



POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI MECCANICA

meccanica magazine

NUMERO DUE



MILANO FEBBRAIO 2021 / PERIODICO ANNUALE / DISTRIBUZIONE GRATUITA

I meccanica magazine

Meccanica Magazine, un anno del Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano "in stampa". La nostra ricerca, i nostri risultati, la nostra cultura e il nostro sguardo verso il futuro.

Meccanica Magazine, a year of the Department of Mechanical Engineering of Politecnico di Milano "in print". Our research, achievements, culture, and a glance to the future.

Dipartimento di Meccanica
via Giuseppe La Masa, 1 - Milano
www.mecc.polimi.it



Pubblicazione annuale n. 2
Febbraio 2021

Registrazione presso il Tribunale
di Milano n° 238 del 06/11/2019

Stampa: Editoria Grafica
Colombo - Valmadrera (LC)

Meccanica Magazine

Periodico Annuale

Direttore Responsabile

Marco Bocciolone

Responsabile Editoriale

Riccardo Casati

Comitato Editoriale

Paolo Schito

Gisella Tomasini

Andrea Manes

Emanuele Zappa

Marina Carulli

Ali Gökhan Demir

Editore e Proprietario

Politecnico di Milano - Dipartimento di Meccanica

Meccanica Magazine è realizzato
in collaborazione con:
Francesca Brambilla Comunicazione

02



DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA
MIUR 2018-2022

Governance

Head of Department: Prof. Marco Bocciolone
Deputy Head: Prof. Bianca Maria Colosimo
Head of Administration: Dr. Alessandro Tosi Giorcelli

Scientific Commission

Prof. Marco Bocciolone
 Prof. Bianca Maria Colosimo

 Prof. Massimiliano Gobbi
 Prof. Marco Giglio
 Prof. Maurizio Vedani
 Prof. Carlo Mapelli
 Prof. Giorgio Colombo
 Prof. Gaetano Cascini
 Prof. Bortolino Saggin
 Prof. Alfredo Cigada
 Prof. Michele Monno
 Prof. Giovanni Moroni
 Prof. Paolo Pennacchi
 Prof. Roberto Corradi

Department Board

Prof. Marco Bocciolone
 Prof. Bianca Maria Colosimo

Prof. Francesco Braghin: international affairs
 Prof. Stefano Manzoni: education
 Prof. Francesco Ferrise: culture, sport, equal opportunities, social responsibility
 Prof. Stefano Foletti: young researchers, research lines and department interactions
 Prof. Riccardo Casati: communication and Alumni
 Prof. Barbara Previtali: "Department of Excellence" and "Competence Center Made" projects

Dr. Alessandro Tosi Giorcelli

Research Lines

Dynamics and Vibration of Mechanical Systems and Vehicles: Head Prof. Roberto Corradi
 Machine and Vehicle Design: Head Prof. Marco Giglio
 Manufacturing and Production Systems: Head Prof. Giovanni Moroni
 Materials: Head Prof. Maurizio Vedani
 Measurements and Experimental Techniques: Head Prof. Bortolino Saggin
 Methods and Tools for Products Design: Head Prof. Giorgio Colombo

Faculty and Staff (as of December 2020)

Full Professors: 36
 Associate Professors: 46
 Assistant Professors: 39
 Research fellows (not PhD): 58
 PhD Candidates: 192
 Technical and administrative staff: 47

Advisory Board

Alessio Facondo: CEO at Fimer S.p.A
 Andrea Zanella: Global Marketing Director at Kedrion Biopharma and Vice Chairman at Dianax Srl
 Bartolomeo Pescio: SVP, Head BU Nordics at Yara International
 Lorena Capoccia: CEO and Board Member at Sicme Motori
 Lucia Chierchia: Managing Partner at Gellify
 Marco Fainello: CTO at Danisi Engineering and Executive Director at Addfor SpA
 Paolo Braghieri: Business Owner at G.B.C. s.a.
 Paolo Cederle: Italian Executive Chairman and Country Manager at Everis SpA
 Paolo Manzoni: Co-Founder NEGOCO Srl - QUIGO
 Roberto Beltrame: Managing Director at Microelettrica Scientifica and CEO at KBRSI (Knorr-Bremse Rail System Italia)
 Tommaso Ghidini: Head of the Structures, Mechanisms and Materials Division at TEC-MS Mechanical Department, ESA - European Space Agency

Department of Excellence

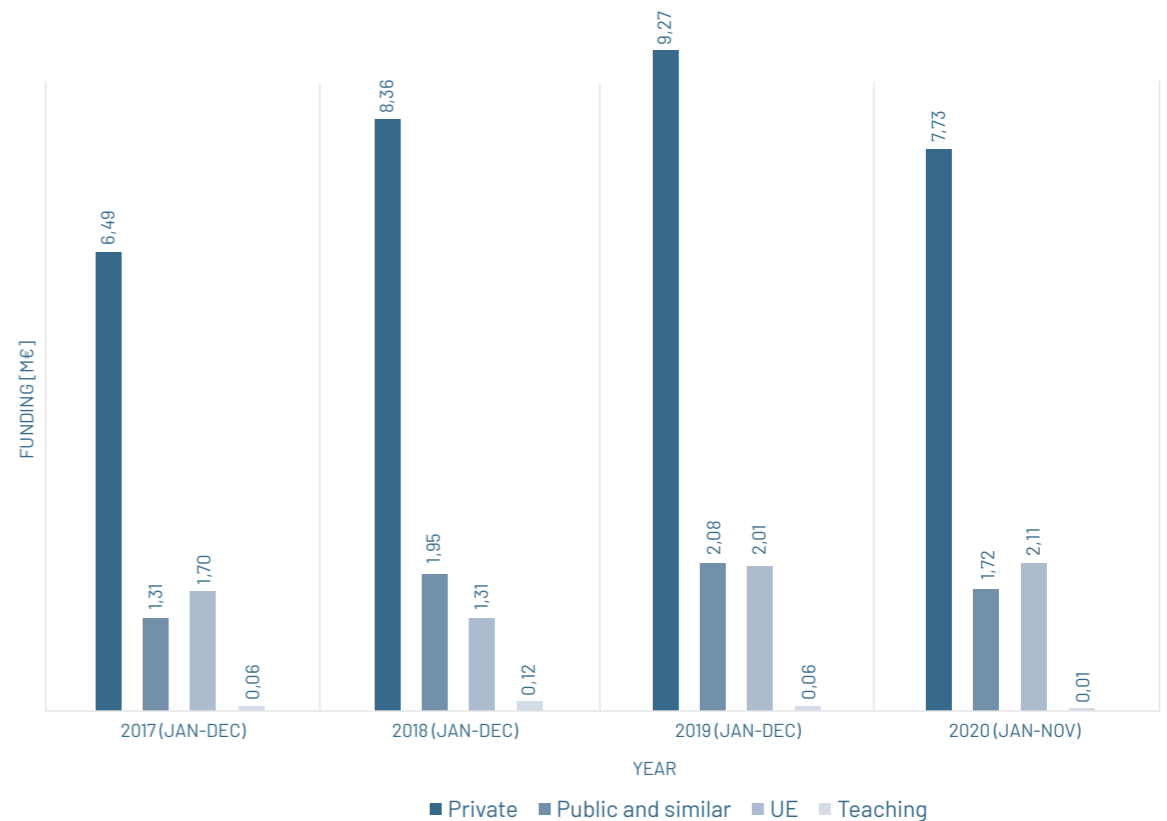
The Department of Mechanical Engineering is one of the 180 "Departments of Excellence" selected in January 2018 by Italian MIUR, Ministry of Education, University and Research. Chosen among over 750 competing departments, DMEC will benefit of a five-year dedicated funding for recruitment of faculty and staff, infrastructures and education, linked to the development of the project LIS4.0 Lightweight and Smart Structures for Industry 4.0.

Rankings

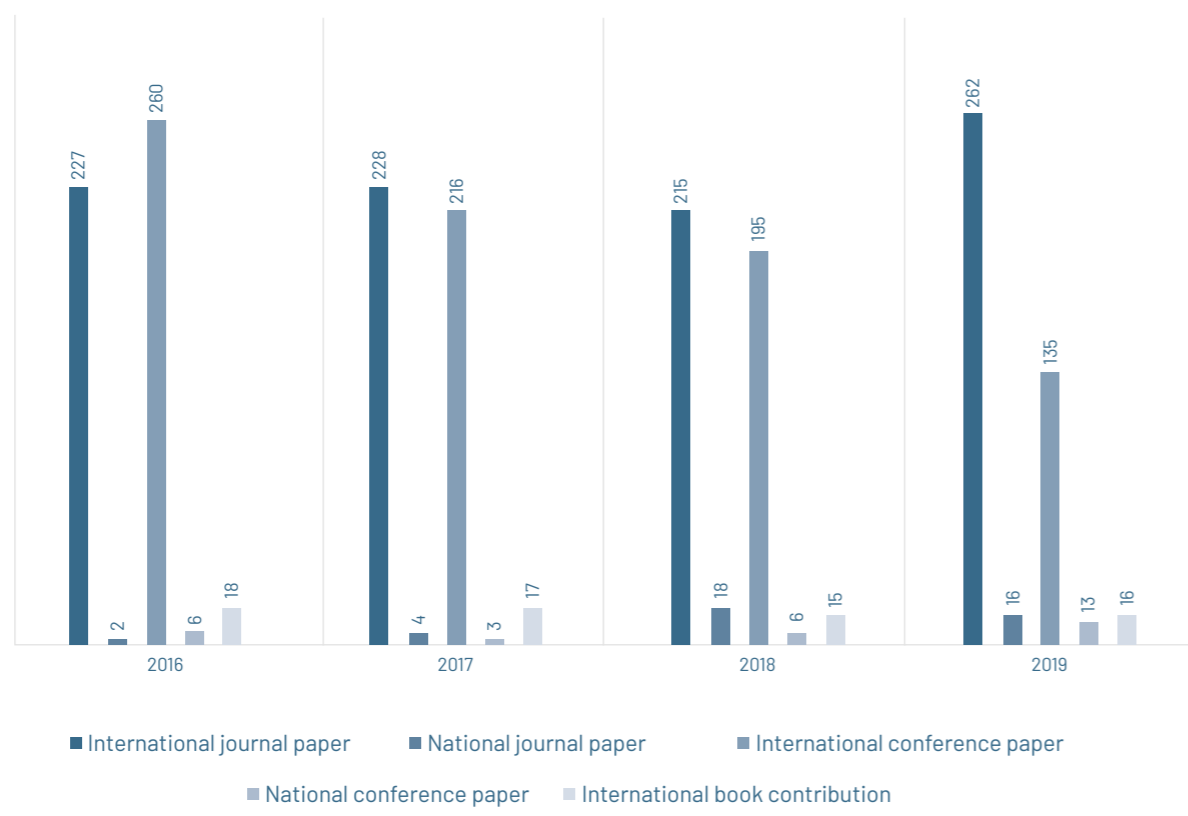
In 2020 our Department achieved the 9th position in the world, 5th in Europe and 1st in Italy according to QS World University Ranking by Subject - Mechanical, Aeronautical and Manufacturing Engineering.

