

Specifiche per la pubblicazione del bando di concorso XXXVII ciclo

INGEGNERIA MECCANICA E INDUSTRIALE

Tipologia di procedura selezionata: PROCEDURA UNICA

Descrizione del dottorato

descrizione: L'obiettivo formativo generale del corso di dottorato di Ingegneria Meccanica e Industriale è approfondire e quindi integrare competenze specifiche e diversificate, ciascuna di elevato valore nello specifico settore tecnico-scientifico, al fine di creare una base di conoscenza che metta il futuro dottore di ricerca in grado di affrontare problemi complessi, caratterizzati da una forte multidisciplinarietà. Tali competenze sono orientate allo sviluppo di metodologie che integrino le problematiche termo-meccaniche, fluidodinamiche, elettromeccaniche, costruttive, della scienza e tecnologia dei materiali, delle tecnologie e sistemi di lavorazione, misuristiche, economiche e gestionali nella filiera di ideazione, sviluppo, progettazione, realizzazione, esercizio e fine vita delle opere di ingegneria, dei sistemi di produzione e logistici, e dell'impiantistica industriale, anche con riferimento alla sostenibilità e ad aspetti quali l'inquinamento acustico e dell'ambiente, della sicurezza e salubrità del lavoro e della salute umana. Gli approcci di ricerca proposti spaziano dall'applicazione delle simulazioni numeriche alla sperimentazione di laboratorio fino alla realizzazione prototipale, con forti caratteristiche di multidisciplinarietà e di analisi multidimensionale e multiscala, possibili grazie all'insieme delle competenze e strumentazioni/apparecchiature disponibili nel collegio dei docenti e nel dipartimento di riferimento per il corso di dottorato, che rendono possibile un approccio metodologico non solo ampio, ma anche rigoroso e scientificamente approfondito.

titolo (ing.): Mechanical and Industrial Engineering

descrizione (ing.): The PhD program of the Mechanical and Industrial Engineering section is aimed at creating researchers with broadband skills, each one specialized on a particular subject offered by the course. Those skills would be oriented to develop proper methodologies in order to integrate different kinds of problems: thermo mechanical, fluid-dynamics and electro mechanics problems with constructive, technical, measurements, economical and managerial problems with attention to the chemical and noise pollution and workers' safety. All of these problems are related to a complex industrial system and the attention pointed on them will be important for a good cost-benefit analysis of economic aspects and cost-performance ratio. Industrial systems involved in the production of goods and services are continuously evolving toward new and highly diversified forms, providing specialized solutions for complex problems. At the same time a greater attention is given to interactions with between industrial system in general and the environment (noise and chemical pollution, workers' safety and wellness): this requires the use of new investigation and risk management procedures based on clear and well-designed standards, together with a full consciousness about impact of the old and the new technologies from design to recycle or reuse of items and services. As a consequence of this growing demand, the diffusion of a new approach has to be supported through the widening of technical and scientific knowledge in which the interdisciplinary aspect plays a decisive role. In fact, only an interdisciplinary knowledge would provide highly qualified professional staff with a high efficiency and reliability which otherwise would be lost, with bad economic and environmental consequences. The actual inefficiency is mainly due to a lack of the correct philosophy of approaching the problem, as old methodologies were not oriented to the solution of the whole system but only to a part of it. So, even each solution was right

singularly, the absence of a general guide line led to an ineffective integration of results and to a decrease in effectiveness and affordability of the system. Developed areas are involved in activities based on design and management of complex systems, is therefore needed to create suitable abilities. In our country, also, the attention of the scientists is focused on this problem not only on the industrial level but also at the academic one. At the academic level, the research is encouraged by improved numerical simulation that allow a greater and more specific approach. The research areas of the PhD program covers the whole spectrum of the department research programs, which are the following: Aeronautical Constructions, Chemistry Converters, Excavation Engineering and Safety, Fluid Dynamics and Machines, Industrial Plants, Logistics Systems, Machines and Electrical Actuators, Manufacturing, Materials Science and Technology, Mechanical and Thermal Measurements, Mechanical Design and Machine Constructions, Production Systems, Technical Physics.

Procedure attivate

PROCEDURA STANDARD	SI (OBBLIGATORIA)
PROCEDURA RISERVATA PER STRANIERI	NO
PROCEDURA RISERVATA PER BORSISTI ESTERI	NO

Procedura standard

Specifiche economiche

Specifiche economiche complessive per il corso contenute nella richiesta di accreditamento

Borse Ateneo	Borse Dipartimento	Borse Esterne	Posti senza borsa
4	1	1	1

Tematiche definite per il dottorato

- **TEMATICA LIBERA purchè attinente alla declaratoria del dottorato**
- **FREE THEMATIC as long as it is relevant to the declaratory of the doctorate**
- **Sviluppo di metodi non intrusivi per la riduzione del costo computazionale nell'ottimizzazione di progetto e la quantificazione delle incertezze attraverso simulazioni al computer in ingegneria aeronautica.**

Il ricorso a metodi di ottimizzazione di progetto basati su simulazioni numeriche rappresenta un'esigenza crescente in ambito aeronautico. Inoltre, la necessità di identificare soluzioni innovative per garantire uno sviluppo sostenibile a medio e lungo termine impone una valutazione accurata delle incertezze tecnologiche e operative. In un tale contesto riveste un'importanza cruciale lo sviluppo di metodi non intrusivi per la riduzione del costo computazionale che preservino la varianza originale del problema mediante tecniche avanzate per la compressione dimensionale dello spazio di progetto e la generazione di modelli surrogati. Posizione associata a borsa esterna del CNR-INM. Tutor: Prof. Umberto IEMMA. Inquadramento: INGEGNERIA AERONAUTICA, AEROSPAZIALE E NAVALE, ING-IND/04.

- **Development of offline methods for the reduction of computational cost in simulation-based design optimisation and uncertainty quantification in aeronautical engineering.**

Simulation-based design optimization represents nowadays a requirement of increasing importance in the aeronautical engineering context. Furthermore, the need of breakthrough solutions to guarantee the sustainable development in the mid- and long-term horizons imposes a careful quantification of the technological and operative uncertainties. In such a context, the development of offline methods for the reduction of the computational cost preserving, at the same time, the original variance of the problem is a key action that must rely on the most advance techniques for the design space dimensionality reduction and surrogate modelling. Position associated to an external grant of CNR-INM. Tutor: Prof. Umberto IEMMA. Inquadramento: INGEGNERIA AERONAUTICA, AEROSPAZIALE E NAVALE, ING-IND/04.

- Ciclo di fabbricazione di imballaggi idonei al contatto alimentare mediante riciclaggio di poliolefine provenienti da scarto di post-processo o post-consumo

La presente tematica affronta la valorizzazione di poliolefine di scarto da film flessibile del tipo closed-loop (per cui, utilizzando materiali recuperati da post-processo) and open-loop (per cui, utilizzando materiali provenienti sia dallo smaltimento dei rifiuti industriali che dallo smaltimento di rifiuti urbani). Gli studi saranno finalizzati alla definizione del ciclo di fabbricazione di film per imballaggi, idonei al contatto con alimenti, in poliolefina mono- e multi-strato, ad elevato contenuto tecnologico ed alto tenore di materia prima seconda. Nello studio della filiera del recupero della materia prima seconda, si impiegherà come strumento di supporto le tecnologie blockchain, come tecnologia sicura ed affidabile per garantire la tracciabilità della materia prima seconda in ogni fase del processo produttivo, assicurando, pertanto, la sicurezza e la qualità dei cicli di fabbricazione. Ulteriore scopo della tematica proposta sarà di valutare la possibilità di multi-valorizzazione dei risultati della ricerca, con particolare riferimento all'utilizzo del granulato di poliolefina con elevata aliquota di materiale riciclato in altri processi di trasformazione, quali lo stampaggio ad iniezione/compressione, l'estrusione cast di film mono- e multi-strato, il soffiaggio mediante tecniche di estrusione e di stampaggio, con riferimento allo specifico settore dei cosiddetti MOCA (Materiali ed Oggetti a Contatto con Alimenti) in plastica. A tal riguardo, il candidato studierà e svilupperà soluzioni innovative per prototipare una gamma completa di compound poliolefinici con elevata aliquota di materia prima seconda proveniente da film flessibile (LLDPE, LDPE, HDPE e PP), adattandone le specifiche termo-reologiche, le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche all'esigenze di un'ampia varietà di applicazioni industriali e, dunque, di processi di trasformazione. E' pertanto di notevole importanza strategica, creare conoscenza nel settore dei materiali riciclati, conoscenza finalizzata allo sviluppo di nuove formulazioni, meno costose e con migliori proprietà, in grado cioè di soddisfare la domanda di mercato e le esigenze dei trasformatori. In tale contesto, si inserisce la presente tematica di ricerca, la quale è articolata sulle seguenti aree di interesse: (i) progettazione e sviluppo di materiali plastici con elevato tenore di materia prima seconda, basati su poliolefine; (ii) studio ed implementazione di processi di estrusione reattiva dei materiali di cui al punto (i) per la produzione di granuli plastici idonei a successivi processi di trasformazione; (iii) impiego dei granuli plastici di cui al punto (ii) in processi di trasformazione successivi quali lo stampaggio ad iniezione, lo stampaggio a compressione, lo stampaggio con soffiaggio, l'estrusione in testa piana e a bolla per la manifattura di imballaggi tipo, idonei all'uso alimentare; (iv) sviluppo di tecniche di validazione delle proprietà meccaniche, chimiche e fisiche dei materiali e dei manufatti ottenuti attraverso i processi di trasformazione dei granuli plastici. Inquadramento: TECNOLOGIE E SISTEMI DI LAVORAZIONE. Tutor: Prof. Massimiliano BARLETTA. Email: massimiliano.barletta@uniroma3.it

