza ridotto ($< 1\text{ W}$) e un fattore di forma inferiore a 15 cm x 15 cm. I risultati di questo progetto potranno essere implementati direttamente a bordo di satelliti per l'osservazione della terra che verranno lanciati da N.P.C. Spacemind nei prossimi anni, o su altri satelliti che sono attualmente in fase di sviluppo.

c) Grado di innovazione della ricerca proposta per il settore di intervento

Una delle principali sfide nel campo dello sviluppo di nuove piattaforme satellitari è il processing on-board. I computer spaziali devono garantire prestazioni e affidabilità elevate (che sono spesso in contrasto), utilizzando risorse limitate (potenza, dimensioni, peso e costi), in un ambiente estremamente difficile (a causa di radiazioni, temperatura, vuoto e vibrazioni). Man mano che le dimensioni delle piattaforme satellitari si riducono, le sfide tecnologiche per il processing on-board diventano particolarmente ostiche. La presente proposta punta ad affrontare queste sfide dimostrando un on-board computer la cui principale innovatività risiede nell'utilizzo di flash FPGA. Le FPGA basate su memoria flash offrono il vantaggio di un basso consumo energetico e sono anche più tolleranti ai guasti a causa della loro robustezza intrinseca contro i disturbi indotti da eventi singoli rispetto alle FPGA basate su SRAM.

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

La tematica di ricerca è coerente con quelle del SSD ING-INF/01 “Elettronica”, visto che include aspetti di elettronica digitale e dispositivi logici programmabili. Lo scenario applicativo della ricerca è ampio e comprende, tra l'altro, sistemi di processing per piattaforme satellitari. Per queste ragioni la proposta di

ricerca è coerente con l'ambito disciplinare del Dottorato di Ricerca Ingegneria Elettrica e dell'Informazione. Il collegio dei docenti del corso include docenti del SSD ING-INF/01 con una specifica esperienza sulla tematica di ricerca.

e) Fattibilità tecnica della proposta e cronoprogramma di attuazione

L'attività di ricerca proposta si articolerà secondo i seguenti work packages (WPs).

WP1: Specifiche e requisiti (6 mesi).

WP2: Implementazione HW (18 mesi).

WP3: Firmware (12 mesi)

WP4: Verifica delle prestazioni (6 mesi).

f) Sinergie rispetto all'eventuale successivo impiego dei dottori di ricerca (in rapporto al mondo del lavoro).

L'attività di ricerca proposta sarà condotta in stretta collaborazione con l'impresa. A partire dall'inizio dello studio, la/il addottoranda/o svolgerà la propria attività in sinergia con i dipendenti dell'azienda partner. Tramite questo approccio, la/il addottoranda/o acquisirà gradualmente le dinamiche del lavoro aziendale e i soft skill tipicamente richieste nel mondo del lavoro.

N.P.C. Spacemind recluta costantemente giovani ingegneri elettronici e aerospaziali con buone competenze sistemiche. Questo tipo di profilo è estremamente difficile da individuare tra i neolaureati, mentre il dottorando che condurrà la ricerca proposta avrà, al termine del triennio, un profilo di competenze in linea con quanto richiesto non solo dall'azienda partner ma anche da numerose altre società italiane ed estere operanti nel medesimo mercato.

BORSA N.12 DRIEI

D.M. 352/2022

Co-finanziata da: Tesmec Rail s.r.l.

Tematica: “Reliable, intelligent, and green propulsion control of construction and maintenance railway vehicles”

RICERCA PROPOSTA:

La proposta è incentrata sull'innovazione di mezzi d'opera ferroviari impiegati per la costruzione e manutenzione delle linee ferroviarie. L'azienda Tesmec Rail è una società del Gruppo Tesmec operante nella progettazione, sperimentazione e produzione di mezzi ferroviari per l'installazione e manutenzione della catenaria e soluzioni diagnostiche per l'infrastruttura ferroviaria, con l'obiettivo di sviluppare soluzioni integrate nel settore ferroviario. Lo stabilimento è stato realizzato anche grazie all'ausilio dei Programmi di Investimento e Sviluppo della Regione Puglia, con l'obiettivo di creare un centro di ricerca di progetti ad alto contenuto tecnologico nel settore ferroviario.

La maggior parte dei mezzi d'opera commercializzati dalle aziende del settore sono caratterizzate da una propulsione Diesel o idraulica coadiuvata da un propulsore termico. Tale soluzione è in contrasto con le esigenze green che attualmente si rendono necessarie. Inoltre, l'elettificazione dei mezzi d'opera è difficoltosa in quanto i mezzi d'opera devono operare su cantieri non ancora attrezzati con una linea aerea di distribuzione di energia elettrica. Pertanto, lo sviluppo di architetture innovative di propulsione richiede notevoli sforzi contestualizzati nell'ambito dei settori scientifico/disciplinari dell'automatica e degli azionamenti elettrici, in piena coerenza con le competenze del collegio dei docenti del dottorato DRIEI. La proposta è pienamente in linea con le seguenti traiettorie di sviluppo previste dalla Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente: “Processi produttivi innovativi ad alta efficienza e per la sostenibilità industriale”, “Sistemi elettronici “embedded”, reti di sensori intelligenti, internet of things”, “Riduzione dell'impatto ambientale (green engine)”.