National and international research projects

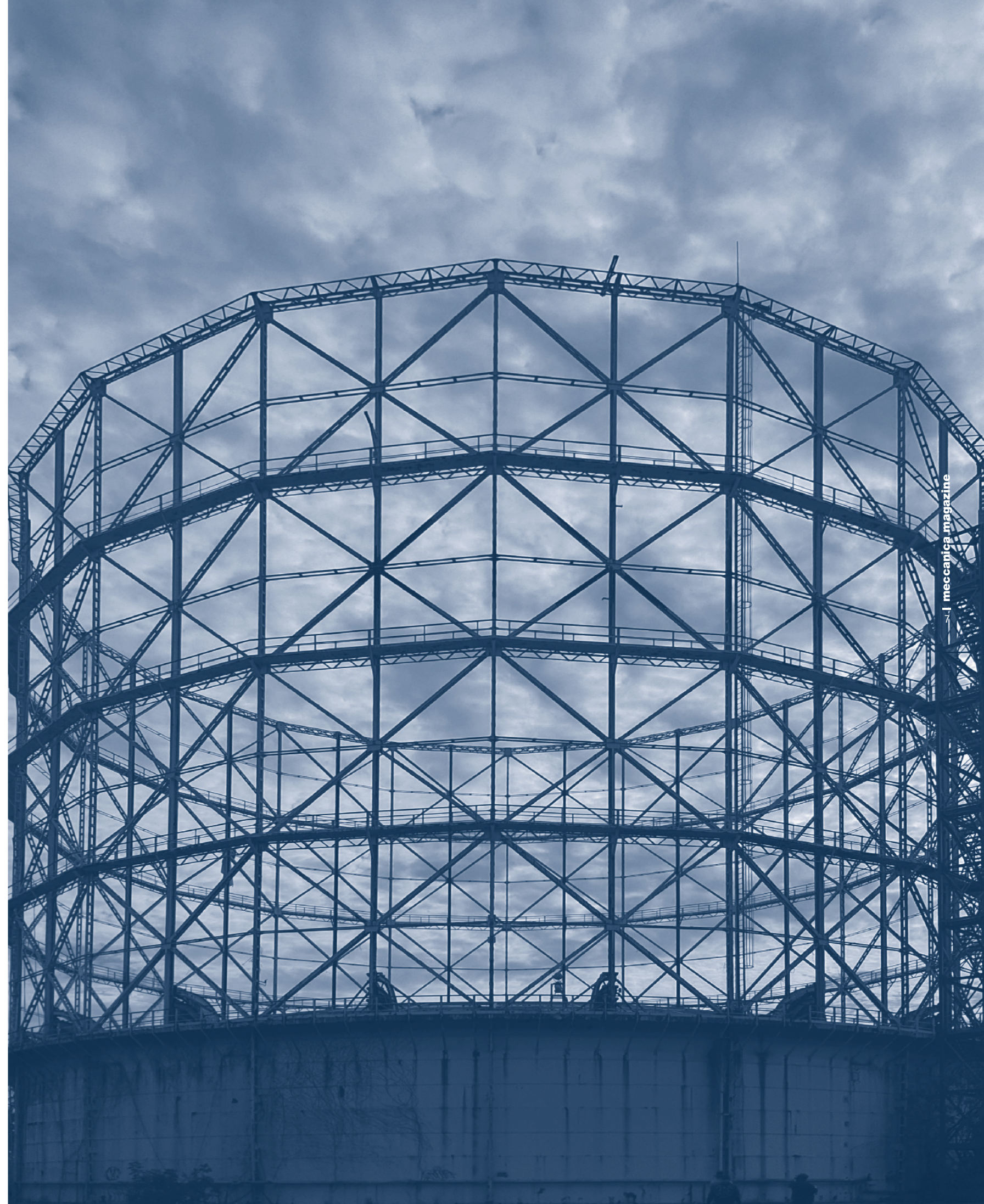
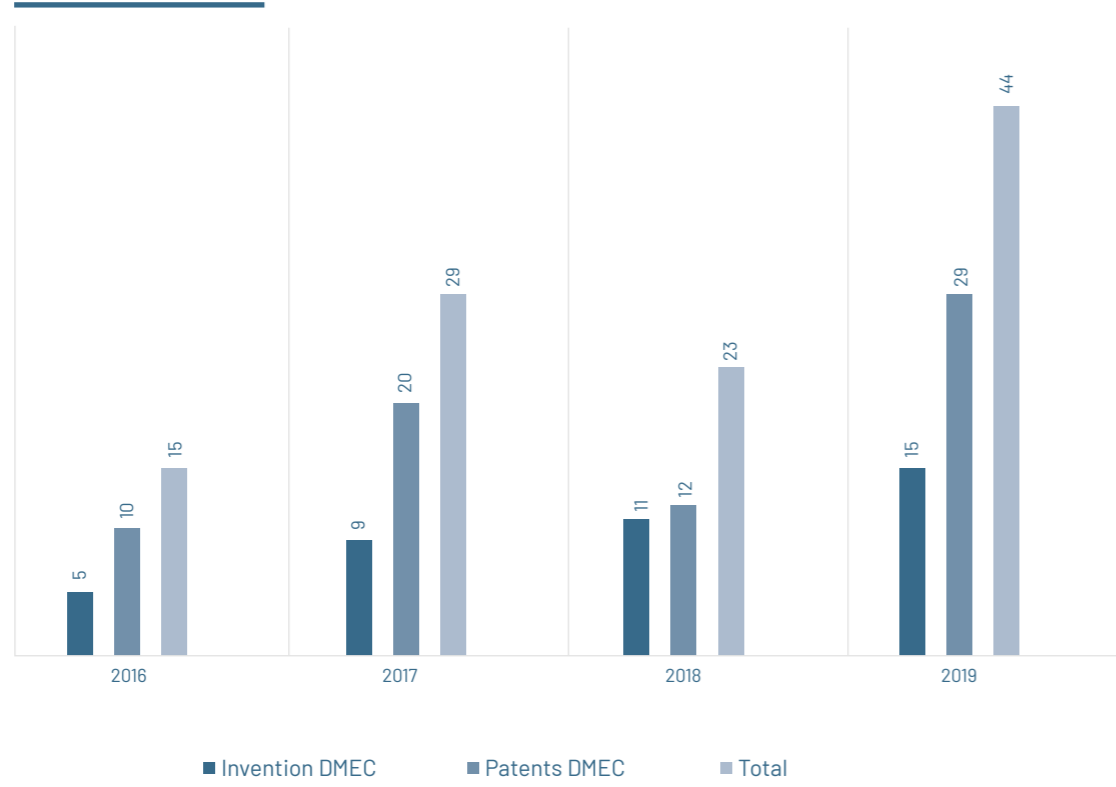
23 H2020 EU-funded projects currently active
 31 Other European/National/Regional projects currently active



Publications and Conferences



Patents / Inventions



MECCANICA DEI SISTEMI

Responsabile di sezione
Prof. Roberto Corradi



ITA La sezione di Meccanica dei Sistemi, con i suoi 40 docenti e gli oltre 70 ricercatori a contratto, tra dottorandi, post-doc e collaboratori alla ricerca, è la più numerosa del Dipartimento di Meccanica. La sua attività di ricerca si articola in cinque aree tematiche (Meccatronica e Robotica, Dinamica dei Veicoli Ferroviari, Dinamica dei Veicoli Stradali, Dinamica dei Rotori, Ingegneria del Vento) e coinvolge sia lo sviluppo di modelli di simulazione e di calcolo, sia una intensa attività sperimentale, in laboratorio e in campo. La competenza e la passione delle persone, unite a laboratori di ricerca unici nel panorama nazionale ed internazionale, sono i punti di forza della sezione.

Il 2020 è stato, anche per il nostro gruppo, un anno particolarmente impegnativo. Ma nonostante la preoccupazione per la pandemia da Covid-19 e le sue drammatiche conseguenze, nonostante le inevitabili limitazioni legate alle misure che sono state introdotte per arginare la diffusione del contagio, la sezione ha reagito con grande energia, riorganizzando le attività di ricerca esistenti (che, di fatto, non si sono mai interrotte) ed avviandone di nuove. Tra i progetti più importanti, si citano TEINVEIN, BASE 5G, VITAE, The Blue Growth Farm, i test sul Ponte San Giorgio di Genova, oltre che le attività nell'ambito del JRC Trasporti e del JRL per la mobilità urbana elettrica, autonoma e connessa. È inoltre proseguita l'azione sinergica con il progetto LIS4.0 (Dipartimento di Eccellenza) e con l'iniziativa d'ateneo relativa alla realizzazione del nuovo simulatore di guida. Ma non solo: alcuni di noi hanno messo le proprie competenze al ser-

vizio della collettività, collaborando a progetti nati per rispondere all'emergenza sanitaria, tra i quali Breath4U (ventilatore meccanico a basso costo) e COVMATIC (sistema automatizzato per l'analisi rapida dei tamponi).

Il momento difficile che stiamo attraversando si sta, di fatto, già traducendo in un rinnovato slancio nell'attività di ricerca. Determinante sarà la capacità di cogliere le opportunità legate alle grandi sfide tecnologiche e sociali che abbiamo davanti: si pensi alla mobilità (e agli inevitabili cambiamenti che l'emergenza Covid-19 imporrà, anche nel lungo periodo, ai nostri stili di vita, all'organizzazione del lavoro e alle forme di interazione sociale), alla transizione energetica, alla tutela dell'ambiente e della salute, all'utilizzo sostenibile delle risorse naturali. Molti dei nostri filoni di ricerca strategici si inseriscono proprio in questo contesto: la diagnostica delle infrastrutture e dei sistemi di trasporto, i sistemi di guida connessa, autonoma e assistita, i veicoli ibridi ed elettrici, la mitigazione del rumore nei veicoli stradali e ferroviari, la robotica per applicazioni speciali e biomediche, i metamateriali avanzati, l'ingegneria del vento e i generatori eolici. Indispensabile sarà promuovere ulteriormente l'approccio multidisciplinare alla ricerca (basato su collaborazioni con altri gruppi del Dipartimento, dell'ateneo e con partner internazionali strategici) ed estendere l'applicazione delle tecnologie digitali e dei moderni algoritmi di data analytics e di intelligenza artificiale allo studio della dinamica dei sistemi meccanici complessi.

ENG

"Dynamics and Vibration" is the largest research line of the Department of Mechanical Engineering, with 40 professors and more than 70 research assistants, including Ph.D. students and research fellows. Our five research areas are Mechatronics and Robotics, Rail Vehicle Dynamics, Road Vehicle Dynamics, Rotordynamics and Wind Engineering. Researchers are engaged in developing new simulation and calculation models as well as in carrying out an intense experimental activity both in lab and on-site. Our strengths are our people, with their passion and their skills, and our laboratories, unique nationally and internationally.

Even for our staff and team, 2020 has been a challenging year.

Despite the worries related to the Covid-19 pandemic and the restrictions resulting from the anti-coronavirus measures, the past year was faced with boundless energy. Not only we reorganized all already undertaken research activities, which never got interrupted, but we also started new ones. TEINVEIN, BASE 5G, VITAE, The Blue Growth Farm, the tests on Ponte San Giorgio in Genoa are some of the relevant projects carried out in 2020, along with research under the JRC Transportation and the JRL for electric, autonomous, and connected urban mobility. Our team also continued the synergic activity within the project LIS4.0 (Department of Excellence) and was involved in the initiative of Politecnico di Milano for the implementation of the new driving simulator. Moreover, part of our researchers used their skills to help the community by collaborating on projects ai-

med at responding to the ongoing public health emergency. These projects are Breath4U, which developed a cost-efficient mechanical ventilator, and COVMATIC, which implemented an automatic system to speed-up the analysis of swabs.

The difficult moment we are facing is already turning into an opportunity to boost our research. Whether we succeed in taking it depends on our ability to tackle these new technological and social challenges. One is mobility, especially in the way Covid-19 will force us to rethink in the long term our lifestyles, the way we work and socialise. Other key-challenges are the energy transition, the environmental and health protection, the sustainable use of natural resources. Most of our research activities focus precisely on these topics: infrastructure and transportation system diagnostics, connected and autonomous vehicles, hybrid and electric vehicles, noise control in road and rail vehicles, robotics for biomedical and special applications, advanced metamaterials, wind engineering, and wind turbines. Promoting an interdisciplinary approach to research (based on the collaboration with other research groups inside and outside the Department and with international strategic partners) will be essential. Another key element will be extending the application of digital technologies, modern data analytics algorithms, and artificial intelligence to the study of the dynamics of complex mechanical systems.

COSTRUZIONE DI MACCHINE E VEICOLI

Responsabile di sezione
Prof. Marco Giglio



ITA La sezione di Costruzione di Macchine e Veicoli svolge attività di ricerca legate alla progettazione strutturale con un ampio spettro di applicazioni. Accanto a tematiche tradizionali quali ingranaggi, organi di macchine, trasmissioni di potenza, componenti di veicoli e fenomeni quali fatica, cedimenti statici, ad usura e contatto, ha da sempre affiancato argomenti innovativi e multidisciplinari. Negli ultimi anni si sono aperti ulteriori spunti di ricerca su aspetti legati al monitoraggio strutturale (approccio model-based e digital twin), modellazione avanzata in condizioni estreme (virtual test), studi di materiali e meta materiali innovativi e multifunzionali, creazione di un simulatore dinamico di guida con banchi fisici connessi allo stesso, materiali compositi e incollaggi, tecniche NDT, progettazione ottima, etc. Queste tematiche sono state applicate a settori sfidanti quali aerospazio, difesa, oil&gas, fonti di energia alternativa e sostenibile, biomedicale, etc. Sono state affrontate ricerche che spaziano dal molto piccolo (progettazione in presenza di micro-difetti, ingegneria della superficie, etc.) al molto grande (verifiche full scale), sia in campo sperimentale che nella definizione e utilizzo di metodi di

modellazione analitica e numerica. Questo anche soprattutto attraverso una stretta collaborazione con enti industriali ed istituzionali, nazionali e internazionali. Molte attività recenti sono nate declinando i paradigmi di Industria 4.0 ma sono anche e soprattutto atte a definire future tendenze. Tra i progetti attuali e in partenza: H2020 ATLAS (Advance Design of High-Entropy Alloys Based Materials for Space Propulsion) con coordinamento POLIMI che farà anche uso di una stazione di cold-spray recentemente installata in laboratorio, EDA SAMAS (SHM application to Remotely Piloted Aircraft Systems) in chiusura ma con un proseguimento, SAMAS2, in via di definizione e ITS Italy 2020 (Sistemi di Trasporto Intelligente). Infine, la sezione ha reputato fondamentale un ampliamento della base del personale di ricerca. In questo frangente si sottolinea un effettivo supporto finanziario della sezione al Dottorato di ricerca. L'ingresso di studenti PhD 2020 con borsa di studio/assegno di ricerca è stato pari quasi alla somma dei due anni precedenti. Un chiaro segnale che, soprattutto in momenti di crisi come questi, è opportuno valorizzare le risorse umane con uno sguardo rivolto al futuro.