- Production cycle of packaging suitable for food contact by recycling polyolefins from post-process or post-consumer waste

This topic deals with the enhancement of polyolefins waste from flexible film in closed-loop (for which, using materials recovered from post-process) and open-loop (for which, using materials from both industrial waste disposal and disposal of municipal waste) production chain. The studies will be aimed at defining the manufacturing cycle of film for packaging, suitable for contact with food, in mono- and multi-layer polyolefin, with a high technological content and a high content of secondary raw material. In the study of the secondary raw material recovery chain, blockchain technologies will be used as a support tool, as a safe and reliable technology to guarantee the traceability of the secondary raw material in every phase of the production process, thus ensuring safety and quality of the manufacturing cycles. A further aim of the proposed topic will be to evaluate the possibility of multi-valorization of the research results, with particular reference to the use of polyolefin granules with a high percentage of recycled material in other transformation processes, such as injection/compression molding, cast extrusion of mono- and multi-layer films, blowing by means of extrusion and molding techniques, with reference to the specific sector of the so-called MOCA (Materials and Objects in Contact with Food) in plastic. In this regard, the candidate will study and develop innovative solutions to prototype a complete range of polyolefin compounds with a high proportion of secondary raw material from flexible film (LLDPE, LDPE, HDPE and PP), adapting their thermo-rheological specifications, chemical properties, physical and mechanical to the needs of a wide variety of industrial applications and, therefore, of transformation processes. It is therefore of considerable strategic importance to create knowledge in the sector of recycled materials, knowledge aimed at developing new formulations, less expensive and with better properties, that is, capable of satisfying market demand and the needs of converters. In this context, the present research topic is inserted, which is articulated on the following areas of interest: (i) design and development of plastic materials with a high content of secondary raw material, based on polyolefins; (ii) study and implementation of reactive extrusion processes of the materials referred to in point (i) for the production of plastic granules suitable for subsequent transformation processes; (iii) use of the plastic granules referred to in point (ii) in subsequent transformation processes such as injection molding, compression molding, blow molding, flat and bubble head extrusion for the manufacture of type packaging, suitable for food use; (iv) development of validation techniques of the mechanical, chemical and physical properties of materials and manufactured articles obtained through the transformation processes of plastic granules. Inquadramento: TECNOLOGIE E SISTEMI DI LAVORAZIONE. Tutor: Prof. Massimiliano BARLETTA.

- Progettazione, sviluppo e fabbricazione di manufatti mediante tecnologia del 4d printing

Le tematiche di ricerca proposte hanno come obiettivo la progettazione e la realizzazione di una nuova generazione di manufatti in materiale bioplastico, anche a geometria complessa, mediante tecnica di prototipazione rapida 3d. In particolare, l'attenzione sarà posta sulle tecniche cosiddette del 4d printing, dove i manufatti acquisiscono una "quarta" dimensione, in quanto prodotti con materiali sensibili a stimoli esterni, quali il calore o l'esposizione a radiazioni luminose. Ad oggi, gran parte dei processi produttivi dei materiali plastici si basano su tecnologie consolidate che prevedono

l'utilizzo di stampi e beni strumentali (in genere, presse). Tale approccio ha permesso di ridurre significativamente i costi dei manufatti in materiale plastico, tutte le volte in cui è necessario prevedere una produzione di massa al punto di poter ammortizzare gli elevati investimenti in beni strumentali. Tuttavia, tali tecniche di produzione possono subire gli effetti di improvvisi cali del mercato, in quanto non sono flessibili e non sono adattabili a drammatiche riduzioni della domanda di mercato (i.e., la pandemia COVID-19). Inoltre, tali tecniche richiedono continui investimenti in stampi, tutte le volte che il design dei manufatti diventa obsoleto. La tecnologia di 3D printing permette, invece, di ottenere teoricamente anche un lotto unitario come lotto economico. Pertanto, l'industria ha mostrato un forte interesse verso tale tecnologia, che risponde in maniera ottimale all'esigenze di flessibilità della moderna produzione manifatturiera. Le tecniche 4d printing aggiungendo un grado di libertà alle immense potenzialità di 3d printing ne estendono il campo di interesse in molteplici settori, incluso il biomedicale, il farmaceutico, lo spazio. Nello specifico, gli studi previsti nel corso del programma di dottorato saranno focalizzati sulla progettazione di compound in materiali bioplastici innovativi idonei alla prototipazione 4D, sullo sviluppo dei processi di produzione del compound e del filamento necessario all'alimentazione delle macchine di prototipazione rapida, sull'identificazione di un'ampia gamma di scenari di potenziale interesse applicativo. Ulteriori studi riguarderanno l'ottimizzazione del processo di prototipazione rapida 3D, la programmazione dei manufatti attraverso stimoli esterni e la valutazione delle prestazioni conseguibili. Le caratteristiche dei materiali bioplastici che verranno utilizzati negli studi sono tali da poter essere definiti "Materiali avanzati" e rientrano, pertanto, nelle tecnologie abilitanti fondamentali (KETs – Key Enabling Technologies). Inquadramento: TECNOLOGIE E SISTEMI DI LAVORAZIONE. Tutor: Prof. Massimiliano BARLETTA.

- Design, development and manufacture of compostable and biodegradable bioplastic products by 4d printing technologies

The proposed research themes aim at the design and construction of a new generation of bioplastic products, even with complex geometry, using rapid 3D prototyping techniques. In particular, attention will be paid to the so-called 4d printing techniques, where the products acquire a "fourth" dimension, being them manufactured with materials that are sensitive to external stimuli, such as heat or exposure to specific light radiation. To date, most of the plastic materials production processes are based on consolidated technologies that involve the use of molds and capital goods (in general, presses). This approach has made it possible to significantly reduce the costs of plastic products, whenever it is necessary to envisage mass production to the point of being able to amortize the high investments in capital goods. However, these production techniques can suffer the effects of sudden market declines, as they are not flexible and are not adaptable to dramatic reductions in market demand (i.e., the COVID-19 pandemic). In addition, these techniques require continuous investment in molds, whenever the design of the products becomes obsolete. The 3D printing technology allows, on the other hand, to obtain theoretically also a unit lot as an economic lot. Therefore, many industrial segments has shown a strong interest in this technology, which responds optimally to the flexibility needs of modern manufacturing production. The 4d printing techniques, adding a degree of freedom to the immense potential of 3d printing, extend further its field of interest in many industrial sectors, including biomedical, pharmaceutical, space. Specifically, the studies planned during the PhD program will focus on the design of compounds in innovative bioplastic materials suitable for 4D prototyping, on the development of the production processes of the compound and of the filament necessary for feeding the rapid prototyping machines as well as on the identification of a wide range of scenarios of potential application interest. Further studies will concern the optimization of the 3D rapid prototyping process, the programming of the products through external stimuli and the evaluation of the achievable performance. The characteristics of the bioplastic materials that will be used in the studies are such that they can be defined as "advanced materials" and, therefore, fall within the fundamental enabling technologies (KETs - Key Enabling Technologies). Inquadramento: TECNOLOGIE E SISTEMI DI LAVORAZIONE. Tutor: Prof. Massimiliano BARLETTA.

- Progettazione, sviluppo e fabbricazione di manufatti in bioplastica home compost e biodegradabile su suolo ed in ambiente marino

Le tematiche di ricerca proposte hanno come obiettivo la progettazione e la realizzazione di una nuova generazione di prodotti monouso, destinati all'utilizzo a contatto con gli per alimenti, non presente attualmente sul mercato. La tipologia di prodotti trattata sarà principalmente, ma non esclusivamente, quella delle stoviglie monouso (piatti, bicchieri, posati), consentendo un aumento della produttività e della sostenibilità industriale, oltre ad una riduzione dell'impatto ambientale. Più in particolare la ricerca sarà incentrata sul tema riguardante packaging e nuove tecnologie per la qualità alimentare poiché dedicata allo sviluppo di tecnologie alternative che permettano la produzione e l'adozione di materiali che rispettino e superino le attuali normative in merito alla produzione di materiali e prodotti finiti da utilizzare a contatto diretto con gli alimenti o "MOCA" (descritti nei regolamenti (CE)). Le attività di ricerca previste dalla tematica in oggetto saranno quindi volte all'utilizzo di materiali biodegradabili e compostabili (sia in ambiente industriale che domestico), nonché a materiali biodegradabili in ambiente marino nella realizzazione di prodotti finiti eco-sostenibili. Le caratteristiche dei materiali plastici che verranno utilizzati negli studi sono tali da poter essere definiti "Materiali avanzati" e rientrano nelle tecnologie abilitanti fondamentali (KETs – Key Enabling Technologies). Pertanto, con la presente tematica di ricerca, si propone di dimostrare la possibilità di progettare e realizzare manufatti monouso per il settore alimentare mediante l'uso di bioplastiche ad elevate prestazioni e tecnologie innovative. In questo contesto, il candidato prescelto dovrà orientare le attività di ricerca in accordo con i principi dell'economia circolare, avendo come obiettivo la riduzione dell'impatto ambientale relativamente al processo di produzione dei prodotti monouso, del loro utilizzo e smaltimento, nonché la creazione di valore attraverso l'applicazione e lo sviluppo di strategie di riutilizzo delle risorse e di limitazione nella generazione degli scarti. In questo contesto, ed alla luce delle recenti direttive in materia di anti-inquinamento divulgate dalla commissione europea (in particolare della COM340/2018 Final), il candidato nello sviluppare le tematiche

di ricerca dovrà avere come obiettivo lo sviluppo di tre classi di materiali basate su blende polimeriche con caratteristiche di compostabilità (in ambiente domestico) e su blende con elevata biodegradabilità su suolo ed in ambiente marino. Inquadramento: TECNOLOGIE E SISTEMI DI LAVORAZIONE. Tutor: Prof. Massimiliano BARLETTA. email: massimiliano.barletta@uniroma3.it