Il tema della proposta è incentrato sullo sviluppo di architetture innovative di controllo per la propulsione ibrida green su mezzi d'opera con trazione idraulica ed elettrica. L'elettificazione di tali mezzi si pone come obiettivo quello di coordinare in maniera efficiente e affidabile la trazione elettrica ottenuta mediante diverse fonti di energia: catenaria a diversi livelli di tensione, gruppo elettrogeno, pacco batterie connesse ad un motore elettrico e propulsione idraulica. Una notevole importanza verrà data allo sviluppo di algoritmi per la rigenerazione energetica del pacco batteria anche quando la propulsione è idraulica, sviluppando una soluzione innovativa non ancora investigata in maniera esaustiva dallo stato dell'arte attuale. Le finalità principali saranno quelle di sviluppare sistemi in grado di minimizzare gli sprechi di energia e le emissioni a parità di prestazioni. Particolare attenzione verrà posta sull'affidabilità della componentistica, sviluppando anche innovative soluzioni di diagnostica predittiva basate sui dati raccolti da diversi mezzi.

Il dottorando si occuperà in una prima fase dello sviluppo di dettagliati modelli matematici che descrivano il veicolo, la sua trazione e le dinamiche di marcia. Tali modelli saranno sviluppati in una prima fase nell'ambiente MATLAB/Simulink. Successivamente, mediante l'ausilio della metodologia Hardware-In-the-Loop, tali modelli verranno validati utilizzando dati registrati a bordo di veicoli già in funzione. Su tali modelli verranno implementate e validate opportune logiche e strategie di controllo finalizzate ad una corretta ripartizione della richiesta di trazione tra le varie componenti propulsive. In questa fase, verranno sviluppati algoritmi di controllo completi delle funzionalità allo stato dell'arte volti a massimizzare la sicurezza e l'integrità del veicolo, ad esempio considerando procedure di antislittamento/pattinamento. I modelli sviluppati forniranno la base per integrare dei "digital twin" dei veicoli per fini di diagnostica predittiva effettuata anche con l'ausilio di tecniche di Intelligenza Artificiale. Le attività di sviluppo verranno accompagnate da opportune verifiche sperimentali su veicoli funzionanti in linea.

La società Tesmec Rail è fortemente motivata nell'investire in risorse umane per lo sviluppo di attività di ricerca al fine di proporre prodotti tecnologici sempre all'avanguardia. Nell'ambito delle collaborazioni con il Politecnico di Bari, la società ha già attivato dal 2020 una stretta collaborazione incentrata sulla ricerca in ambito ferroviario. Ad oggi, diversi tesisti sono stati regolarmente assunti.

BORSA N.13 DRIE1

D.M. 352/2022

Co-finanziata da: Arol s.p.a.

Tematica: “AI and intelligent control for innovative closure and capping systems in food and beverage industry”

RICERCA PROPOSTA:

La proposta è incentrata sull'innovazione nel settore dell'automazione di impianti produttivi di packaging per il comparto “food and beverage”. L'azienda AROL è uno dei player mondiali nel settore delle macchine ad elevatissima automazione per la chiusura di involucri (bottiglie, barattoli, buste) in vari comparti della filiera agroalimentare italiana ed internazionale.

Allo stato attuale, la progettazione di macchine in questo comparto sempre più efficienti dal punto di vista della preservazione della qualità del prodotto, della riduzione di scarti, dell'efficienza in termini di consumi energetici e di tempi e costi di produzione è costellata di sfide scientifiche e tecnologiche di molteplice natura, che in buona parte ricadono nel settore scientifico disciplinare dell'automatica. La proposta risulta pienamente in linea con 2 delle 32 traiettorie tecnologiche di sviluppo a priorità nazionale, nello specifico: “Industria intelligente e sostenibile, energia e ambiente: Processi produttivi innovativi ad alta efficienza e per la sostenibilità industriale”, e “Salute, alimentazione, qualità della vita: Sistemi e tecnologie per il packaging, la conservazione e la tracciabilità e sicurezza delle produzioni alimentari”.

Il tema della proposta, in piena coerenza con le competenze del collegio dei docenti del dottorato DRIE1, è lo sviluppo di macchine intelligenti per la chiusura che impieghino sensori ed attuatori di nuova generazione al fine di ottenere processi di chiusura con sempre maggiori garanzie di qualità del prodotto e al contempo minori costi e consumi energetici. La tematica, intrinsecamente multidisciplinare, prevede il perseguimento di un miglioramento dell'operazione di chiusura attraverso robot maggiormente sensorizzati e capaci di effettuare monitoraggio dei principali elementi (fattori ambientali, caratteristiche dell'involucro e del tappo, caratteristiche di handling e di sigillatura) che influenzano la qualità della chiusura mentre le operazioni stesse sono in corso, riducendo la necessità di controlli a posteriori di natura distruttiva.

Il dottorando dovrà effettuare studi di modellazione matematica, progettazione di sistemi di sensoristica ed algoritmi controllo innovativi basati sullo stato dell'arte delle tecnologie hw/sw e delle moderne tecniche di “Data model identification” e di “Intelligent control”.

Durante gli studi, la macchina intelligente dovrà essere modellata come un complesso processo ibrido a dinamiche parzialmente continue e parzialmente ad eventi. Il modello e le strategie di monitoraggio e controllo della macchina dovranno essere realizzate in ambienti di programmazione e simulazione avanzati moderni (Matlab/Simulink) e idonei al rapid prototyping di algoritmi di decisione e controllo basati sui nuovi paradigmi del Reinforcement Learning e dell'Intelligenza Artificiale in generale, per consentire una consistente innovazione sia nell'hardware che nel software delle macchine. Le attività di ricerca in quest'ambito sono alla base di un accordo di partnership tra AROL Spa e Politecnico di Bari che

ha portato alla creazione del laboratorio pubblico-privato “Cyber-physical systems” situato presso le officine politecniche e sede delle attività di ricerca congiunte, presso il quale si svolgeranno le attività del discente. Gran parte dei borsisti, assegnisti e dottorandi che hanno operato nel laboratorio sono stati in seguito assunti a tempo indeterminato dall’azienda AROL.