ENG

The "Machine and Vehicle Design" research line carries out research activities linked to structural design with a wide range of applications. Our research activities have always covered more conventional topics, such as gears, mechanical components, power transmission, vehicle components, and phenomena like fatigue resistance, static failure, aging, and contact failure, alongside with more innovative and multidisciplinary themes.

The past few years offered new research opportunities: structural monitoring with a model-based and digital twin approach, advanced modelling in extreme conditions through virtual tests, innovative and multifunction materials and metamaterials, dynamic driving simulator with connected physical benches, composite materials and adhesives, NDT techniques, design optimisation, etc. All these research areas find their application in challenging industrial fields like aerospace, defense, oil&gas, renewable and eco-friendly power sources, biomedical, etc.

We carried out challenging research activities ranging from very small, such as design approach in presence of micro-defects, surface engineering, etc., to the biggest, like full-scale experimental

validation. Experimental techniques are pursued together with innovative numerical and analytic modelling methods. We reached such promising results thanks to our close collaboration with domestic and international companies and public institutions. The most recent activities are inside the framework of Industry 4.0, but aspire to define future trends too. Relevant ongoing projects are: H2020 ATLAS (Advance Design of High-Entropy Alloys Based Materials for Space Propulsion), coordinated by POLIMI, and which will benefit of the recently installed cold-spray station; EDA SAMAS (SHM application to Remotely Piloted Aircraft Systems), which is about to end but will soon continue with SAMAS2 - currently to be defined and ITS Italy 2020 (Intelligent Transportation Systems).

Moreover, the research line made the crucial decision to expand our staff. In this juncture, it is positioned the active role in supporting financially Ph.D. students. In 2020, the number of new Ph.D. students and temporary research fellows was the same as the number of the past two years put together. A clear sign of how much we value people as resources while still being future-oriented, even when facing a crisis.

TECNOLOGIE MECCANICHE E PRODUZIONE

Responsabile di sezione
Prof. Giovanni Moroni



ITA Le più recenti strategie europee sottolineano il ruolo della "tecnologia" quale principale fornitore di soluzioni per affrontare le sfide volte a incrementare la resilienza, la crescita economica e la creazione di posti di lavoro dell'Europa. Mostrano la necessità di investire in nuove tecnologie che aiuteranno a trasformare rapidamente idee innovative in nuovi prodotti e servizi che stimolino la crescita, incrementino i posti di lavoro altamente qualificati e ad alto valore aggiunto e aiutino ad affrontare le sfide sociali europee e globali.

In questo contesto, la Sezione di Tecnologie Meccaniche e Produzione del Dipartimento di Meccanica si concentra sullo studio e sviluppo di processi di produzione combinati con le soluzioni più avanzate per monitorare e controllare i processi e verificarne la qualità dei prodotti, e di metodi e strumenti innovativi per la progettazione, la simulazione e l'ottimizzazione dei processi e dei sistemi di produzione. Tutte le attività necessarie per trasformare le idee in prodotti finali utilizzando processi di produzione rapidi, convenienti, personalizzati, con zero difetti ed eco-efficienti, sono integrate e studiate nel contesto di un mondo altamente competitivo, globalizzato e digitale dalla prototipazione alla produzione di massa.

Nonostante le difficili condizioni dovute alla pandemia Covid-19, nel corso dell'ultimo anno la Sezione di Tecnologie Meccaniche e Produzione ha registrato una crescita coerente con quella vissuta da tutto il Dipartimento. Infatti, tre nuovi ricercatori si sono uniti alla Sezione, i nostri studenti di dottorato hanno raggiunto il numero di 34 e quel-

lo dei nostri assegnisti di ricerca è salito a 15. Abbiamo ulteriormente incrementato le nostre strutture di ricerca grazie ai fondi recentemente raccolti dalla Sezione e quelli ricevuti attraverso il progetto LIS4.0 del Dipartimento di Eccellenza. I nostri sistemi consentono di effettuare ricerche all'avanguardia su diversi processi come la manifattura additiva di materiali metallici, il taglio e la saldatura laser, le microlavorazioni e la metrologia a coordinate. Abbiamo migliorato le nostre capacità digitali con l'integrazione di nuove soluzioni software per simulazioni di processo e di sistema. Nell'ultimo anno la Sezione ha avuto un ruolo attivo in diversi laboratori interdipartimentali, in particolare AMALA e MAD, e ha ulteriormente sviluppato le proprie capacità di ricerca. L'incremento delle risorse ha avuto un impatto positivo sulla produttività e sui risultati della ricerca, aumentando il numero di pubblicazioni in riviste e conferenze rilevanti a livello internazionale.

Tuttavia, il periodo della pandemia ha richiesto una rilevante capacità di adattamento. Durante la prima ondata, i nostri docenti sono stati proattivi nella progettazione e produzione di dispositivi di protezione: hanno utilizzato i sistemi di produzione additiva per ideare e produrre la visiera di protezione (Polimi Face Shield), e hanno collaborato con aziende per la progettazione e la produzione di dispositivi di trasporto per neonati. Anche la didattica si è adattata alle condizioni dettate dalla pandemia non solo erogando le lezioni a distanza, ma anche sposando online le sessioni laboratoriali mantenendo attiva la partecipazione degli studenti. Cerchiamo di sfruttare la connettività al massi-

mo, tenendo webinar e dimostrazioni online a esemplificazione del principio cardine dell'industria 4.0. Sebbene la situazione attuale rimanga incerta, siamo fiduciosi che le lezioni apprese durante questo periodo avranno un enorme impatto a lungo termine. È ormai chiaro che i temi affrontati dalla ricerca vanno di pari passo con le sfide mondiali. Le aspettative sono di vedere una crescita in temi di ricerca quali la digitalizzazione, la mobilità elettrica, la salute, la biologia e la biomedicina. Il 2021 sarà un anno cruciale per il progetto LIS4.0 del Dipartimento di Eccellenza perché si dovrebbero avere i primi risultati. Nel 2021 è previsto anche l'avvio di altre due iniziative rilevanti:

1. il Centro di Competenza MADE, il cui obiettivo è di supportare le PMI nel loro percorso di trasformazione digitale verso l'Industria 4.0;

2. il laboratorio interdipartimentale Polimi CIRC-eV, che ha l'obiettivo di sviluppare e sperimentare nuove soluzioni per il riutilizzo delle batterie agli ioni di litio, passaggio fondamentale per definire una nuova filiera di processo nell'ottica dell'economia circolare.

Vedremo la crescita di anche una serie di approcci traslativi che vedono in primo piano la sensorizzazione, l'analisi dei big data e l'integrazione con strumenti di simulazione. Questo si rifletterà sicuramente sull'attività didattica per la quale speriamo di poter espandere l'accessibilità agli strumenti hardware e digitali relativi ai processi e ai sistemi di produzione, includendo un numero maggiore di studenti sia della triennale che della magistrale.

ENG

The most recent European strategy underlines the role of 'technology' as the ultimate solution-provider to tackle the challenge posed by increasing Europe's resilience, economic growth, and job creation. It shows the need of investing in new technologies that will help to rapidly turn innovative ideas into new products and services that stimulate growth, create high-skilled adding-value jobs, and help to face European and global societal challenges.

In this context, the "Manufacturing and Production Systems" Research Line of the Department of Mechanical Engineering focuses on advanced manufacturing processes combined with the most advanced solutions to sense, monitor, control, and inspect process and product quality, and with the most innovative methods and tools for process and manufacturing system design, simulation, and optimization. Hence, all the activities required to transform ideas into final products making use of rapid, affordable, customised, zero defect, and eco-efficient manufacturing processes, are integrated and investigated within the context of a highly competitive, globalized, and digital world from prototyping to mass production.

Despite the difficult conditions due to the Covid-19 pandemic, during the past year, the "Manufacturing and Production Systems" Research Line experienced a growth, which is coherent with the one experienced by the whole Department. In fact, three new assistant professors joined our faculty. Also, the number of our Ph.D. students reached 34, and the number of our temporary research fellows raised to 15. We further developed our research facilities thanks to the funds recently gathered by the research line and those received through the LIS4.0 project of the Department of Excellence. Our state-of-the-art systems allow us to research on different processes such as laser metal deposition, selective laser/electron beam melting, metal fused deposition modelling, laser cutting/welding, micromachining, and on coordinate metrology. We also improved our digital capabilities with the integration of new software solutions for process and system simulations. The research line has an active role in several interdepartmental laboratories, namely AMALA and MAD, and further deve-

loped the research capabilities in this past year. The increase in the availability of resources had a positive impact on our research outcomes, with an increased number of publications while maintaining our high-quality standards. Still, the pandemic period requested several adjustments. During the first wave, our professors actively sought solutions to design and produce protective equipment. They used our additive manufacturing systems to create the Polimi Face Shield, as well as collaborating with companies producing transport devices for new-borns. We adapted our teaching to the pandemic conditions through online lectures and also by online laboratory sessions, doing our best to maintain our students engaged. We tried to exploit the connectivity to the fullest with online webinars and demonstrations, reflecting also the main principles of Industry 4.0. While the current situation remains rather uncertain, we are confident that the lessons learnt during this period will have a huge impact in the longer term. As we have already identified, the future holds new research activities that will examine topics closely related to global issues. We expect to experience a growth in research activities covering digitalization, health, biological to biomedical, and e-mobility. 2021 will be a crucial year for the LIS4.0 project of the Department of Excellence since we soon expect to have the first research outcomes. In 2021 also two other relevant initiatives should take off, such as:

1. The Italian Competence Center MADE, aiming at supporting the SMEs in their digital transformation path towards Industry 4.0;

2. The Polimi interdepartmental laboratory CIRC-eV, aiming at developing and testing new solutions to re-use Li-Ion batteries, a fundamental step leading to define a new process-chain in line with the circular economy perspective.

As translational approaches, we will see an emphasis on sensorization, big data analysis, and integrated simulation tools. These elements will certainly reflect on our future teaching activities as well. We hope to expand the accessibility of hardware and digital tools concerning manufacturing and production systems to a larger group of students both in undergraduate and graduate levels.



MATERIALI PER APPLICAZIONI MECCANICHE

Responsabile di sezione
Prof. Maurizio Vedani



ITA La sezione Materiali per Applicazioni Meccaniche, a cui afferiscono docenti del SSD ING-IND/21, ha in organico nel 2020: 3 professori di prima fascia, 6 professori di seconda fascia e 4 ricercatori che operano sulle 3 principali aree di ricerca: Advanced Materials, Applied Metallurgy, Steelmaking and Metallurgical Processes. La nostra comunità è inoltre composta da un buon numero di dottorandi, molti provenienti da paesi esteri. L'ambito di ricerca interessa lo sviluppo di nuovi materiali e la definizione delle modifiche indotte sui materiali dai processi di trasformazione e dalle condizioni di utilizzo, in un'ottica di valutazione della loro sostenibilità, secondo un orizzonte che comprende la sintesi del materiale, l'utilizzo del componente, fino allo smaltimento e al riciclo del materiale stesso. I materiali di riferimento sono le leghe metalliche strutturali, ferrose e non ferrose, spesso studiate ed ottimizzate in un'ottica di lightweight design, per mettere a punto materiali, processi e prodotti finalizzati ad una maggiore sostenibilità ambientale e sociale. In parallelo si affrontano temi sulla sintesi di nuovi materiali, non solo metallici, ma anche ceramici o compositi, con specifiche proprietà funzionali e strutturali. Tra questi, a titolo esemplificativo, le leghe a memoria di forma, i materiali termoelettrici, i materiali a cambiamento di fase per la gestione e accumulo del calore, ad alta entropia, autoriparanti, i materiali ceramici piezoelettrici/magnetostrittivi, i materiali compositi avanzati, le strutture reticolari 3D, le nuove leghe metalliche dedicate ai processi di additive manufacturing. Un ulteriore tema di ricerca molto rilevante per la Sezione risiede nella capacità di modellazione e simulazione dei

materiali e dei processi produttivi:
- su scala microstrutturale, per la definizione delle proprietà fisiche e le trasformazioni indotte durante i processi;
- su scala mesoscopica per gli effetti sulle proprietà meccaniche locali;
- su scala macroscopica per la definizione dei criteri di progettazione dei prodotti.
Negli ultimi anni, la Sezione ha potuto migliorare significativamente il livello della strumentazione, delle attrezzature e dei mezzi di calcolo disponibili per le attività sia sperimentali sia di simulazione. Ciò è stato possibile grazie al contributo del dipartimento (in particolare attraverso il progetto LIS4.0 - Dipartimenti di Eccellenza) ed ad una serie di azioni in autofinanziamento. L'anno 2020, pur con tutte le anomalie e limitazioni che ci ha portato, ha comunque visto la sezione reagire positivamente alle nuove modalità di erogazione della didattica a distanza e alle condizioni di smart working, che in alcuni periodi hanno purtroppo limitato le attività di ricerca sperimentale. Non si sono interrotte le attività sui progetti di ricerca in corso e si è lavorato per nuove proposte su temi innovativi per il prossimo futuro. Nel 2021, con l'ovvio auspicio di poter riconsolidare in modo stabile le attività in presenza e le relazioni con l'estero, prenderanno avvio nuovi progetti finanziati EU e importanti collaborazioni con partner industriali. Attendiamo l'arrivo di dottorandi dall'estero appena ci saranno le condizioni sanitarie opportune, e la possibilità di frequentare convegni per stimolare la crescita professionale, soprattutto dei colleghi più giovani.