- Design, development and manufacture of home compostable and biodegradable bioplastic products on soil and in a marine environment

The research topics proposed aim to design and build a new generation of disposable products, intended for use in contact with foodstuffs, not currently present on the market. The type of products treated will be mainly, but not exclusively, that of disposable tableware (plates, glasses, cutlery), allowing an increase in productivity and industrial sustainability, as well as a reduction in the environmental impact. More specifically, the research will focus on the topic of packaging and new technologies for food quality through the development of alternative technologies that allow the production and adoption of materials that respect and exceed the current regulations regarding the production of materials and products suitable for food contact. The research will therefore be aimed at the use of biodegradable and compostable materials (both in industrial and domestic environments), as well as biodegradable materials in the marine environment in the production of eco-sustainable products. The characteristics of the plastic materials that will be used in the studies are such that they can be defined as "Advanced Materials" and are part of the key enabling technologies (KETs - Key Enabling Technologies). Therefore, with this research topic, it is proposed to demonstrate the possibility of designing and manufacturing disposable products for the food sector through the use of high-performance bioplastics and innovative technologies. In this context, the selected candidate will have to orientate the research in accordance with the principles of the circular economy, having as an objective the reduction of the environmental impact relative to the production process of disposable products, their use and disposal, as well as the creation of value through the application and development of strategies for reusing resources and limiting waste generation. In the light of the recent directives on anti-pollution disclosed by the European Commission (in particular COM340 / 2018 Final), the candidate should aim to develop three classes of materials based on polymeric blends with compostability characteristics (in domestic environments) and on blends with high biodegradability on soil and in a marine environment. Inquadramento: TECNOLOGIE E SISTEMI DI LAVORAZIONE. Tutor: Prof. Massimiliano BARLETTA. email: massimiliano.barletta@uniroma3.it

- Tessuti magnetici elettrofilati per materiali morphing

I materiali morphing sono in forte sviluppo grazie al loro potenziale di rivoluzionare svariati settori industriali che spaziano dall'aeronautica/aerospazio fino al settore biomedicale. La capacità di adattare la propria forma sulla base di stimoli esterni o cambiarla in modo programmato potrebbe migliorare in modo significativo la risposta di strutture o sistemi. Gli approcci maggiormente utilizzati nel settore prevedono l'utilizzo di materiali intelligenti ma i risultati sono ancora inefficaci lì dove l'applicazione richiede cambi di forma ciclici o a forma ed a velocità variabile nel tempo senza perdere la contestuale capacità di portare carichi. I più comuni materiali utilizzati nel settore, per esempio i polimeri o le leghe a memoria di forma, non solo hanno una risposta lenta, ma necessitano di essere riprogrammati ad ogni ciclo, e, nel caso dei polimeri, perdono del tutto rigidità durante la transizione da una forma all'altra. Appare evidente che l'ideazione di materiali che riescano a cambiare forma, ciclicamente nello spazio e nel tempo senza perdere la capacità di portare carichi, rappresenta un importante passo nel settore. L'obiettivo della tesi di dottorato si prefigge dunque di affrontare le suddette problematiche ideando un materiale che sfrutti la flessibilità dei polimeri ma che sia dotato di una rigidità non propriamente meccanica. Ciò sarà fatto realizzando tessuti magnetici a filamenti nanocompositi elettrofilati che potranno essere utilizzati direttamente o immersi in matrici ospitanti a rigidità controllabile. Le attività di dottorato saranno dunque a carattere prevalentemente sperimentale spaziando dalla ideazione, realizzazione e caratterizzazione dei tessuti in scala multipla, fino al loro utilizzo nei materiali compositi. Tale progetto sarà condotto in collaborazione con la US Air Force Office of Scientific Research. Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: GIULIA LANZARA/EDOARDO BEMPORAD.

- Electrospun magnetic textile for morphing materials

Morphing materials represent a growing field because of their potential to revolutionize several industrial fields which range from aeronautics/aerospace to biomedical applications. The capability of a material to adapt its shape to external stimuli or to change shape in a programmed manner could improve significantly the performance of structures or systems. Current approaches use smart materials which are limited when the application requires a cyclic shape change with a variable speed and while simultaneously carrying loads. Shape memory polymers (SMP) and alloys (SMA) are among the most widely used materials in the field, but they are slow, they need to be reprogrammed in each cycle, and, loose rigidity (SMP case) during phase transition. The realization of materials that can cyclically change shape in space and time while keeping their load-bearing capability represents an important challenge in the field. The objective of this PhD thesis is to design, realize and test a material that benefits from the flexibility of polymers but that at the same time is equipped with a non-mechanical rigidity. This will be done by creating magnetic textiles made of nanocomposite filaments which can also be embedded into a hosting matrix with tunable rigidity, to form a shape changing composite material. The PhD work will be carried out with an experimental approach which includes the multi-scale design, realization and characterization of the textile up to its usage into composite materials. This project is in collaboration with the US Air Force Office of Scientific Research. Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: GIULIA LANZARA/EDOARDO BEMPORAD.

- Metamateriali con membrane elettrofilate per smorzamento delle vibrazioni

Lo smorzamento delle vibrazioni è una tematica di grandissimo interesse per tutte quelle applicazioni strutturali che sono

soggette ad azioni dinamiche che provocano vibrazioni indesiderate. In ambito strutturale questa problematica viene abitualmente affrontata con dispositivi reologici dalle grandi dimensioni e spesso dalle elevate masse oscillanti. Tale logica progettuale ha il grande limite di un generale appesantimento strutturale, ma anche il limite di concentrazione di carichi in punti specifici delle strutture ospitanti. Una soluzione più leggera, snella e distribuita sarebbe certamente interessante non solo perché permetterebbe l'alleggerimento della struttura ospitante, ma anche perché idealmente potrebbe consentire la modulazione dello smorzamento in specifiche zone. L'obiettivo della tesi di dottorato è dunque volto alla realizzazione di metamateriali stampati in 3D ma estesi in 2D su grandi aree, ed integrati con membrane tissutali elettrofilate aventi composizione tale da massimizzare le capacità di smorzamento del materiale stesso. La tesi è a carattere prettamente sperimentale. Tale progetto sarà condotto in collaborazione con la US Air Force Office of Scientific Research. Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: GIULIA LANZARA/MARCO SEBASTIANI.

- Metamaterials with electrospun membranes for vibration damping

Vibration damping is a topic of great interest for all those structural applications that are subject to dynamic actions that cause unwanted vibrations. In the structural field, this problem is usually faced with large-in-scale rheological devices which often comprise heavy oscillating masses. This design logic has the great limit of a general structural burden, but also the limit of concentration of loads in specific points of the structures. A lighter, slender and a distributed solution would certainly be interesting not only because it would allow the overall structure to be lightened, but also because it could ideally allow damping to be modulated in specific areas. The goal of the PhD thesis is therefore aimed at the creation of 3D printed metamaterials extended in 2D over large areas, and integrated with electrospun tissue membranes whose composition is such to maximize the damping capacity of the material itself. The thesis is purely experimental. This project will be conducted in collaboration with the US Air Force Office of Scientific Research. Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: GIULIA LANZARA/MARCO SEBASTIANI.

- Materiali parlanti tramite tessuti piezoelettrici elettrofilati

I dispositivi che emettono suono occupano ormai una fetta importante della nostra vita quotidiana e lo sviluppo tecnologico li sta rendendo sempre più efficaci spesso a fronte di dimensioni estremamente ridotte. Tuttavia l'estrema e rapidissima crescita del settore elettronico spesso unito al machine learning, sta dando vita a prodotti industriali che fino a qualche anno fa sembravano pura fantascienza. Il dialogo diretto con le macchine, permesso da sensori acustici ed altoparlanti miniaturizzati, sta realmente stravolgendo le nostre vite. Recenti studi del gruppo di Scienza e Tecnologia dei Materiali di RomaTre si collocano a pieno titolo in tale contesto prospettando degli scenari ancor più futuristici. Il gruppo ha sviluppato dei tessuti-non-tessuti polimerici a base piezoelettrica, estremamente leggeri e flessibili, che emettono suono anche quando deformati o distorti. Nell'ambito di questa tesi di dottorato tali membrane saranno ottimizzate sia per lo sviluppo di veri e propri tessuti capaci di emettere suono, che per il loro utilizzo in materiali ospitanti (per esempio compositi) che possano essi stessi emettere suono al fine di dare per esempio informazioni sul proprio stato tensionale, o, più in generale per permettere il dialogo uomo-materiale. Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: GIULIA LANZARA/EDOARDO BEMPORAD.

- Speaking materials by exploiting electrospun piezoelectric textiles

The devices that emit sound now occupy an important part of our daily life and this is becoming possible thanks to technological developments that are making such devices more and more effective despite their smaller and smaller sizes. The combination of such devices with the extreme and very rapid growth of the electronics sector and machine learning, is giving life to industrial products that, until a few years ago, seemed like pure science fiction. The direct dialogue with the machines, allowed by acoustic sensors and miniaturized loudspeakers, is in fact really upsetting our lives. Recent studies by the group of Material Science and Technology of RomaTre are fully placed in this context, envisaging even more futuristic scenarios. The group has developed extremely light and flexible piezoelectric-based polymeric non-woven fabrics that emit sound even when deformed or distorted. As part of this doctoral thesis, these membranes will be optimized both for the development of real tissues capable of emitting sound, and for their use in host materials (for example composites) that can themselves emit sound in order to give information on their tensional state, or, more generally, to allow "man-material" dialogue. Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: GIULIA LANZARA/EDOARDO BEMPORAD.

- Sviluppo e caratterizzazione avanzata di rivestimenti sottili multifunzionali biocompatibili/ antibatterici, prodotti tramite Physical vapor Deposition (PVD)

"Il presente Progetto di dottorato mira a sviluppare rivestimenti innovativi per applicazioni in impianti biomedicali. L'interfaccia tra i tessuti biologici e le superfici di protesi e impianti ha usualmente bisogno di una fine ingegnerizzazione delle proprietà di superficie, dal punto di vista chimico, fisico e meccanico. In particolare, la formazione di bio-film ed i meccanismi di adesione cellulare possono essere significativamente influenzati dalle proprietà chimico/fisiche e meccaniche della superficie. Nel presente programma di dottorato, verranno sviluppati rivestimenti innovativi biocompatibili, tramite l'utilizzo di tecniche di deposizione fisica da fase vapore (Physical Vapour Deposition), in combinazione con tecniche di nano-patterning per la ingegnerizzazione della rugosità delle superfici a diverse scale dimensionali, con l'obiettivo finale di creare nuove funzionalità che possano incrementare la biocompatibilità delle superfici sviluppate. Il programma svilupperà anche metodi di caratterizzazione microstrutturale, tribologica e meccanica dei rivestimenti, in combinazione con test antibatterici e/o antivirali. Il candidato ideale possiede una laurea specialistica in ingegneria meccanica e/o biomedica, o anche una formazione in ingegneria delle superfici proveniente da altri percorsi formativi (fisica, scienza dei materiali). Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: MARCO SEBASTIANI/EDOARDO BEMPORAD. Link: www.stm.uniroma3.it."

- Development and advanced characterization of multifunctional antibacterial/biocompatible thin films by physical vapor deposition-magnetron sputtering (PVD-MS)

"The use of metallic and polymeric implants in-vivo are present in biomedical applications. However, the engineering materials interfaces present in the biological environment often limit the success of a device or procedure. This maybe through wear, corrosion or biological-surface interactions (i.e. cell adhesion and bio-film formation); nonetheless it is often the surfaces interface that limits success. The ability to improve such surfaces for enhanced atraumatic adhesion (i.e. to prevent migration of devices), bio-compatibly, wear and corrosion is extremely attractive with a range of application across medical field. The proposed program call for merging coatings deposition method (Physical Vapour Deposition) and surface patterning method (Surface Texturing) in a novel hybrid concept for improved functional properties of engineering surfaces for biomedical applications. This novel approach will allow a tailored spatial architecture of coatings creating new functionality. This PhD will consider the use of thin-film technologies in conjunction with surface patterning to: Optimize surfaces in terms of antibacterial activity, mechanical properties and promote an optimal biological –surface interface. Applications are invited from candidates with or expecting a first-class Master's degree in (materials science/ surface engineering) relevant engineering or science degree such as Mechanical Engineering, Biomedical Engineering, Chemical Engineering, Physics, Material Science, Chemistry or other related subjects. Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: MARCO SEBASTIANI/EDOARDO BEMPORAD. Link: www.stm.uniroma3.it."

- Armonizzazione e industrializzazione di tecniche di caratterizzazione multi-tecnica per l'analisi nanomeccanica ad alta velocità in materiali avanzati.

"Lo sviluppo di tecniche di nanoindentazione ad alta velocità ha permesso l'acquisizione di mappe di proprietà meccaniche su aree di millimetri quadrati con risoluzione su scala micrometrica in tempi relativamente brevi. In tal modo è possibile ottenere una quantità elevata di dati spazialmente distribuiti, relativi alla morfologia e variazione delle proprietà meccaniche di una microstruttura, potenziali per l'ottenimento di una molteplicità di informazioni attraverso l'impiego di opportuni algoritmi di "data analysis" (ad esempio, implementando protocolli machine learning per l'identificazione delle fasi meccaniche e/o di aree interessate da cricche e/o fessurazioni). Le tecniche di nanoindentazione ad alta velocità possono, in prospettiva, essere estese all'analisi di proprietà ulteriori rispetto a quelle convenzionalmente estratte (modulo elastico e durezza) quali la tenacità a frattura e l'energia superficiale (Surface Free Energy). Il programma dottorale proposto prevede l'ottimizzazione e standardizzazione dei protocolli per l'esecuzione di mappe di nanoindentazione ad alta velocità 3D (x, y, P) nonché lo sviluppo di algoritmi innovativi per l'esecuzione di mappe 4D (x, y, h, P) che possano efficacemente combinare la mappatura spaziale (x, y) e la modalità Continuous-Stiffness-Measurement (CSM) per l'acquisizione di profili (h) delle proprietà di interesse. L'obiettivo principale è quello di sviluppare e validare le suddette procedure di su materiali con funzionalizzazione superficiale, struttura e proprietà meccaniche eterogenee su aree vaste (cm²), rendendo i protocolli accademicamente e industrialmente standardizzabili e applicabili. Le potenzialità analitiche verranno estese a proprietà quali la tenacità a frattura e l'energia superficiale attraverso, ad esempio, lo sviluppo di algoritmi che tengano conto degli effetti dinamici derivanti dalle movimentazioni ad alta velocità). Il percorso dottorale prevederà lo studio e sperimentazione di strategie di analisi dati correlative (multimodali e multi-tecnica) che possano trarre vantaggio dall'impiego di algoritmi di clustering e machine learning, per l'identificazione di pattern statistici nei dati, al fine di identificare le diverse fasi e performance dei materiali mediante confronto e indicizzazione di database di proprietà. L'obiettivo ultimo, infine, prevederà l'estensione di quanto sviluppato a casistiche industriali reali. La candidatura è aperta a chi è in procinto di ottenere o ha ottenuto un titolo di laurea magistrale in un corso di ingegneria o scienze pertinente agli argomenti trattati quale: Ingegneria Meccanica, Ingegneria Biomedica, Ingegneria Chimica, Fisica, Scienza dei Materiali, Chimica, affini. . Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: EDOARDO BEMPORAD/MARCO SEBASTIANI. Link: www.stm.uniroma3.it."

- Harmonization and industrialization of nanoscale multi-modal/multi-technique high-speed nanomechanical testing.

"The development of high-speed nanoindentation has enabled the acquisition of mechanical property maps over squared millimeters of area with micron-scale resolution in a limited amount of time. This provides rich datasets which contain morphological and statistical data on the variation of mechanical properties in a microstructure, from which multiple information can be extracted by developing specific statistical approaches (also implementing machine learning based algorithms for the identification of phases and damaged areas). The potential applications of the high-speed nanomechanical testing could also be expanded to other properties than the conventional nanoindentation modulus and hardness, such as fracture toughness and surface free energy. The proposed program expects the development of a novel 4D (x, y, z, t) high-speed nanoindentation mapping method combining high-speed nanoindentation for surface mapping (x, y) and Continuous-Stiffness-Measurement (CSM) for depth profiling (z) of hardness (H) and modulus (E) as a function of time (t) in real industrial environments. The main aim is to develop, optimize and validate the method for mapping of the mechanical properties of structurally and mechanically heterogeneous materials over large areas and make it widely accepted and applicable in research laboratories across academia and industry. Mapping capabilities will be extended to fracture toughness and surface free energy, via the development of specific testing algorithms accounting for dynamical effects). Novel multi-technique/multi-modal data analysis strategies, envisaging the use of clustering and machine learning based statistical approaches, will be exploited for the identification of phases and material performances via integration with material databases. To ensure a success in the implementation of the new methodology, the mapping capability of the method will be exploited for in-line applications in real industrial environments. Applications are invited from candidates with or expecting a first-class Master's degree in (materials science/ surface engineering) relevant engineering or science degree such as Mechanical Engineering, Biomedical

Engineering, Chemical Engineering, Physics, Material Science, Chemistry or other related subjects.s. Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: EDOARDO BEMPORAD/MARCO SEBASTIANI. Link: www.stm.uniroma3.it ."

- Caratterizzazione avanzata di nanocompositi ceramici con tenacità a frattura incrementata, per applicazioni marine.