ENG The staff of the "Materials" research line consist of 13 members among professors and permanent researchers, who develop research activities covering the three main areas of: Advanced Materials, Applied Metallurgy, Steelmaking, and Metallurgical Processes. Our research line also relies on a wide number of Ph.D. students, most of them international. Our research aims at developing new materials as well as studying their modifications induced during the manufacturing processes and during their service lives. Reference is always made to sustainability, starting from material synthesis to the usage of components, up to their disposal and recycling. The investigated materials are ferrous- and non-ferrous structural alloys, frequently developed and optimised according to a lightweight design approach. Moreover, we tackle the challenges linked to the synthesis of new materials - metals, ceramics, and composites - with their peculiar functional and structural features. Examples of these materials are: shape memory alloys; thermoelectric materials; phase change materials (PCM, for heat management and storage); high-entropy alloys (HEAs); self-healing materials; magnetostrictive/piezoelectric ceramics; advanced composites; 3D lattice structures; and the new metallic alloys for additive manufacturing. A further relevant research topic for the Materials section is the modelling and simulation of materials and of their manufacturing procedures, which are investigated according to different size-scale levels:
- The microscale level, which enables to define their physical pro-

erties and the transformations they are subjected to during processing;
- The mesoscopic level, which allows identifying the local mechanical properties;
- The macroscale level, which defines the criteria for product design. Over the past few years, the Materials section upgraded the experimental equipment as well as the available simulation tools to improve the research ability, relying on funding obtained either from the Department, in particular through the Excellence project LIS4.0, or by self-funded initiatives. Despite 2020 being a peculiar year (with all its unpredictable changes and limitations), the research line promptly reacted to pandemic restrictions by implementing distance learning and smart working. The research activities could progress almost continuously, together with our efforts aimed at defining new research proposals on innovative topics for the near future. Hoping this will be the year we will be allowed to come back to face-to-face interactions and to restart with international cooperation and networking, we are currently planning to open the year 2021 with new projects funded by the EU along with important cooperation with industrial partners. As soon as the pandemic emergency will be over, we are eager to welcome our new Ph.D. students from all over the world and to attend personally those international conferences that will stimulate our professional growth, especially for our younger colleagues.



MISURE E TECNICHE SPERIMENTALI

Responsabile di sezione
Prof. Bortolino Saggin



L'attività di ricerca della Sezione di Misure e Tecniche Sperimentali verte sullo sviluppo e qualificazione di strumenti e tecniche di misura e sull'implementazione di applicazioni in nuovi settori. L'attività comprende lo sviluppo e l'applicazione di nuovi sensori, curandone in particolare gli aspetti metrologici, l'implementazione di tecniche di misura nonché lo studio e l'analisi delle caratteristiche di strumenti e catene di misura. Per quanto riguarda lo sviluppo di strumentazione per uso spaziale, è stato realizzato il modello "Flight Spare" di MicroMED e avviati i progetti RIIFS (spettrometro FTS) e FISPEX (Spettrometro ad immagini a campo integrale). È stato consegnato il modello di sviluppo della QCM "CAMLAB". Nel 2021 è previsto lo sviluppo di "VISTA", QCM a bordo di un microsatellite della missione HERA(ESA). In ottica di Industria 4.0 e collaborazione con le aziende, nel corso dell'anno sono state avviate le attività del Joint Research Center (JRC) Metal and Transformation Technologies, un centro di ricerca condiviso tra Politecnico di Milano, A. Agrati S.p.A., Growermetal S.r.l., Mario Frigerio S.p.A. e O.R.I. Martin Acciaieria e Ferriera di Brescia S.p.A; in tre dei cinque tavoli tecnici le tematiche di misure e analisi dati rivestono un ruolo fondamentale per l'ottimizzazione di processi e prodotti. Le attività della nostra sezione si applicano anche al settore dei Beni Culturali e del monitoraggio degli stessi, nell'ambito del progetto PON Capolavori in 100 km (MiBACT) è stato sviluppato un protocollo di protezione opere d'arte nel trasporto, con materiali e tecniche innovative. Nel 2021 il progetto si chiuderà con la stesura di una linea guida. Nei monitoraggi di monumenti e grandi strutture

si sta sviluppando un approccio con reti di sensori avanzate e sperimentando l'efficacia di tecniche di machine learning. All'interno della sezione si sono sviluppate le tematiche nell'ambito delle Misure e della Strumentazione in campo medico e biomedicale: è stato completato l'avvio del laboratorio del progetto ERC Laseroptimal, finalizzato allo sviluppo di una piattaforma terapeutica che vede l'utilizzo del laser per la rimozione minimamente invasiva di forme localizzate di tumore, ed è stato organizzato, nel mese di novembre, l'evento online Sense IT, con IEEE Sensors Council and Women in Sensors. È in fase di sviluppo lo strumento SAFEAir per il campionamento e la rivelazione del virus SARS-CoV-2 in ambienti chiusi. Sono attivi con INAIL i progetti: Capricorn, ProFIL e FESLeg per l'analisi biomeccanica del cammino, la realizzazione di protesi strumentate e l'integrazione con un esoscheletro di un sistema di stimolazione elettrica funzionale. Si sono quindi implementate le ricerche che hanno interessato il campo delle misure basate su sistemi di visione, è stato avviato il progetto HyperSIGHT (MIUR) sull'utilizzo di imaging iperspettrale per valutazione di effetti termici su tessuti biologici. In 3Dynamics (MIUR) è stato realizzato un drone strumentato con sistemi di visione 3D e svolti i primi test in volo. Nel 2021 si passerà ad applicazioni più complesse di ricostruzione. In avvio il progetto TESORO, per l'uso di telecamere iperspettrali nel sorting di verdure. Infine, relativamente al monitoraggio e al controllo di vibrazioni, si stanno implementando nuove tecnologie a basso costo e materiali intelligenti per garantire ridondanza e robustezza delle prestazioni sfruttando l'uso intensivo di tecniche di processamento dati.

ENG

The research activities carried out by the "Measurements" Research Line aim at developing and evaluating the quality of measurement equipment and techniques and their implementation in new application fields. These activities are bound to the development and application of new sensors, their metrological aspects and the application of measurements techniques. In terms of the development of the equipment for space discovery, we created the "Flight Spare" model of MicroMED. We also started the projects RIIFS, on a FTS spectrometer, and FISPEX, on an integral field spectrometer. We also finished and handed over our developed model of the QCM "CAMLAB". By 2021 we expect to design VISTA, a QCM system to be installed on a microsatellite of the HERA mission (ESA). In collaboration with several enterprises, we started the activities of the Metal and Transformation Technologies JRC (Joint Research Centre) to meet the Industry 4.0 goals. The JRC involves Politecnico di Milano along with A. Agrati S.p.A., Growermetal S.r.l., Mario Frigerio S.p.A. e O.R.I. Martin Acciaieria e Ferriera di Brescia S.p.A. Measurements and data analysis play a crucial role in three of the five technical panels. Our research activities find their application also in the safeguard and management of our Cultural Heritage. For example, for the PON project "masterpieces in 100 Km" of MiBACT, we developed a specific protection protocol for the artwork transportation, which relies on innovative techniques and materials. The project will reach the end in 2021 with the publication of guidelines on this topic. Moreover, we are developing an approach that relies on advanced sensor networks and machine learning techniques for the monitoring of monuments and huge infrastructures.

Our Research Line is also involved in the medical and biomedical area that include measurements and its equipment. The laboratory for the ERC project "Laseroptimal" has been created and started; the research aims at developing a therapeutic platform that involves the implementation of lasers in minimally invasive surgery for localized cancer removal. In November 2020, the event Sense IT has been organised in collaboration with IEEE Sensors Council and "Women in Sensors". Moreover, we are currently designing the device SAFEAir that will detect and notify the presence of the SARS-CoV-2 virus indoor. With INAIL, we are also working on three projects - Capricorn, ProFIL, and FESLeg - to carry out a biomechanical analysis of the walking activity, to design instrumented implants and their integration with the exoskeleton of a functional electrical stimulation system. Meanwhile, we also carried out research activities in the field of vision-based measurement. In this ambit, the project HyperSIGHT (MIUR) studies the usage of hyperspectral imaging to evaluate the thermal effect in biological tissues. For the 3Dynamics project (MIUR), we designed an instrumented drone with 3D vision systems and carried out a the first flight tests. With this drone, we aim to perform more complex 3D reconstruction of structures in 2021. Furthermore, the project TESORO is about to start; it involves the usage of hyperspectral cameras for vegetable sorting. Last but not least, in the field of vibration monitoring and control, we are implementing new cost-effective technologies and smart materials to guarantee redundancy and reliability through intensive use of data processing techniques.

ITA

PROGETTO E DISEGNO DI MACCHINE

Responsabile di sezione
Prof. Giorgio Colombo



La Sezione di Progetto e Disegno di Macchine del Dipartimento di Meccanica è composta da una dozzina di docenti di ruolo e un nutrito gruppo di dottorandi e assegnisti di ricerca, una trentina di persone in tutto.

“Disegno” è forse un’etichetta un po’ datata, che fa pensare tecnici, matite, penne a china, compassi e disegni tecnici; oggi al tempo di Industria 4.0 tutto, o quasi, si fa al computer e anche i temi che si affrontano nel nostro Gruppo di Ricerca hanno ormai a che fare quasi esclusivamente con il digitale. E così ci occupiamo di Realtà Virtuale e Aumentata applicate a svariati problemi applicativi, di aspetti psicologici e cognitivi connessi allo sviluppo di nuovi prodotti, di Intelligenza Artificiale per assistere le attività degli esperti umani e sollevarli dai compiti più routinari, di progettazione e configurazione automatica di nuovi prodotti, di applicazioni digitali nel mondo dei beni culturali, di metodi e tecniche di progettazione di componenti e prodotti da realizzare con le nuove tecnologie di manifattura additiva, di modelli digitali del corpo umano. Tanti temi diversi, tutti interessanti e affascinanti, che portiamo avanti anche grazie alla partecipazione a progetti di ricerca finanziati. Nell’ultimo anno i ricercatori del gruppo hanno partecipato a progetti finanziati da Fondazione Cariplo (PERVI-

VAL - Percorsi Virtuali per la Valorizzazione di collezioni museali, MARSS MusAB in Augmented Reality from Science to Society), ERASMUS+ (ELPID E-learning Platform for Innovative Product Development, VLFT Virtual Learning Factory Toolkit, AVATAR Advanced Virtual and Augmented Reality Toolkit for Learning). Un grande risultato è stato il finanziamento del progetto europeo FET-OPEN ROSE (Restoring Odorant detection and recognition in Smell dEficits) le cui attività inizieranno il prossimo anno. Sono stati sviluppati contratti di ricerca e di formazione con importanti gruppi aziendali italiani (Pirelli, Baker&Hughes) ed è stata organizzata una Summer School sul tema “Computational Design for Additive Manufacturing” nell’ambito del network internazionale IDEA-LEAGUE, iniziativa programmata anche per il prossimo anno.

La sezione ha realizzato un rilevante numero di pubblicazioni scientifiche, contribuendo alla produttività scientifica del Dipartimento secondo gli standard dello stesso ed ha organizzato alcuni Convegni internazionali.