"La produzione di materiali ceramici che combinino elevati valori di resistenza e tenacità è ancora una questione aperta, e può avere una rilevanza fondamentale in settori critici quali l'ingegneria marina e la bioingegneria. La caratterizzazione dei fenomeni di propagazione delle cricche in materiali ceramici avanzati rappresenta quindi un aspetto cruciale per la progettazione di componenti e dispositivi ad elevate prestazioni. A questi concetti si aggiungono le tematiche centrali per il recente Green Deal europeo, in cui l'utilizzo di materiali ceramici resistenti e tenaci sarà richiesto in vari settori industriali. Risulta quindi chiaro come lo studio delle correlazioni microstruttura/processo/proprietà sarà l'elemento centrale per lo sviluppo di materiali innovativi con prestazioni avanzate. Sulla base di questo paradigma, questo programma dottorale sarà focalizzato sullo sviluppo di una serie di tecniche di caratterizzazione avanzata per supportare lo sviluppo e ottimizzazione di nanocompositi ceramici in Zirconia stabilizzata con ossido di Ittrio e Cerio (Ce-TZP ceramics). I principali obiettivi saranno: i) Acquisire conoscenze di base sui meccanismi fondamentali che regolano la nucleazione delle cricche e il cedimento di ceramici Ce-TZP; ii) Utilizzare le conoscenze sviluppate per la progettazione composizionale e microstrutturale di nuovi materiali ceramici nanocompositi; iii) Dimostrare la possibilità di controllare proprietà rilevanti (ed in particolare la tenacità) alle varie scale dimensionali; iv) Superare le barriere esistenti di resistenza e tenacità per i materiali nanocompositi ceramici. Il Progetto verrà sviluppato all'interno del gruppo di Scienza e Tecnologia dei Materiali, presso il dipartimento di ingegneria dell'università degli studi Roma Tre, in collaborazione con esperti del Politecnico di Torino per quel che riguarda la produzione dei nanocompositi. La candidatura è aperta a chi è in procinto di ottenere o ha ottenuto un titolo di laurea magistrale in un corso di ingegneria o scienze pertinente agli argomenti trattati quale: Ingegneria Meccanica, Ingegneria del Mare, Ingegneria Chimica, Fisica, Scienza dei Materiali, Chimica, affini. Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: MARCO SEBASTIANI/GIULIA LANZARA. Link: www.stm.uniroma3.it ."

- Advanced characterization of nanocomposite ceramics with improved toughness, for applications in marine environment

"The production of strong yet tough ceramics is particularly relevant for the biomedical and ocean engineering, where the achievement of metal-like reliability still represents a holy grail. Characterization and modelling of these phenomena are crucial to design the interface with predictable performance. Additionally, the green and digital transformations for the achievement of a circular economy in Europe will require the use of tough yet strong ceramic materials, together with clean and efficient materials manufacturing/modelling/characterization tools. It is therefore clear that microstructurally informed micro/nano-mechanical characterization of failure mechanisms can represent the new frontier for the development of next generation ductile ceramics. Basing on this paradigm, this PhD program will develop a suite of harmonized multiscale materials characterization methods, to support and boost the production of nanocomposite ceramic materials, with specific focus on Ceria-stabilized zirconia (Ce-TZP) nanocomposites. Therefore, the main objectives of this projects are: i) achieving a deeper insight into the mechanisms acting at the nano-microscale that affect crack nucleation and propagation in Ce-TZP ceramics. ii) exploiting such knowledge for the microstructural-compositional design of novel ceramic nanocomposite materials. iii) demonstrating the ability to tune relevant properties (primarily strength and toughness) at different length scales. iv) Exceeding the current upper limits of strength and toughness in nanocomposite ceramics. The project will be performed within the Materials Science and Technology group @ Roma Tre university, in close cooperation with scientists from Politecnico di Torino. Applications are invited from candidates with or expecting a first-class Master's degree in (materials science/ surface engineering) relevant engineering or science degree such as Mechanical Engineering, Biomedical Engineering, Chemical Engineering, Physics, Material Science, Chemistry or other related subjects.. Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: MARCO SEBASTIANI/GIULIA LANZARA. Link: www.stm.uniroma3.it ."

- Rivestimenti ottici in ZnS resistenti all'usura, progettazione e produzione di rivestimenti multifunzionali ad alta resistenza, metodi di prova innovativi per il controllo qualità.

"Il Solfuro di Zinco (ZnS) è un materiale con indice di rifrazione medio con una buona trasmissione di lunghezze d'onda nell'infrarosso. Le cupole di vetro sono ampiamente utilizzate per applicazioni che richiedono una barriera protettiva tra diversi ambienti; tali cupole funzionano come finestre, fornendo protezione a sensori o rilevatori elettronici senza compromettere il campo visivo. L'attività riguarderà lo studio di rivestimenti con soluzioni innovative che integrano proprietà ottiche e meccaniche dove vi è la necessità di migliorare la resistenza all'usura senza compromettere le proprietà ottiche del dispositivo. Si cercherà di definire uno o più protocolli di caratterizzazione, basati su tecniche di analisi quali la microscopia ottica e profilometria 3D, microscopia elettronica e prove meccaniche di superficie a livello micro/nano, al fine correlare la sollecitazione meccanica e la risposta elastica da parte dello strato protettivo. Tale progetto sarà condotto in collaborazione con la Leonardo S.p.A.. Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: EDOARDO BEMPORAD/PAOLO LAGANA"

- ZnS optical wear resistant coating, high endurance multifunctional coating design and production, innovative testing methods for coatings' quality control

"Zinc Sulphide (ZnS) is a medium refractive index material with good long wavelength transmission in the infrared. Glass domes are widely used for applications which require protective shield between different environments; domes perform as windows, providing protection to electronic sensors or detectors without sacrificing field of view. The activity will

concern the study of coatings with innovative solutions that integrate optical and mechanical properties where there is a need to improve wear resistance without compromising the optical properties of the device. It will try to define one or more characterization protocols, based on analysis techniques such as optical microscopy and 3D profilometry, electron microscopy and surface mechanical tests at the micro / nano level, in order to correlate the mechanical stress and the elastic response of the protective layer. Inquadramento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI. Tutor: EDOARDO BEMPORAD/PAOLO LAGANA"

- Modelli predittivi e di ordine ridotto dell'aeroacustica di configurazioni aeronautiche innovative

La propulsione elettrica distribuita (in inglese DEP) è uno delle configurazioni che meglio si adattano all'utilizzo di motori elettrici e che meglio ne sfruttano i benefici in termini di riduzione dei consumi e delle emissioni di inquinanti. Il tema proposto è focalizzato su tale configurazione innovativa e si incardina nelle attività previste nell'ambito di due progetti finanziati dalla Comunità Europea (ARTEM e ENODISE). Essi hanno come obiettivo principale la comprensione dei meccanismi fisici responsabili delle emissioni acustiche mediante analisi di tipo teorico, sperimentale e numerico e attraverso l'applicazione di tecniche avanzate di analisi dei dati e di ottimizzazione. Lo studio porterà alla definizione di modelli e metamodelli di ordine ridotto capaci di generalizzare i risultati ottenuti e di predire il comportamento dal punto vista acustico di configurazioni DEP generiche. Tutor: Prof.ROBERTO CAMUSSI/UMBERTO IEMMA. Inquadramento: INGEGNERIA AERONAUTICA, AEROSPAZIALE E NAVALE, COSTRUZIONI E STRUTTURE AEROSPAZIALI ING-IND/04, FLUIDODINAMICA ING-IND/06.

- Reduced-order and predictive models for the aeroacoustic analysis of innovative aeronautical configurations.

Distributed Electric Propulsion (DEP), is one of the propulsion configurations that is believed to exploit the benefits of electrical engines to drastically reduce fuel consumption and emissions. The PhD theme focuses on this topic and is correlated to the activities foreseen in two EU funded projects (ENODISE and ARTEM) that have the objective to understand the physics behind the aeroacoustics of DEP through deep theoretical, experimental and numerical studies. Appropriate data analysis procedures will be applied to provide reduced order models along with numerical procedures to produce efficient metamodells able to generalize the results and predict the aeroacoustic response of complex DEP configurations. Tutor: Prof.ROBERTO CAMUSSI/UMBERTO IEMMA. Inquadramento: INGEGNERIA AERONAUTICA, AEROSPAZIALE E NAVALE COSTRUZIONI E STRUTTURE AEROSPAZIALI ING-IND/04, FLUIDODINAMICA ING-IND/06.

- ANALISI DI SISTEMI DI POST TRATTAMENTO DEI GAS DI SCARICO IN MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

Nell'ambito del quadro normativo sempre più stringente nei confronti dell'impatto ambientale dei motori a combustione interna alternativi, riveste particolare interesse la definizione di strategie di riduzione delle emissioni inquinanti in termini di ottimizzazione sia della geometria e dei parametri del motore, sia dei dispositivi di depurazione dei gas combusti. L'impiego di dispositivi quali DPF ed SCR consente di ridurre l'impatto ambientale ed offre il vantaggio di non modificare sostanzialmente l'architettura del motore. La realizzazione di modelli per l'analisi del processo di deposizione del particolato e di rigenerazione nei filtri e per la simulazione del processo di iniezione di reagenti in sistemi di rimozione selettiva catalitica riveste particolare interesse non solo per la definizione dei parametri che influenzano le prestazioni di questi sistemi ma anche per l'interazione che essi hanno con il funzionamento del motore stesso. Il progetto di ricerca riguarda lo sviluppo di un modello di previsione delle prestazioni di tali dispositivi da validare mediante attività sperimentale in laboratorio finalizzato alla messa a punto di sistemi di calibrazione e controllo delle prestazioni del motore. Inquadramento: MACCHINE A FLUIDO ING-IND/08. Tutor: Prof.ssa Ornella CHIAVOLA.

- AFTERTREATMENT DEVICES FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Atmospheric emission regulations throughout the world have created a need for automotive manufacturers to continually refine engines in order to meet these regulations while remaining cost competitive. Aftertreatment solutions for internal combustion engines that include NOx and particulate control are an option to comply with the future legislation. SCR and DPF have been investigated in several numerical and experimental activities. The research activity focus on the developing of a model for the prediction of the aftertreatment efficiency and of its impact on the engine performance to be used in control oriented algorithms for the engine management. Experimental activity aims at validating the predicted results in terms of particle number and size distribution. Inquadramento: MACCHINE A FLUIDO. Tutor: Prof.ssa Ornella CHIAVOLA.

- Impiego di misure non intrusive per il controllo del processo di combustione in motori pluricilindrici

Algoritmi dedicati al monitoraggio e controllo delle condizioni di funzionamento di motori alternativi a combustione interna sono attualmente oggetto di grande interesse con l'obiettivo di ottimizzare il processo di combustione al fine di ridurre consumi ed emissioni in atmosfera. Sensori quali microfoni ed accelerometri hanno mostrato la loro attitudine a poter essere impiegati per il monitoraggio non intrusivo dell'evoluzione del processo di combustione. L'obiettivo della ricerca è l'implementazione e la sperimentazione di un sistema finalizzato al controllo della combustione in motori pluricilindrici compatibile per affidabilità ed onerosità all'impiego on board. Inquadramento: MACCHINE A FLUIDO ING-IND/08. Tutor: Prof.ssa Ornella CHIAVOLA.

- Engine control via non intrusive measurements

The real time monitoring and control of combustion effectiveness has been recognized as a valid tool to reduce pollutant emissions and fuel consumption from in internal combustion reciprocating engines. The control can be performed by means of closed loop algorithms able to provide information about the quality of combustion events through the evaluation of measured burn parameters. Most of the developed strategies to this purpose is based on the in-cylinder pressure signal with the aim to maintain the combustion phasing at an optimized value, despite changes due to engine ageing, fuel properties variation. Indirect methods have demonstrated their great potential for engine diagnosis. The

pressure increase caused by the combustion process in the chamber gives rise to the engine structure vibrations. The vibrations contain information about the combustion phenomenon but also comprise non-combustion related components; therefore it is necessary to process the signal in order to extract the combustion related components. The aim of the research is to implement a vibration-based methodology to be used in on-board control algorithms for the combustion control. Inquadramento: MACCHINE A FLUIDO. Tutor: Prof.ssa Ornella CHIAVOLA.

- Sviluppo e verifica delle prestazioni di un sistema di eliche distribuite a basso impatto acustico con controllo attivo e/o passivo dell'emissione acustica tramite modellazione, ottimizzazione e verifica sperimentale aerodinamica ed aeroacustica

La nascita di sistemi a propulsione elettrica distribuita ha introdotto una serie di nuove possibilità per il futuro della mobilità aerea. Questi sistemi si basano sull'utilizzo di propulsori mossi da un motore elettrico collegato ad una sorgente di energia. Il risultato è la grande flessibilità con cui è possibile progettare l'aeromobile incrementando le performance rispetto a configurazioni più classiche. Diversi prototipi che utilizzano la propulsione distribuita sono stati sviluppati recentemente. Sebbene possano apportare significativi miglioramenti nel progetto e nelle performance, ci sono una serie di problematiche che dovranno essere risolte prima che i prototipi possano essere messi in produzione. Una delle maggiori sfide per la comunità scientifica riguarda l'abbattimento delle emissioni rumorose provenienti dal sistema propulsivo. In particolare, l'aspetto più importante coinvolto nella generazione del rumore riguarda le caratteristiche non stazionarie del flusso e l'interazione tra i propulsori ad elica al variare dei parametri di interesse. Il presente progetto di ricerca si propone di studiare come le prestazioni aerodinamiche possano influenzare od essere influenzate dal comportamento acustico del sistema di eliche e come il sistema propulsivo possa trarre beneficio dall'installazione di un sistema di controllo del rumore attivo e/o passivo. Dopo un appropriato Design Of Experiments necessario per individuare i principali parametri in gioco e il loro intervallo di variazione, verranno condotte simulazioni URANS/LES. Dal database così costituito, tramite algoritmi di ottimizzazione saranno scelte le configurazioni più promettenti da testare sperimentalmente. Verranno quindi effettuati dei test di verifica per valutare i meccanismi di generazione del rumore e l'aerodinamica non stazionaria del sistema di eliche con lo scopo di ridurre le emissioni di rumore mantenendo le prestazioni aerodinamiche di progetto. Gli esperimenti verranno condotti in camera semi-anechoica con strumenti di misura per la velocità e l'acustica. L'applicazione di algoritmi di beamforming è parte integrante della caratterizzazione aeroacustica. Inquadramento: FLUIDODINAMICA ING-IND/06. Tutor: Dr. Alessandro DI MARCO.

- Development and performance assessment of a distributed low-noise propeller system with active and/or passive control noise mitigation solutions using aerodynamic and aeroacoustic modeling, optimization and experimental verification

The emergence of distributed electric propulsion (DEP) concepts for aircraft systems has enabled new capabilities in the overall efficiency, capabilities, and future air vehicles. Distributed electric propulsion systems feature the novel approach of utilizing electrically-driven propulsors which are only connected electrically to energy sources or power-generating devices. As a result, propulsors can be placed, sized, and operated with greater flexibility to leverage the synergistic benefits of aero-propulsive coupling and provide improved performance over more traditional designs. A number of conventional aircraft concepts that utilize distributed electric propulsion have been developed, along with various short and vertical takeoff and landing platforms. Although DEP-enabled vehicles may provide unprecedented enhancements in aircraft designs and performances, there are a number of technology and operational challenges that must be addressed to fully introduce the vehicles into production. Among the operational challenges the noise emission by the propulsion system is one of the most important issues tackled by the scientific community. Particularly, the unsteady characteristics of the flow and the interaction between the propellers are the most important aspects when noise generation is involved. This PhD research project deals with the study of how the aerodynamic performance is affected by the acoustic design features and how the propeller system will take benefit when an active and/or passive control system is installed to mitigate noise emissions. After a proper Design of Experiments to investigate the main driving parameters and their range of applicability, full scale URANS/LES simulations will be run and an optimization algorithm will be used to find the optimal configurations for the experimental tests. Verification tests will be carried out to assess the sound generating mechanisms and the unsteady aerodynamics of the propellers system with the aim of reducing sound emissions maintaining the design aerodynamic performances. The experiments will be run in a semi-anechoic chamber with anemometry and acoustic equipment. Application of beamforming technique with up-to-date algorithms will be an integral part of the aeroacoustic characterization task. Inquadramento: FLUIDODINAMICA. Tutor: Dr. Alessandro DI MARCO.

- Sviluppo di metodologie per il design preliminare di velivoli multirottore

I velivoli multirottore sembrano essere i perfetti candidati per lo sviluppo di una mobilità urbana alternativa basata sull'utilizzo di velivoli elettrici a decollo verticale a basso impatto ambientale ed acustico. L'attività proposta si focalizza sullo sviluppo di metodologie per la progettazione preliminare di velivoli multirottore, con particolare riguardo alle problematiche riguardanti la dinamica del volo, l'aerodinamica interazionale e l'aeroacustica, che risultano essere argomenti di estremo interesse ed ancora poco esplorati. L'obiettivo è lo sviluppo di modelli teorico-numeric, accurati ed efficienti, per il controllo del velivolo in presenza di controlli ridondanti e per la valutazione delle sue emissioni acustiche. In tale contesto, le formulazioni comunemente utilizzate per la predizione del rumore in campo aeronautico verranno arricchite per includere effetti specifici quali rumore di broadband ed elasticità di pala. Tutor: MASSIMO GENNARETTI/GIOVANNI BERNARDINI. Inquadramento: INGEGNERIA AERONAUTICA, AEROSPAZIALE E NAVALE ING-IND/04

- Development of methodologies for the preliminary design of multicopter aircraft

Multicopter aircraft are ideal candidates for the development of alternative urban mobility based on electric vertical take-off

aircraft with low environmental and acoustic impact. In this context, the proposed activity focuses on the development of methodologies for the preliminary design of multirotor aircraft in the fields of flight dynamics, interactional aerodynamics, and aeroacoustics, which are topics of great interest and still little explored. The goal pertains to the development of theoretical-numerical models, accurate and efficient, for vehicle control in presence of redundant controls and the prediction of its noise emissions. In this context, the formulations commonly used for predicting noise in the aeronautical field will be enriched to include specific effects such as broadband noise and blade elasticity. Tutor: MASSIMO GENNARETTI/GIOVANNI BERNARDINI. Inquadramento: INGEGNERIA AERONAUTICA, AEROSPAZIALE E NAVALE ING-IND/04

- Progettazione concettuale/preliminare di un velivolo convertiplano elettrico/ibrido

I convertiplani risultano essere velivoli particolarmente idonei per lo sviluppo sostenibile della mobilità intercity/interregionale, in quanto coniugano le caratteristiche degli elicotteri con quelle degli aeroplani. Ad oggi, un punto debole di tali velivoli risiede nel loro elevato impatto ambientale sia in termini di emissioni nocive che sonore. La propulsione ibrido/elettrica è un valido approccio per alleviare questo tipo di problemi. In questo contesto, l'attività di ricerca si focalizza sullo sviluppo di tecniche e modelli teorico-numerici, accurati ed efficienti, per la modellazione della propulsione ibrido/elettrica da integrare in un ambiente di progettazione concettuale/preliminare multidisciplinare di velivoli convertiplani. Una soluzione propulsiva di questo tipo, incidendo pesantemente sulla filosofia di progetto del velivolo, richiederà una ridefinizione anche della filosofia di progettazione dell'intero velivolo, sia in termini di configurazione che di architettura strutturale. Tutor: Jacopo Serafini. Inquadramento: INGEGNERIA AERONAUTICA, AEROSPAZIALE E NAVALE ING-IND/04