Infine, in questo anno quattro dottorandi della sezione hanno discusso la loro tesi, conseguendo il titolo; il prossimo anno almeno altri quattro giovani ricercatori completeranno il loro percorso di formazione dottorale.

ENG

The “Methods and Tools for Product Design” Research Line of the Department of Mechanical Engineering is a large group of about a dozen of Professors and several Ph.D. students and Temporary Research Fellows.

The name of our Research Line, related to “technical drawings”, evokes drafting machines, pencils, ink pens, and pairs of compasses. However, it sounds quite outdated in the era of industry 4.0, where everything revolves around the computer. Nowadays, there is not a single research activity carried out by our team that is not almost exclusively digital. Our research activities concern Virtual and Augmented Reality in terms of application problems and product development, including psychological aspects and cognitive issues. We are also involved in the development of Artificial Intelligence applications to assist and carry out routine tasks for highly-qualified personnel as well as in designing new products and their automated configuration. Moreover, our research lines include developing digital applications for cultural heritage, new techniques and methods to design products and components produced via additive manufacturing, and digital models of the human body. Activities about many different topics, each equally fascinating and appealing, that we carry out also thanks to research project funds. Over the last year, our team took

part in funded projects by Fondazione Cariplo (PERVIVAL – Virtual Tours to promote museum collections, MARSS MusAB in Augmented Reality from Science to Society), and by ERASMUS+ (ELPID E-learning Platform for Innovative Product Development, VLFT Virtual Learning Factory Toolkit, AVATAR Advanced Virtual and Augmented Reality Toolkit for Learning). Qualifying for the funds for the European project FETOPEN ROSE (Restoring Odorant detection and recognition in Smell dEficits) was for us another huge accomplishment. The activities of this project are bound to start by the half of the new year. In 2020, new learning and research contracts were also signed with important Italian enterprises, like Pirelli and Baker&Hughes. We also organised a summer school programme about “Computational Design for Additive Manufacturing” as part of the activities of the IDEA-LEAGUE international network. The programme will also take place in 2021. Furthermore, during the past year, the Research Line organised many International Conferences and published several scientific papers, meeting the productivity standards of the Department of Mechanical Engineering. Last but not least, we had the chance to celebrate four former students for being awarded the Doctor of Philosophy Degree. We cannot wait to see other four young researchers completing their journey next year.

Marco Bocciolone

La parola al Direttore



ITA **Care Amiche, Cari Amici,**

siamo al secondo numero di Meccanica Magazine la rivista annuale del Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano. È passato un anno dalla prima uscita: dodici mesi che la pandemia generata dal COVID-19 ha reso drammatici e complessi. Era il 22 febbraio 2020, ed io ero impegnato in attività "sul campo" quando il Rettore comunicò a tutti i direttori di Dipartimento che l'Ateneo non avrebbe attivato il lunedì successivo le lezioni "in presenza" del secondo semestre e che ci si doveva tutti prodigare in un grande sforzo corale sia per garantire comunque ai nostri studenti un anno accademico regolare anche se in forma "nuova" sia per dare continuità alle attività di ricerca, di gestione e di amministrazione. L'Ateneo non avrebbe chiuso e rimaneva aperto - così come è sempre accaduto anche in periodi di guerra compresi - e non veniva meno a nessuna delle sue missioni... nella massima sicurezza. Il nostro "parlare" e il nostro "operare" nel giro di poco tempo si sono arricchiti di contenuti e azioni con cui fino ad allora avevamo poca dimestichezza e consuetudine: didattica a distanza, esami in remoto, smart-working, Teams, WebEx, Zoom... Giorni di studio, di sperimentazioni, di simulazioni tra colleghi, di condivisione delle esperienze e dei risultati via via acquisiti che hanno permesso, in quindici giorni, di rimettere a regime le attività didattiche comprese - laddove possibile tecnicamente - quelle di laboratorio. Certo, la vita e l'organizzazione del dipartimento sono cambiati: ingressi contingentati, riorganizzazione degli spazi, riunioni telemati-

che. Una prova durissima per una istituzione come quella accademica che fa della interazione fisica, tra ricercatori e tra docenti e discenti, un modus operandi e un valore irrinunciabili e impossibili da "sostituire".

... è passato quasi un anno e purtroppo siamo ancora in emergenza pandemica: come tutti siamo "provati" dagli eventi ma non ci manca l'entusiasmo per progettare il futuro.

Con molto dispiacere abbiamo dovuto rimandare la "Reunion degli ex allievi DMEC", programmata a marzo 2020, evento a cui teniamo particolarmente per creare una comunità allargata e attiva di colleghi "meccanici" con cui interagire: la riprogrammeremo appena ce ne sarà data la possibilità.

Malgrado gli eventi, abbiamo inoltre concluso l'allestimento dei laboratori finanziati con il progetto MIUR "Dipartimenti di Eccellenza" e siamo pronti ad inaugurarli.

In questi mesi abbiamo pure deciso di investire in opere edilizie per incrementare le postazioni di lavoro per i ricercatori, i dottorandi e gli assegnisti di ricerca. La nostra comunità ha continuato a crescere per dare linfa a tutti i filoni di ricerca - tradizionali e innovativi in cui siamo coinvolti: in primavera daremo l'inizio ai cantieri.

A tutta la "comunità DMEC" - assegnisti di ricerca, dottorandi, personale tecnico-amministrativo, personale docente - un sentito GRAZIE.

Marco Bocciolone

Direttore del Dipartimento di Meccanica

ENG Introduction by the Head of Department

Dear Friends,

We just published the second issue of Meccanica Magazine, the annual magazine of the Department of Mechanical Engineering of Politecnico di Milano.

It has been a year the magazine was firstly published, twelve dramatic and complicated months due to the covid-19 pandemic.

It was the 22nd of February 2020: I was busy with my activity on the field when I, along with all Directors of each Department, received from the rector the communication that for the second semester, starting the following Monday, we wouldn't be delivering frontal lectures. The explicit request was to work together to guarantee our students a regular but reorganised academic year, meanwhile keeping up with our research, management, and administration activities. Politecnico di Milano decided to remain open just like it happened in the past, including during wars, and did not give up on any of its mission, even though in the safest way possible.

Soon enough, our words and activities got enriched with new content and actions. We had to implement practices that we weren't really used to till now: distance learning, online exams, smart working, Teams, WebEx, Zoom... Within fifteen days, after days spent studying, experimenting, simulating among colleagues, sharing experiences and results obtained over time, we were able to reorganise all teaching and lab activities, whenever technically possible. Our lives and the organisation of the Department have undoubtedly changed: a limited number of accesses, reorganised spaces, online

meetings. An enormous challenge for an academic institution that relies on close interaction among researchers, and professors and pupils: a modus operandi that is a fundamental and an irreplaceable added value.

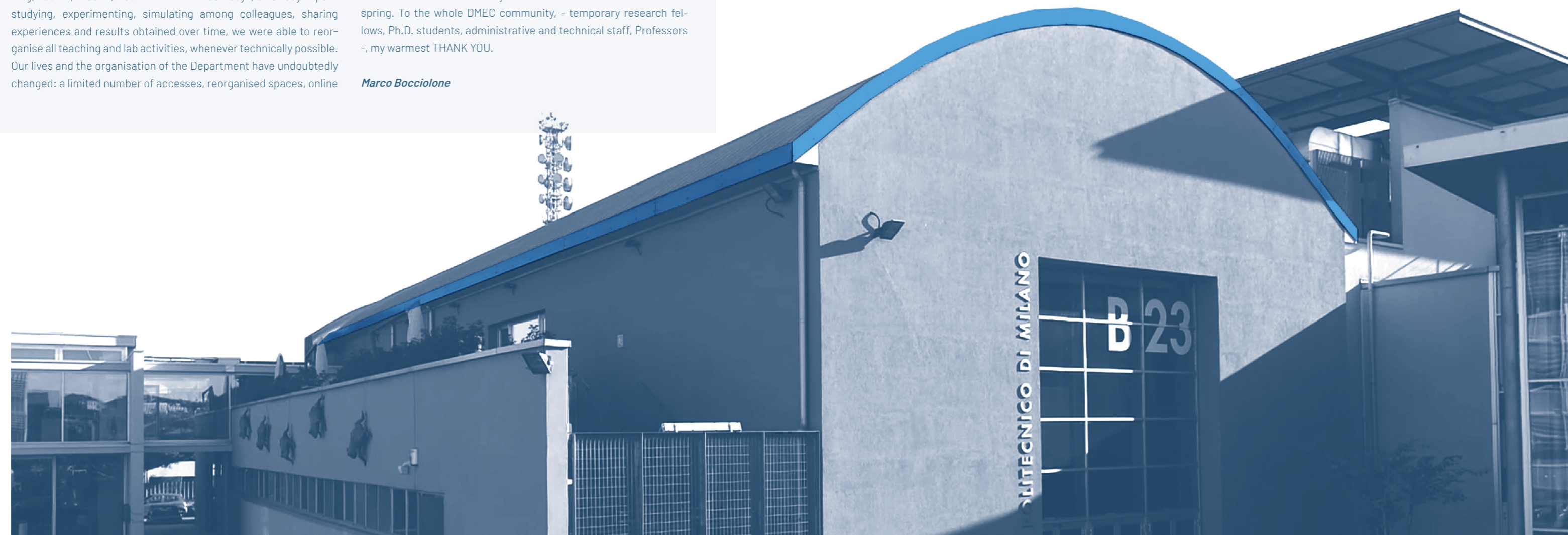
It has been almost a year, but we are still in the middle of a health emergency. Even though we're just as exhausted as everyone else, we didn't lose the enthusiasm to shape the future.

Unfortunately, we had to reschedule the DMEC Alumni Reunion planned for March 2020. We really value this event as an opportunity to create a larger and more active community of mechanical engineers. We will absolutely reschedule as soon as we are clear to go.

However, despite the course of events, we finished setting up the laboratories founded by the project Department of Excellence by MIUR that are now ready to be launched.

Moreover, during the past few months, we decided to invest in new buildings to create new workstations for our researchers, Ph.D. students, and temporary research fellows. In fact, our community kept growing to feed our research lines – both traditional and innovative ones in which we are directly involved. Construction will start next spring. To the whole DMEC community, – temporary research fellows, Ph.D. students, administrative and technical staff, Professors –, my warmest THANK YOU.

Marco Bocciolone



Imparare dal passato, guardare al futuro:

le sfide della didattica ibrida nell'era post-Covid



ITA Digitale e blended learning: queste le parole chiave che hanno contraddistinto il primo mese di attività universitaria dell'anno accademico 20/21 in piena emergenza sanitaria. L'obiettivo era permettere agli studenti, fino a quando possibile, di tornare a vivere l'esperienza universitaria anche in tempo di pandemia, combinando le classiche lezioni in aula con quello che di meglio le nuove tecnologie hanno da offrire. L'invito a tornare "tra i banchi" è arrivato direttamente del rettore Ferruccio Resta, che con queste parole ha accolto gli studenti all'alba del nuovo anno accademico: "il Politecnico ha da subito espresso la volontà di avviare lezioni, esami e sessioni di laurea in presenza a partire da questo semestre, perché l'università non si riduca a una semplice trasmissione di informazione [...] l'università è un luogo dove una comunità cresce sia da un punto di vista umano che professionale". I docenti hanno accolto questa nuova sfida pur consapevoli delle difficoltà e delle limitazioni che derivano dal gestire un'aula parzialmente online. Inoltre, questo nuovo assetto ha richiesto la modifica di orari, delle modalità organizzative di lezioni ed esercitazioni insieme alla riprogrammazione dei contenuti, tuttavia lo sforzo è stato premiato: per il primo mese oltre il 70% delle matricole ha seguito le lezioni in presenza. Inferiore, invece, è stata la partecipazione in aula degli studenti degli anni successivi. Questi ultimi infatti, in un recente sondaggio della Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione (Scuola 3I), al quale hanno risposto oltre 11mila studenti, hanno dichiarato di ritenere sufficientemente efficaci le lezioni a distanza, memori anche dell'esperienza della scorsa primavera. Tra gli studenti che hanno deciso di seguire le lezioni esclusivamente da remoto troviamo i pendolari, la cui percentuale è direttamente proporzionale alla distanza dall'abitazione dal campus, e gli studenti stranieri, che causa di forza maggiore sono stati im-

possibilitati a lasciare il Paese d'origine. Anche gli studenti pagano a caro prezzo le conseguenze di questa pandemia: sebbene si dicano soddisfatti di come il Politecnico stia gestendo le attività didattiche nonostante tutte le difficoltà legate al Covid19, sono consapevoli di quanto perdano in termini di relazioni e contatti seguendo i corsi a distanza. Infatti, l'85% degli studenti lamenta un impoverimento delle lezioni a causa della riduzione degli scambi con i colleghi e oltre il 70% rimpiange in primis la vita sociale nei campus e a seguire il rapporto diretto con il docente, le attività di laboratorio e di progetto. Con questo spirito, tra fine settembre ed inizio ottobre 2020 si è tornati a svolgere anche le sessioni di laurea in presenza. Per ogni aula da 200 persone era consentito l'accesso a candidato, 3 accompagnatori e commissione. Rimaneva, per amici e parenti, la possibilità di collegarsi all'aula e seguire la sessione online. Nonostante le limitazioni, i candidati hanno avuto il piacere di tornare a discutere la tesi in aula e di festeggiare la fine del percorso nello stesso luogo in cui tutto ha avuto inizio. Contemporaneamente la consapevolezza di docenti e studenti nata da questa esperienza sarà il punto di partenza nel ripensare la didattica del post-pandemia. Non si può però negare che il processo di digitalizzazione appena avviato lascerà un'impronta sull'università del futuro. Proprio in quest'ottica i docenti del corso di studi in Ingegneria Meccanica, insieme a quelli della Scuola 3I, stanno già lavorando alla rielaborazione della didattica attraverso l'impiego di queste nuove risorse digitali, pensando a quelle che saranno le nuove sfide da affrontare una volta che ci saremo lasciati la pandemia alle spalle.