- Conceptual/preliminary design of an electric/hybrid tiltrotor

Tiltrotors seem to be vehicle particularly suitable for the development of sustainable intercity/interregional mobility, as they combine the characteristics of helicopters with those of airplanes. To date, a point of weakness of these aircraft lies in their high environmental impact both in terms of pollution and noise. Hybrid/electric propulsion could be a valid approach to alleviate this type of problems. In this framework, the research activity focuses on the development of accurate and efficient theoretical-numerical models to integrate the hybrid/electric propulsion into the multidisciplinary conceptual/preliminary design of tiltrotors. A propulsive solution of this type, heavily affecting the design philosophy of the aircraft, will also require a redefinition of the design philosophy of the entire aircraft, both in terms of configuration and structural. Tutor: Jacopo Serafini. Inquadramento: INGEGNERIA AERONAUTICA, AEROSPAZIALE E NAVALE ING-IND/04

- Sviluppo di un sensore per la misura dell'angolo di flappeggio delle pale di elicottero

La meccanica del volo degli elicotteri è in gran parte comandata dall'orientamento nonché dal grado di conicità del disco rotorico, che vengono regolati dal pilota tramite il comando collettivo e ciclico. Attualmente gli elicotteri non sono dotati di una misura diretta di questi gradi di libertà e la loro valutazione avviene tramite stima a partire dal moto della fusoliera, caratterizzata da una dinamica più lenta rispetto a quella delle pale. Questo riduce la banda passante dei sistemi di controllo impiegati a bordo dei velivoli, con ripercussioni negative che spaziano dal peggioramento delle qualità di volo a problemi di aeronavigabilità. Nel corso del triennio di dottorato, lo studente metterà a punto numericamente e sperimentalmente un sistema di misura della deflessione delle pale basato su estensimetri e sensori di rotazione, proseguendo una collaborazione già in atto col Politecnico di Milano. Al tempo stesso, valuterà i vantaggi in termini di prestazioni dei sistemi di controllo. Tutor: GIOVANNI BERNARDINI. Inquadramento: INGEGNERIA AERONAUTICA, AEROSPAZIALE E NAVALE ING-IND/04

- Development of a sensor for measuring the flapping angle of helicopter blades

The flight mechanics of helicopters is largely controlled by the orientation as well as by the degree of taper of the rotor disc, which are adjusted by the pilot through collective and cyclic control. Currently, helicopters are not equipped with a direct measurement of these degrees of freedom and their evaluation is carried out through estimation starting from the motion of the fuselage, characterized by dynamics slower than that of the blades. This reduces the bandwidth of the control systems used onboard, with negative repercussions ranging from worsening flight quality to airworthiness problems. During the three-year doctorate, the student will numerically and experimentally develop a system for measuring the deflection of the blades based on strain gauges and rotation sensors, continuing a collaboration already in place with Politecnico di Milano. At the same time, it will evaluate the performance benefits on the control systems. Tutor: GIOVANNI BERNARDINI. Inquadramento: INGEGNERIA AERONAUTICA, AEROSPAZIALE E NAVALE ING-IND/04

- Monitoraggio e controllo di parchi eolici galleggianti

I parchi galleggianti rappresentano la prossima frontiera dell'energia eolica offshore, permettendo lo sfruttamento delle risorse presenti in tratti di mare profondi, dove le strutture con fondazioni sul fondale non sono applicabili. Partendo dalla simulazione della singola turbina galleggiante, l'attività di ricerca sarà incentrata sullo sviluppo di tecniche di monitoraggio e controllo dei parchi eolici galleggianti, sia in riferimento alla parte emersa (turbina) che immersa (galleggiante), aventi come obiettivo la diminuzione del Levelized Cost of Energy (riduzione costi O&M aumento della potenza prodotta, riduzione costo impianto). Tutor: MASSIMO GENNARETTI/JACOPO SERAFINI. Inquadramento: INGEGNERIA AERONAUTICA, AEROSPAZIALE E NAVALE ING-IND/04

- Monitoring and control of floating wind farms

Floating wind farms represent the next frontier of offshore wind energy, allowing the exploitation of resources present in deep sea zones, where structures with foundations on the seabed are not applicable. Starting from the simulation of the single floating turbine, the research activity will be focused on the development of monitoring and control techniques for both emerged (turbine) and submerged (floating) part, with the aim of decreasing the Levelized Cost of Energy (O&M cost

reduction, increase in power produced, reduction in plant cost). Tutor: MASSIMO GENNARETTI/JACOPO SERAFINI.
Inquadramento: INGEGNERIA AERONAUTICA, AEROSPAZIALE E NAVALE ING-IND/04

- Impianti di potenza a CO2 supercritica

Nell'ambito della produzione di potenza elettrica, stanno riscuotendo interesse cicli innovativi a CO2 trans-critica e supercritica. Tuttavia, lo sviluppo di alcuni componenti fondamentali, quali le turbomacchine per il gruppo di potenza e gli scambiatori di calore, pone ancora notevoli problematiche. Il lavoro dottorale consisterà nella progettazione ed analisi di tali componenti e nell'analisi preliminare in condizioni nominali e fuori progetto dell'intero impianto di potenza.

Inquadramento: MACCHINE A FLUIDO ING-IND/08. Tutor: Dr.ssa Ambra GIOVANNELLI.

- Supercritical CO2 power plants

The emerging technology of supercritical carbon dioxide (S-CO2) cycles show potential advantages if compared to conventional plants. The current bottleneck in exploiting such cycles is the development of novel components such as turbomachines and heat-exchangers. The work will be focused on design and analysis of the main plant components and on the analysis at design and off-design conditions of the power plants. Inquadramento: MACCHINE A FLUIDO. Tutor: Dr.ssa Ambra GIOVANNELLI.

- Metodi e sistemi sperimentali per la caratterizzazione funzionale in situ di dispositivi MEMS per applicazioni in medicina e biologia

Negli ultimi anni, il mercato di dispositivi basati su tecnologia MEMS è cresciuto rapidamente in virtù delle molteplici applicazioni in diversi settori, con particolare riferimento non solo all'industria automobilistica e alle telecomunicazioni ma anche alla biologia e alla medicina, che da più parti appaiono come i segmenti più promettenti per il prossimo futuro. Tra i MEMS per applicazioni biomedicali, i microgripper attualmente costituiscono oggetto di diffuso interesse da parte della comunità scientifica, grazie alle loro potenzialità nella manipolazione di cellule e tessuti su scala micrometrica, consentendo in taluni casi anche la misura di grandezze fisiche, come ad esempio misure di spostamenti e forze di piccolissima entità. Proprio la valutazione quantitativa delle suddette potenzialità, attraverso la misura delle caratteristiche meccaniche e funzionali dei microgripper con metodi oggettivi, ripetibili e riproducibili, è ancora oggi una meta impegnativa e di estremo interesse nonostante la gran profusione di studi su tali dispositivi, costituendo di fatto un passo necessario, non solo per la conoscenza approfondita del loro utilizzo ed ottimizzazione ma anche per migliorarne le qualità, in vista di applicazioni sempre più articolate e di grande interesse per la collettività, in un settore che risulta comunque di frontiera nel panorama tecnologico attuale. Tutor: Prof. Salvatore Andrea Sciuto. Inquadramento: MISURE MECCANICHE E TERMICHE ING-IND/12

- Methods and systems for in situ performance assessment of MEMS devices for medicine and biology application

In recent years, the MEMS market has grown significantly due to the huge number of applications in different areas, with particular reference not only to the automotive and telecommunication industries but also to biology and medicine, that appear to be the most promising segments for the near future. Among MEMS for biomedical applications, microgrippers are of widespread interest to the scientific community, due to their potential in micromanipulation of cells and tissues, even allowing in some applications the measurement of physical quantities, such as very small displacements and forces. The assessment of the above-mentioned potentialities, through the design and development of objective, repeatable and reproducible methods for measuring the performance of microgrippers, is still a challenging and very interesting goal, despite the great number of studies on these devices, providing a necessary step in the full knowledge of their use and optimization, but also for their improvement, in view of more and more complex applications that are significant for the community, in a field that is at the frontier of the current technological landscape. Tutor: Prof. Salvatore Andrea Sciuto. Inquadramento: MECHANICAL AND THERMAL MEASUREMENTS ING-IND/12

- Metodi e sistemi per la verifica delle caratteristiche metrologiche della strumentazione diagnostica ad ultrasuoni per uso clinico

Grazie alla loro grande utilità e versatilità, i sistemi ad ultrasuoni per la diagnostica clinica ricoprono ad oggi una delle maggiori fette del mercato internazionale dell'imaging medicale, secondo tre segmenti principali: imaging 2D (il segmento più ampio), imaging 3D e 4D, Doppler. Tra essi i sistemi eco-doppler consentono di rilevare la presenza, direzione, velocità e caratteristiche dei flussi sanguigni nei vasi e ad oggi il Color Flow Imaging (CFI) risulta una delle applicazioni più comuni: essa consiste in una rappresentazione duplice, dove alla morfologia dei distretti anatomici vengono aggiunte informazioni sui flussi sanguigni, sovrapponendo all'immagine bidimensionale in livelli di grigio una immagine a colori funzione dei campi di velocità misurati. Nonostante la grande diffusione e la rilevanza sia economica sia diagnostica, ancora oggi non è presente uno standard condiviso a livello internazionale sulla caratterizzazione e verifica prestazionale degli ecotomografi, in particolare per il CFI dove oltre al vuoto normativo si osserva anche una scarsa letteratura scientifica in merito. Tuttavia è diffusa nella comunità scientifica l'opinione che, in virtù dei notevoli progressi cui sta andando incontro tale tecnologia, unitamente alla elevata complessità (superiore ad altre tecnologie ad ultrasuoni, es. B-mode, PW-Doppler), si renda comunque necessario stabilire dei criteri oggettivi per la misura delle prestazioni di tali strumenti, ciò sia ai fini manutentivi sia per lo sviluppo di nuove tecnologie diagnostiche ad ultrasuoni, che per le loro caratteristiche di real-time e innocuità nei confronti della salute del paziente ad oggi spesso non risultano sostituibili. Tutor: Prof. Salvatore Andrea Sciuto. Inquadramento: MISURE MECCANICHE E TERMICHE ING-IND/12