Gaetano Cascini

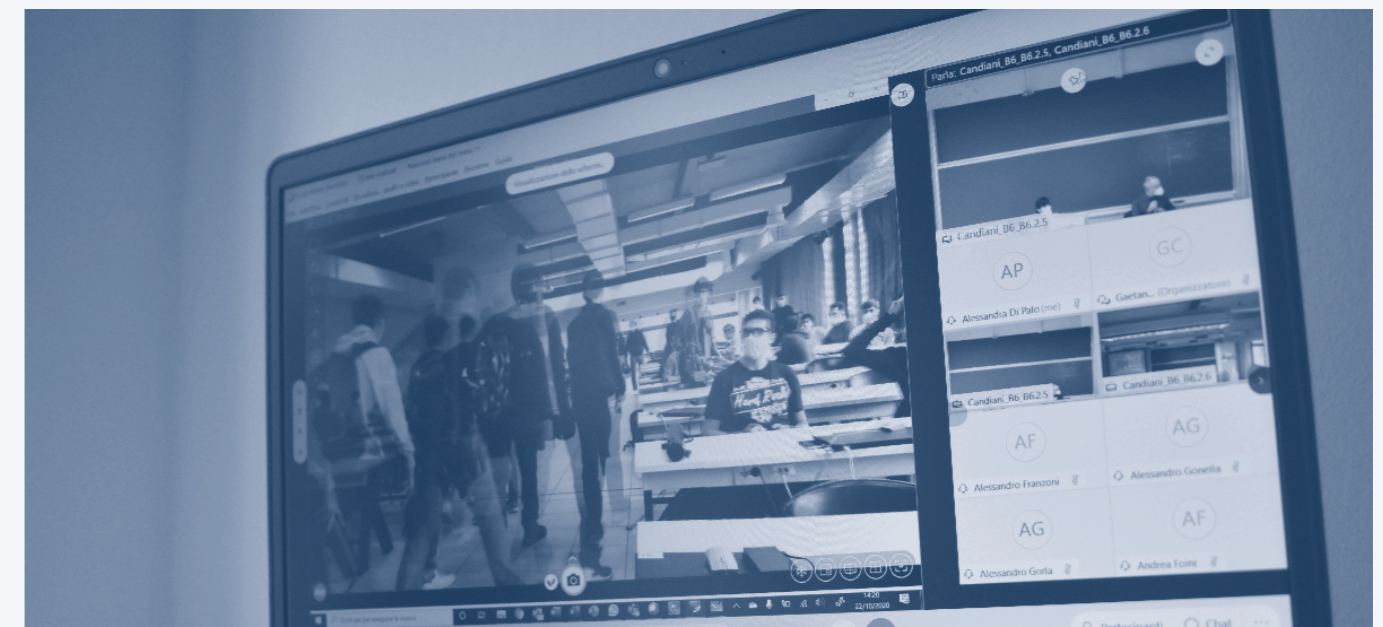
Coordinatore del corso di studi di Ingegneria Meccanica

ENG Learning from the past, looking at the future: the challenges of blended learning in the post-covid19 era

Digital and blended learning have been keywords of this first month since the beginning of all university activities of the academic year 20-21. Even during the pandemic and as long as possible, allowing our students to live the University experience – for as long as possible – has always been our ultimate goal. All our efforts were put in trying to merge the lectures as we know them with the best new technologies have to offer. An open invitation to go "back to university" was sent out directly by the rector Ferruccio Resta, that in a letter addressed to all students wrote: "Politecnico has immediately expressed the will to hold face-to-face lectures, exams, and graduation days starting this semester so that the university would never turn into just a mere teaching institution. On the contrary, as you must very well know, the university is a place where people grow personally and professionally as individuals and as a community". All Professors have accepted this challenge despite all difficulties and problems brought by having half of the students in class and half online. Reaching this new organization took to completely change our timetables, to rethink the way we deliver theoretical and practical lectures, as well as updating all teaching contents. Eventually, the results paid the hard work off: more than 70% of freshmen attended on campus the first-month lectures. However, the percentage of older students attending the lectures on campus is way lesser. According to the survey to which responded more than 11 thousand students carried out by the School of Industrial and Information Engineering, they claimed that attending online is very efficient – also considering their last-spring experience. The students who decided to hear the lectures via distance learning are international students unable to leave their home country due to force majeure and commuters – the further they live, the higher the percentage.

It is with this in mind that by the end of September and the beginning of October 2020 we did our best to host the latest graduation days on campus. In each hall for 200 people were allowed inside only the graduate, 3 friends or family members, and the Examination Board. Left-out friends and family still had the chance to attend online. Despite new healthcare rules, graduates had the pleasure to present their work in front of the Examination Board and to celebrate the end of this journey right where it began. However, students are still paying the price for the pandemic. Even though they claim to be satisfied with how Politecnico di Milano is handling this Covid19 situation by implementing distance learning, students are fully aware of what they are missing out in terms of relationships because of not spending enough time on campus anymore. About 85% of the students state they are losing so much for not confronting themselves with their colleagues. More precisely, about 70% of the students miss campus life, the occasions to build a relationship with their Professors, working on projects, or carrying out lab activities with their peers. Meanwhile, this experience has helped to raise awareness among teachers and students about the importance of rethinking the teaching activities: this will turn out to be the perfect starting point to adapt the university to the new post-pandemic situation. And, as we recently experienced, digitalization will leave a mark, shaping the university of the future. In this direction, all Professors of the Department of Mechanical Engineering – together with other professors of the School – are already working to design a new teaching plan that involves the full implementation of new digital technologies, which will be useful when facing the challenges that will arise once the pandemic will be over.

Gaetano Cascini



ITA

LASER OPTIMAL:

misure termiche per una chirurgia minimamente invasiva

LASER OPTIMAL è un progetto quinquennale finanziato dall'European Research Council con il prestigioso ERC Starting Grant: avviato nel maggio 2018, ha l'obiettivo di sviluppare una piattaforma terapeutica che vede l'utilizzo del laser per la rimozione minimamente invasiva di forme localizzate di tumore. Il team di LASER OPTIMAL sta proseguendo le sue attività di ricerca presso MeccPolimi sotto la guida della prof.ssa Paola Saccomandi, ed è in continua crescita: Martina, Somayeh, Sanzhar, Leonardo, Nava, Ahad e Annalisa stanno sviluppando le diverse fasi del progetto, anche in collaborazione con partner internazionali.

L'idea si sviluppa in un più ampio contesto di ricerca, che vede negli ultimi anni una rapida crescita di procedure sempre più intelligenti per le applicazioni biomedicali con l'obiettivo di realizzare terapie personalizzate i cui effetti siano monitorabili in tempo reale.

La ricerca si articola in tre fasi principali:

Fase 1 > la misura di temperatura in corrispondenza del tessuto target che viene sottoposto a trattamento laser nel vicino infrarosso. In questo contesto, presso il LAMBDA Lab (Laboratory of Measurements for Biomedical Applications, operativo da maggio 2019), è stata allestita una catena di misura con sensori in fibra ottica con risoluzione spaziale submillimetrica che consentono la ricostruzione accurata delle mappe termiche tridimensionali nei tessuti biologici. Sono in fase di studio anche metodi di termometria con sistemi di imaging diagnostico, ed un sistema di controllo dell'energia depositata grazie a feedback in temperatura.

Fase 2 > l'utilizzo di nanotecnologie per rendere selettivo il trattamento e limitare il danno termico ai tessuti sani circostanti la lesione. L'efficienza termica di vari nanomateriali (tra cui oro, ossido di

rame) funzionalizzati è stata valutata sperimentalmente, e, in parallelo, si sta lavorando all'implementazione di simulazioni di interazione laser-tessuto-nanoparticelle.

Fase 3 > lo sviluppo di modelli matematici per predire l'efficacia del trattamento proposto e per guidare la procedura, tramite simulazioni data-driven per la stima dei parametri del modello paziente-specifico a partire dalle temperature misurate, in collaborazione con il team MIMESIS dell'INRIA (Francia).

In questi primi tre anni sono stati condotti test sull'interazione laser-tessuto-nanoparticelle su modelli in vivo (in collaborazione con Università Campus Bio-Medico di Roma e Beckman Research Institute di City of Hope, California), ed è stato messo a punto un innovativo sistema di misura del danno termico con tecniche di imaging iperspettrale (in collaborazione con Institute of Image-guided Surgery, Francia). Questa tematica verrà ulteriormente approfondita grazie a un nuovo finanziamento del MIUR, bando FARE, nell'ambito del progetto quadriennale HYPERSIGHT. Nel corso delle attività sono nate nuove collaborazioni, come quella con il Technion - Israel Institute of Technology, con ORT Braude Academic College (Israele), con l'Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri, e con Institute of Automation and Electrometry SB RAS (Russia).

Infine, grazie al finanziamento di Fondazione Cariplo che ha dato vita al progetto LASEROPTIMAL@POLIMI e ha supportato l'allestimento del laboratorio di ricerca, un altro membro del team, Davide, sta lavorando allo sviluppo di sistemi di misura per la salute della persona, volti al monitoraggio della postura e alla misura della forma e della deformazione degli oggetti con sensori in fibra ottica.

ENG

LASER OPTIMAL: thermal measurements for minimally invasive surgery

LASER OPTIMAL is a five-year project funded by the European Research Council with the prestigious ERC Starting Grant: launched in May 2018, it aims at developing a therapeutic platform based on the use of laser technologies for a minimally invasive removal of deep-seated and localized tumors. The LASER OPTIMAL team is active within MeccPolimi under the guidance of Prof. Paola Saccomandi, and keeps on growing: Martina, Somayeh, Sanzhar, Leonardo, Nava, Ahad and Nava are developing the different phases of the project, also in collaboration with international partners.

The idea is developed in a wider research context, which in recent years has seen a rapid growth in increasingly intelligent procedures for biomedical applications, with the aim of creating personalized therapies whose effects can be monitored in real time.

The research is divided into three main phases:

Phase 1 > the temperature measurement of target tissue that is subjected to near infrared laser treatment. In this context, at the LAMBDA Lab (Laboratory of Measurements for Biomedical Applications, operational since May 2019), a measurement chain with fiber optic sensors with submillimetric spatial resolution has been set up in order to allow the accurate reconstruction of three-dimensional heat maps in biological tissues. Thermometric methods with diagnostic imaging systems and a control system of the energy deposited thanks to temperature feedback are also being studied.