- Methods and systems for evaluating the metrological performances of medical ultrasound instrumentation

Owing to its great usefulness and versatility, diagnostic ultrasound is among the most important diagnostic imaging technologies in the world and can be segmented in three main classes: 2D imaging (the largest technology segment), the 3D&4D imaging and Doppler. In particular Doppler ultrasound is used to detect the presence, direction, velocity and

properties of blood flow in vessels and today Colour Flow Imaging (CFI) is one of its most typical applications: a scanning mode that combines gray-scale imaging with two-dimensional colour mapping of flow information in real-time, superimposing different colours on the bidimensional gray scale image. Performances evaluation of diagnostic ultrasound equipment is a widespread and actual issue for the scientific community, as well as for manufacturers and end users (i.e. physicians, technicians), and it can be used for technological development and maintenance purposes, nevertheless, a shared worldwide standard on ultrasound equipment testing is not published yet and, despite the great number of publications in literature, there is a lack especially on CFI testing. Nevertheless the CFI is much more technical demanding than other ultrasound technologies (i.e. B-mode, PW-Doppler) with a continuous evolution and improvements, that need the definition of objective criteria, procedures and methods for quality assessment by means of repeatable and objective measurements. This is useful both for maintenance and research purposes, taking also into account the often irreplaceable real-time and patient-safety characteristics of the ultrasound technology. Tutor: Prof. Salvatore Andrea Sciuto. Inquadramento: MECHANICAL AND THERMAL MEASUREMENTS ING-IND/12

- Medium voltage power converter configurations and control aspects for railways applications

L'attività ha lo scopo di valutare possibili configurazioni elettroniche di potenza e relativo controllo per applicazioni ferroviarie in media tensione prevalentemente DC secondo gli standard a 1500V e 3000V. Le applicazioni sono riconducibili ad apparati per il recupero dell'energia durante la fase di frenata, così come sistemi per l'alimentazione di ausiliari. Inquadramento: INGEGNERIA DELL'ENERGIA ELETTRICA / ELECTRICAL ENERGY ENGINEERING ING-IND/33

- Medium voltage power converter configurations and control aspects for railways applications

The activity aims to evaluate possible power electronics configurations and control strategies for medium voltage railway applications, mainly according to the 1500V and 3000V DC standards. The applications are attributable to equipment for energy management, as well as systems devoted to supply auxiliaries along the railway line.

Inquadramento: INGEGNERIA DELL'ENERGIA ELETTRICA / ELECTRICAL ENERGY ENGINEERING ING-IND/33.

- Il concetto di Digital Twin applicato all'elettronica di potenza e agli azionamenti elettrici, prospettive di impiego e conseguenti possibili evoluzioni tecnologiche nei componenti dei sistemi.

Efficienza, tolleranza ai guasti, stima dello stato di salute dei dispositivi sono aspetti fondamentali per i convertitori elettronici di potenza e gli azionamenti elettrici impiegati in diverse applicazioni. La presenza dei convertitori elettronici di potenza è sempre più diffusa nei sistemi industriali, nella generazione da fonti rinnovabili, nei sistemi per la mobilità elettrica; di conseguenza, con particolare riferimento alle applicazioni caratterizzate da elevati costi di manutenzione, le attività di ricerca e sviluppo nel settore sono sempre più rivolte a temi specifici legati all'andamento del degrado dei dispositivi oltre che alla diagnostica online dei convertitori elettronici di potenza per il tramite dell'esecuzione di simulazioni in tempo reale. In tale contesto, l'attività triennale di formazione e ricerca dovrà evidenziare le potenzialità del concetto di Digital Twin nel campo dei convertitori elettronici di potenza e degli azionamenti elettrici e le caratteristiche necessarie dei futuri dispositivi, in termini di integrazione di componenti intelligenti e sensori collegati al Sistema Digital Twin. Inquadramento: INGEGNERIA DELL'ENERGIA ELETTRICA / ELECTRICAL ENERGY ENGINEERING ING-IND/33.

- The Digital Twin concept in power electronics and electric drives, potential applications, and consequent technological evolutions in the systems' components.

Efficiency, fault tolerance, prediction of operating points and health estimation are fundamental aspects for power electronic converters as well for the entire electric drives to be used in several applications. Considering that power electronics will massively spread in applications and with reference to applications with high maintenance costs, future research and development activities are even more aimed at specific themes related to the anticipation of the degradation progress of devices as well to the online diagnostic analysis of power electronic converters utilizing real-time simulation execution. The 3-years education and research activity will have to highlight the potential of the Digital Twin concept in the field of power electronic converters and electric drives, and the required characteristics for the next generation devices in terms of smart components integration and sensors connected to the Digital Twin system.

Inquadramento: INGEGNERIA DELL'ENERGIA ELETTRICA / ELECTRICAL ENERGY ENGINEERING ING-IND/33.

- Power Hardware In the Loop (PHIL) real-time emulators for electrical machines and power converters

L'argomento è relativo allo sviluppo di emulatori real-time avanzati basati sul concetto di Power Hardware In the Loop (PHIL) da impiegare per la simulazione di macchine elettriche e convertitori elettronici di potenza. PHIL è una tecnologia all'avanguardia che permette di emulare azionamenti elettrici in tempo reale senza alcun elemento meccanico rotante. Il PHIL coinvolgerà diversi aspetti come calcolo ad alte prestazioni, tecniche di controllo, elettronica di potenza, modellazione e controllo di macchine elettriche. Inquadramento: INGEGNERIA DELL'ENERGIA ELETTRICA / ELECTRICAL ENERGY ENGINEERING ING-IND/33.

- Power Hardware In the Loop (PHIL) real-time emulators for electrical machines and power converters

The topic relates to the development of advanced real-time emulators based on the concept of Power Hardware In the Loop (PHIL) to be used for the simulation of electrical machines and power electronic converters. PHIL is a state-of-the-art technology that allows you to emulate electrical drives in real time without any rotating mechanical element. PHIL will involve different aspects such as high-performance computing, control techniques, power electronics, modeling and control of electrical machines. Inquadramento: INGEGNERIA DELL'ENERGIA ELETTRICA / ELECTRICAL ENERGY ENGINEERING ING-IND/33.

Il candidato sceglierà una tematica in fase di presentazione della candidatura on line

Procedura concorsuale

Valutazione titoli	Sarà valutato il curriculum studiorum del candidato, con particolare attenzione a quanto riportato nell'abstract della tesi di laurea, alle precedenti esperienze di ricerca e agli eventuali prodotti (e.g. pubblicazioni). Al candidato verrà altresì richiesto di presentare un progetto di ricerca collocato negli ambiti generali del corso di dottorato in Ingegneria Meccanica e Industriale dell'Università Roma Tre che sviluppi le tematiche specifiche eventualmente indicate nel bando.
Prova orale	Il candidato sosterrà un colloquio durante il quale verranno accertate le competenze di base, l'attitudine alla ricerca scientifica anche sulla base del suo CV e le capacità di discutere argomenti di ingegneria meccanica e industriale. Il candidato illustrerà altresì il progetto di ricerca presentato chiarendone il proprio ruolo, la valenza formativa e di ricerca avvertita, la fattibilità e la coerenza con il contesto scientifico scelto. Verrà infine valutata l'adeguatezza della conoscenza della lingua inglese. La prova orale può essere svolta in presenza dei candidati o, su loro richiesta, attraverso Skype (address: phd-imi)
Informazioni e recapiti	Web site: https://ingegneria.uniroma3.it/ricerca/dottorati-di-ricerca/dottorato-di-ricerca-in-ingegneria-meccanica-e-industriale/ Mail: marina.cibati@uniroma3.it N. Telefono: +3906 5733 3259
Eventuali ulteriori informazioni	

Curriculum studiorum

data e voto di laurea (obbligatorio)
 elenco degli esami sostenuti per la laurea **MAGISTRALE** e relative votazioni (obbligatorio)
 elenco degli esami sostenuti per la laurea **TRIENNALE** e relative votazioni
 elenco cronologico di Borse di studio, Assegni di ricerca (et similia) percepiti
 Diplomi/certificati di conoscenza lingue estere
 Diplomi/attestati di partecipazione di corsi universitari post-lauream
 Attestati di partecipazione a gruppi di ricerca
 Attestati di partecipazione a stage
 Altri riconoscimenti (p. es.: premiazione in concorsi, seconda laurea)

Ulteriore documentazione richiesta ai candidati

abstract tesi di laurea	Obbligatorio
progetto di ricerca	Obbligatorio
prima lettera di presentazione (a cura di un docente)	Obbligatorio
elenco delle pubblicazioni	Non obbligatorio
descrizione delle precedenti esperienze di ricerca	Non obbligatorio
pubblicazioni (un pdf per ciascuna)	Non obbligatorio
tesi di laurea (completa) - i candidati LAUREANDI dovranno caricare almeno una bozza della tesi completa	Non obbligatorio

Competenza linguistica richiesta ai candidati

Il candidato dovrà obbligatoriamente conoscere le seguenti lingue:
INGLESE

Roma, 18 giugno 2021

UMBERTO IEMMA