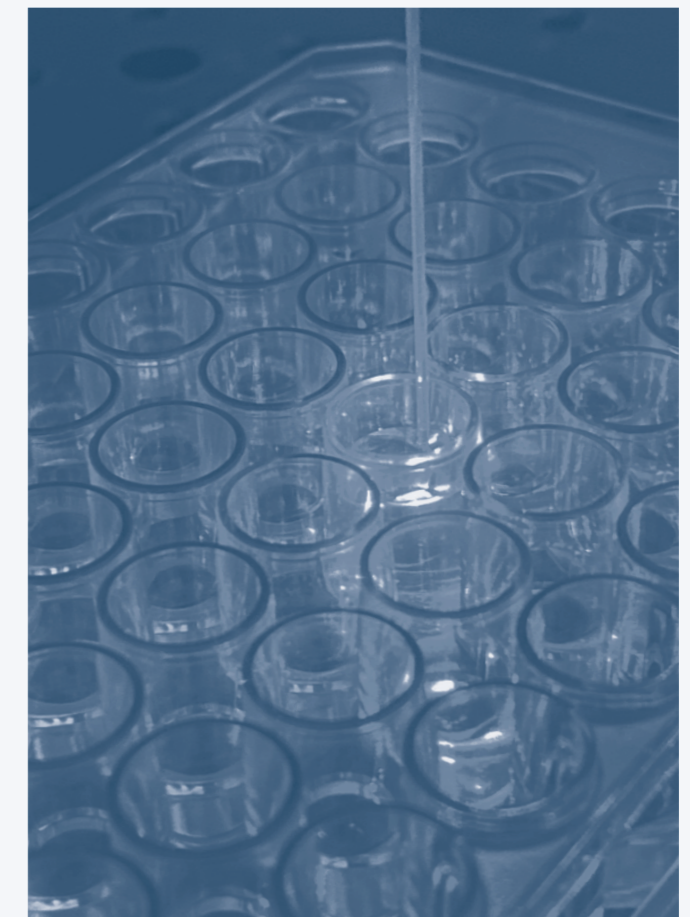
Phase 2 > the use of nanotechnologies to make the treatment selective and limit the thermal damage to the healthy tissues surrounding the lesion. The thermal efficiency of various functionalized nanomaterials (including gold, copper oxide) has been evaluated experimentally, and, in parallel, work is underway to implement simulations of laser-tissue-nanoparticle interaction.

Phase 3 > the development of mathematical models to predict the effectiveness of the proposed treatment and to guide the procedure, through data-driven simulations for the estimation of the parameters of the patient-specific model starting from the measured temperatures, in collaboration with the MIMESIS team from INRIA (France).

In these first three years, tests were conducted on the laser-tissue-nanoparticle interaction on in vivo models (collaboration with Università Campus Bio-Medico di Roma and the Beckman Research Institute in City of Hope, California), and an innovative measurement system was developed of thermal damage with hyperspectral

imaging techniques (in collaboration with Institute of Image-guided Surgery, France). This innovative approach will be further investigated thanks to a new funding from the MIUR - FARE call, as part of the four-year HYPERSIGHT project. During the activities, new collaborations were born, such as that with the Technion - Israel Institute of Technology, with ORT Braude Academic College (Israel), with the Mario Negri Institute for Pharmacological Research, and with Institute of Automation and Electrometry SB RAS (Russia).

Finally, thanks to the funding of the Cariplo Foundation which gave birth to the LASEROPTIMAL@POLIMI project and supported the preparation of the research laboratory, another member of the team, Davide, is working on the development of measurement systems for personal health, aimed at monitoring posture and measuring the shape and deformation of objects with fiber optic sensors.



ITA

Una nuova generazione di esoscheletri: AGADE diventa startup

A partire da Aprile 2020 AGADE - Anti-Gravity Active Device for Exoskeleton - è diventata a tutti gli effetti una startup capitalizzata presso il PoliHub, l'incubatore di impresa del Politecnico di Milano, con l'obiettivo di posizionarsi tra le aziende italiane di riferimento per la progettazione di una nuova generazione di esoscheletri per la prevenzione infortuni in ambito logistico e industriale. AGADE nasce da una collaborazione tra DMEC e il Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria (DEIB) sulla progettazione di esoscheletri biomedicali ultraleggeri. Nel 2018 all'idea è stato conferito un grant per lo sviluppo tecnologico di 30.000 € come vincitore della competizione Switch2Product, nato dalla collaborazione tra il PoliHub e Deloitte. Nel 2019 AGADE è stata finalista di StartCup Lombardia e Startup4Good di Deutsche Bank, chiudendo l'anno con la vittoria di un secondo grant da 50.000 € assegnato dalla famiglia Manfredi. Gli esoscheletri sono dei robot indossabili, progettati per aiutare l'utente in attività faticose o di riabilitazione. Data la loro natura, leggerezza e intelligenza sono requisiti fondamentali. AGADE è una

tecnologia patent-pending e rappresenta un motore innovativo per esoscheletri, progettato per ridurre il consumo energetico di 9 volte rispetto ai più performanti attuatori presenti ad oggi. Ciò permette di ridurre in peso e dimensioni il pacco batteria da montare. AGADE fa uso, inoltre, di logiche di controllo avanzate, atte a modificare automaticamente la risposta dell'attuatore in base all'attività svolta e l'utente.

AGADE è nato da una tesi magistrale presso DMEC, sotto la supervisione del prof. Francesco Braghin e della prof.ssa Alessandra Pedrocchi del DEIB, e ha raggiunto il livello di prototipo funzionante (TRL4) all'interno dei laboratori del Dipartimento di Meccanica. Al momento il team di AGADE vanta tre ingegneri meccanici: il dottore di ricerca Lorenzo Aquilante e gli ingg. Daniele Ramirez e Mattia Tabaglio, e due ingegneri biomedicali: la ricercatrice post-doc Marta Gandolla e il dottorando Stefano Dalla Gasperina.

ENG

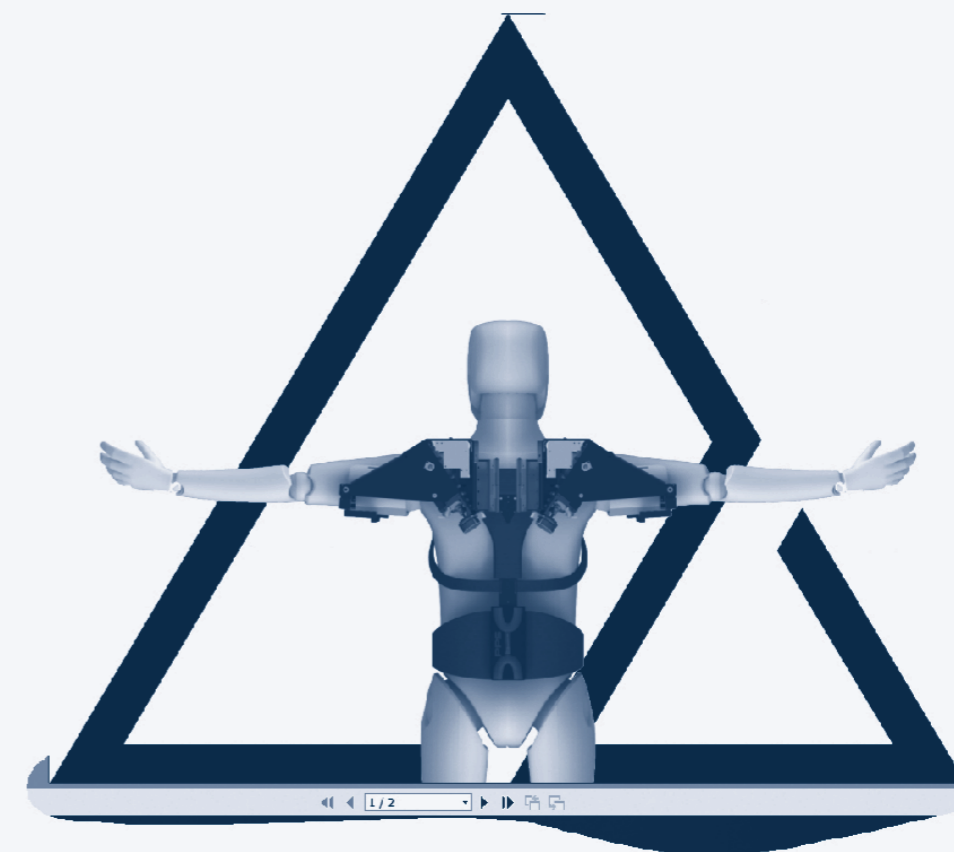
A new generation of exoskeletons: AGADE becomes a startup

Since April 2020, AGADE - Anti-Gravity Active Device for Exoskeleton - has turned into a fully-fledged and capially funded startup of PoliHub, aiming at turning into the go-to Italian company for the design of a new generation of exoskeletons, in the work-related injury prevention field. AGADE was born from a collaboration between DMEC and the Department of Electronics, Information and Bioengineering - DEIB (NearLab) with the objective to design biomedical exoskeletons. The idea was initially granted 30.000 € for technology advancement in 2018 by the Switch2Product competition, in collaboration with PoliHub e Deloitte. In 2019 AGADE was finalist at StartCup Lombardia and Deutsche Bank's Startup4Good, and winner of a second grant of 50.000 € from the Manfredi family.

Exoskeletons are nothing less than wearable robots, designed to aid the user in fatiguing or rehabilitation tasks. In this scenario, lightness and smartness are key requirements.

AGADE is a patent pending technology and represents an innovative motor for exoskeletons, designed to reduce the power consumption by 9 times compared to the most efficient actuators available today. This allows to mount on exoskeletons very small and light battery packs, but still ensuring a smart assistance. AGADE focuses on advanced control logics and algorithms to tailor the response of the device to every different tasks and users.

AGADE originated as Master Thesis at DMEC, under the supervision of prof. Francesco Braghin and prof. Alessandra Pedrocchi from DEIB, and was developed to a working TRL 4 prototype in the laboratories of the Department. Currently, AGADE boasts a team of three mechanical engineers: Lorenzo Aquilante, who recently received his PhD at DMEC, Dr. Daniele Ramirez and Dr. Mattia Tabaglio, and two biomedical engineers: post-doc Marta Gandolla and PhD candidate Stefano Dalla Gasperina.



LIS4.0

aggiornamenti

DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA
MIUR 2018-2022



ITA

Il progetto quinquennale LIS4.0 (Lightweight and Smart Structures for Industry 4.0), finanziato dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca nel quadro dell'iniziativa "Dipartimenti di Eccellenza" e avviato nel 2018, è ormai in pieno svolgimento.

Il finanziamento MIUR è mirato a incentivare le attività dei dipartimenti che si caratterizzano per l'eccellenza nella qualità della ricerca e nella progettualità scientifica, organizzativa e didattica, nonché a stimolare i piani di sviluppo della ricerca in ottica "Industria 4.0".

I temi del progetto LIS4.0 coinvolgono di conseguenza una gran parte delle attività di ricerca, didattica e trasferimento verso le aziende svolte dal Dipartimento di Meccanica.

Obiettivo del progetto LIS4.0 è potenziare e accelerare la ricerca del Dipartimento nella direzione dei temi che oggi rappresentano la frontiera delle sue discipline più consolidate, integrate in una ottica multidisciplinare. Ecco quindi il tema della mobilità sostenibile, una delle principali sfide del nostro tempo, e lo studio di materiali, processi, tecnologie e soluzioni sistemiche insieme con l'uso sinergico di modelli virtuali (da simulazione) e reali (sperimentali) e di metodologie innovative di monitoraggio e controllo basate su IA e data mining, per sviluppare veicoli ed infrastrutture:

- in materiali leggeri ma performanti, che hanno proprietà uniche, non ottenibili da materiali tradizionali e disegnate ad hoc;
- ottenuti da processi di additive manufacturing con sistemi adattativi, capaci di stampare monitorando la qualità della stampa e apportare correzioni in-line per produrre senza difetto anche il pezzo singolo;
- intelligenti, ovvero in grado di leggere il contesto in cui sono inse-

riti, interpretarne attraverso sensori i cambiamenti, prevederne attraverso modellazioni veloci ed accurate gli esiti e grazie a tecniche di big data analytics e intelligenza artificiale, reagire e correggere in tempi strettissimi.

È proprio il paradigma Industria 4.0 che mescola tutte le discipline abilitanti, ricchezza e tradizione del Dipartimento di Meccanica, in un caleidoscopio multidisciplinare per lo studio di prodotti nuovi, funzionalizzati, intelligenti e adattativi, con applicazioni che si allargano anche ad altri settori, quali biomedicale, energetico, spaziale e mecatronico.

Il primo biennio del progetto ha visto il potenziamento del personale di ricerca (con il reclutamento di docenti esteri, ricercatori e personale tecnico), l'acquisizione e la messa in servizio di numerose nuove apparecchiature, oltre al consolidamento di progettualità legate alla didattica di elevata qualificazione (secondo e terzo livello dell'istruzione universitaria).

La proposta progettuale presentata al MIUR, cui è stato attribuito un punteggio tra i più alti, prevedeva forti investimenti. A fronte di un finanziamento MIUR complessivo di 9.350.000 euro (di cui il 70% circa già investito nel primo biennio), più di 3.200.000 euro sono stati dedicati ad acquisizione di nuove apparecchiature per la ricerca. Il Dipartimento di Meccanica poi ha sostenuto in cofinanziamento una larga parte degli investimenti necessari per l'ampliamento e la ristrutturazione dei laboratori, resa necessaria dal potenziamento della dotazione infrastrutturale, realizzando entro il biennio iniziale del progetto, la messa in servizio pressoché completa delle apparecchiature acquisite.

Dal punto di vista delle attività di ricerca, i vari filoni di indagine sono stati articolati in quattro sfide tecnologiche e altrettanti Work Packages.

La sfida tecnologica affrontata nel **WP1 (Smart Metal additive manufacturing per strutture 4D funzionalizzate)** è quella della stampa additive come nuova modalità per produrre componenti alleggeriti, funzionalizzati, anche 4D; attraverso il connubio di nuovo design, nuovi materiali e soluzioni "smart" per il monitoraggio e il controllo dei processi di fabbricazione additive. Le nuove apparecchiature consentiranno: l'analisi e la caratterizzazione di geometria e scorrevolezza delle polveri metalliche, l'approfondimento di nuovi processi additive, quali l'Extrusion-based Additive Manufacturing (EAM), e la sensorizzazione di un sistema SLM. Questo abiliterà lo studio del controllo e la correzione in-line del processo. Infine la qualifica delle prestazioni del prodotto finale sarà effettuata mediante attrezzature di ultima generazione, tra cui microscopio SEM, un quantometro, oltre a un dilatometro e un'apparecchiatura Laser Flash per valutare proprietà termiche dei materiali a varie temperature.

Un esempio di prodotto funzionalizzato già realizzato sono i pattini di un cuscinetto tilting-pad funzionalizzati mediante la creazione di condotti sagomati per il loro raffreddamento. Il prodotto è stato già collaudato sul banco prova per cuscinetti oil-film del Dipartimento e ha mostrato come sia possibile ridurre la portata d'olio a parità di prestazioni del cuscinetto.

Il **WP2 (Strutture smart in materiale composito)** è dedicato allo studio delle strutture in composito a fibra lunga, che offrono notevoli vantaggi in termini di leggerezza, di facilità con cui possono essere rese "smart" e di capacità di assorbire l'energia cinetica conseguente agli impatti. Le attività previste (riguardanti lo sviluppo di estrusori sensorizzati e della tecnologia additiva BAAM - Big Area Additive Manufacturing - moldless basata sull'utilizzo di due robot antropomorfi cooperanti) consentiranno realizzazione di un dimostratore di impianto pilota con sistema di stampa 3D BAAM moldless per la

costruzione di componenti a fibra lunga di carbonio con inserimento di fibra ottica per il monitoraggio e la diagnostica.

Il **WP3 (Meta-strutture)** si rivolge all'analisi delle prestazioni e delle applicazioni di metamateriali ottenuti combinando strutture cellulari periodiche al fine di ottenere strutture create artificialmente con caratteristiche nuove rispetto a quanto si trova in natura e che dipendono sia dalla composizione che dalla geometria sviluppabile su differenti scale dimensionali. Le attività di ricerca comprendono lo sviluppo di opportuni modelli di calcolo, la caratterizzazione meccanica, l'analisi delle applicazioni di materiali cellulari e lattice, per arrivare allo sviluppo di meta-materiali a cella compatta per l'isolamento delle vibrazioni strutturali e acustiche e come elementi per la realizzazione di componenti per applicazioni meccaniche ed aerospaziali.

Il **WP4 (Sistemi autonomi)** è dedicato allo sviluppo e applicazione di tecnologie innovative nel campo dei trasporti del futuro. In particolare si propone di sviluppare sistemi di sicurezza (ADAS) e per la guida autonoma connessa attraverso lo sviluppo di algoritmi di automazione e la creazione di un sistema di comunicazione tra veicoli e infrastruttura (V2X). Persegue l'obiettivo di verificare gli effettivi benefici dovuti all'utilizzo di tecnologie innovative nella realizzazione dei veicoli stessi (materiali più leggeri o con migliori proprietà di scambio termico e fonoriflettenza studiati negli altri WP). Si prefigge infine di sviluppare e valutare tali tecnologie focalizzandosi sempre sul ruolo centrale dell'uomo, da cui l'attenzione al comfort e allo sviluppo di interfacce HMI. Le diverse attività sfrutteranno un veicolo prototipale (EasyMile EZ10) designato a dimostratore e caso studio per le diverse attività.

L'impatto atteso del progetto LIS 4.0, legato allo sviluppo delle conoscenze su temi di frontiera per la ricerca, è quello di un ulteriore miglioramento del posizionamento del Dipartimento di Meccanica nel contesto internazionale e di una crescita della già stretta collaborazione con partner industriali italiani e stranieri.

ENG

LIS4.0 - an update on the works

The five-year LIS4.0 (Lightweight and Smart Structures for Industry 4.0), project, funded by MIUR (Ministry of Italian University and Research) under the "Departments of Excellence" initiative and launched in 2018, is now fully running. The MIUR funding is aimed at encouraging the activities of the Departments which stand out for the quality of research and for the scientific, managerial and educational planning; it is also aimed at stimulating research development plans with a view to "Industry 4.0". Consequently, the themes of the LIS4.0 involve a large part of the research, teaching and technology transfer activities carried out by the Department of Mechanical Engineering.

The main purpose of the LIS4.0 project is to strengthen and accelerate our research objectives within the Department's core disciplines, integrated in a multidisciplinary perspective.

The field of sustainable mobility, one of the main challenges of our time, meets the study of materials, processes, technologies and integrated systems, along with the synergic use of virtual (simulation) and real (experimental) models and innovative monitoring and control methodologies based on AI and data mining, to develop vehicles and infrastructures with the following features:

- made with light, high performance materials, with unique properties, that are not obtainable from traditional materials but need to be designed ad hoc;
- resulting from additive manufacturing processes with adaptive systems, which are able to 3D print by integrating sensors for in-situ and in-line monitoring and control.
- smart, as they are able to read the context in which they are inserted, to interpret changes through sensors, to predict their results through fast and accurate modeling and to react and to correct themselves in a very short time, thanks to techniques of big data analytics and artificial intelligence.

It is precisely the Industry 4.0 paradigm where all the enabling technologies, key elements of DMEC, are mixed in a multidisciplinary kaleidoscope for the study of new, functionalized, smart and adaptive products, with applications to other sectors, such as biomedical, energy, space and mechatronics.

The first two years of the project saw the strengthening of the research staff (with the recruitment of international faculty, researchers and technical staff), the acquisition and commissioning of numerous new equipment, as well as the consolidation of projects related to top-level educational activities (second and third level of university education).

The proposal submitted to MIUR, which received one of the highest scores, provided relevant funding, accounting for 9.350.000 € (70% already invested in the first two years); more than 3.200.000 € have been already used for the acquisition of new research equipment. DMEC supported in co-financing the expansion and restructuring of the laboratories; the complete commissioning of the new equipment was thus realized within the initial two years.

The research lines have been divided into four technological challenges and related Work Packages.

The technological challenge faced in **WP1 (Smart Metal additive manufacturing for functionalized 4D structures)** is intended to apply AM as a new way to produce lightened, functionalized components, including 4D structures, through a combination of new design, new materials and "smart" solutions for monitoring and control of additive manufacturing processes. The new equipment will allow the analysis and characterization of geometry and flowability of metal powders, the development of new additive processes, such as extrusion-based Additive Manufacturing (EAM), along with the sensoring and instrumentation of an advanced SLM system for the development of in-process monitoring. This will enable the study of control and in-line correction of the process. Finally, the qualification of the performance of the final product will be carried out using the latest generation equipment, including SEM microscope, a quantometer, as well as a dilatometer and a Laser Flash equipment to evaluate the thermal properties of materials at various temperatures.

The pads of a tilting-pad bearing functionalized by creating shaped ducts for their cooling are an example of this technology. The product has already been tested on the Department's oil-film bearing test bench and has shown how it is possible to reduce the oil flow for the same bearing performance.

The **WP2 (Smart structures in composite material)** is dedicated to the study of long-fiber composites, which offer significant advantages in terms of lightness and performance providing the ability to absorb the kinetic energy resulting from impacts. The planned activities (concerning the development of sensorized extruders and moldless BAAM - Big Area Additive Manufacturing - additive technology based on the use of two cooperating anthropomorphic robots) will allow the realization of a pilot plant demonstrator with BAAM moldless 3D printing system for construction of long carbon fiber components that contain optical fiber for monitoring and diagnostics.

The **WP3 (Meta-structures)** is aimed at analyzing the performance and applications of metamaterials obtained by combining periodic

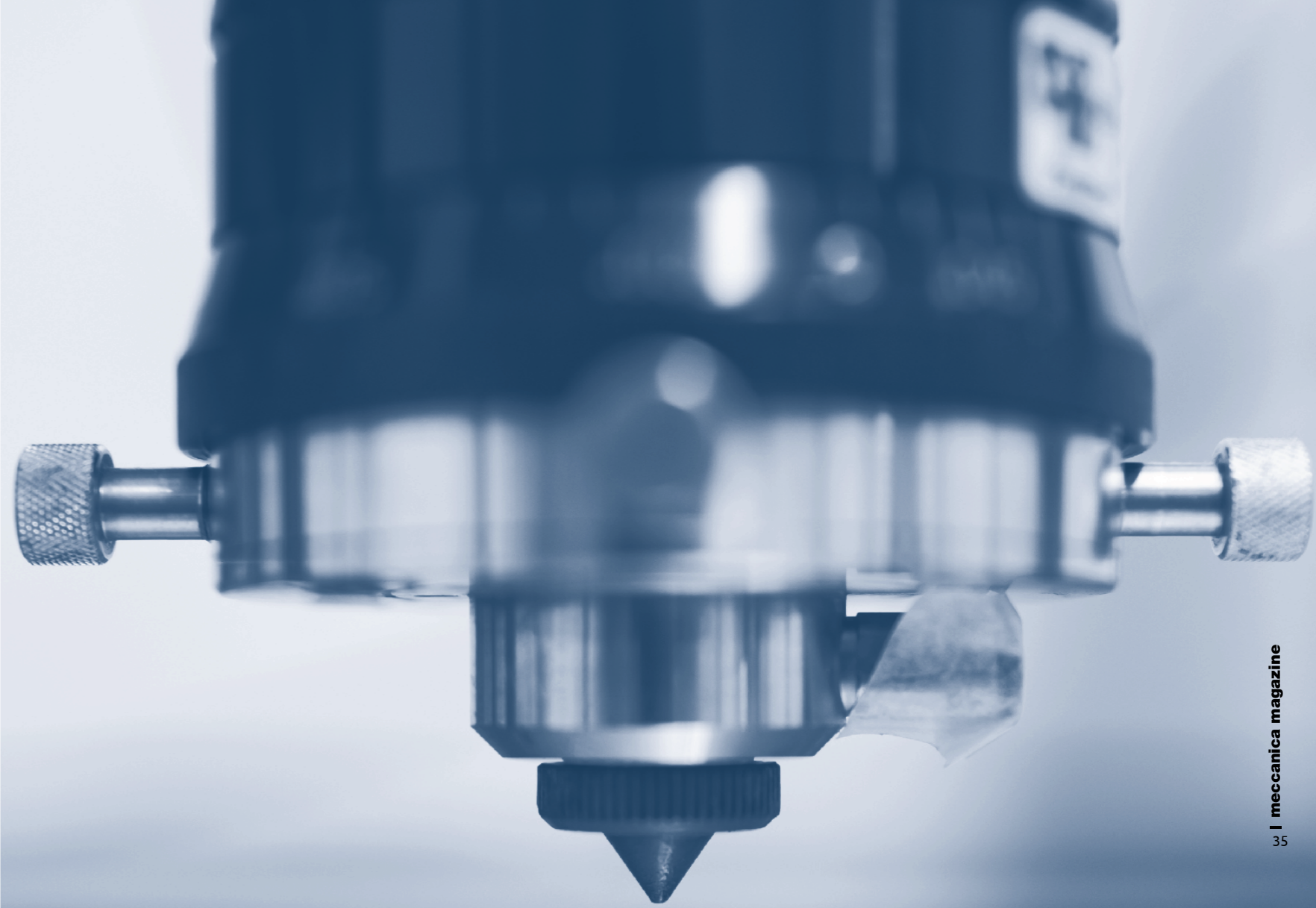
cellular structures in order to obtain artificial structures with new characteristics, different than those available in nature: these structures depend on both the composition and the geometry developable on different dimensional scales.

Research activities include the development of appropriate calculation models, mechanical characterization, analysis of the applications of cellular materials and latex, up to the development of compact cell meta-materials for the isolation of structural and acoustic vibrations and usable as element for the production of components for mechanical and aerospace applications.

The **WP4 (Autonomous systems)** is dedicated to the development and application of innovative technologies in the field of future transport. In particular, it is aimed at developing safety systems (ADAS) and autonomous driving connected by the development of automation algorithms and the creation of a communication sy-

stem between vehicles and infrastructure (V2X). It aims at verifying the actual benefits due to the use of innovative technologies in the construction of the vehicles (lighter materials or with better heat exchange and sound-reflection properties studied and developed in the other WPs). Finally, it aims at evolving these technologies focusing on the central role of the human being, hence the attention to comfort and the development of HMI interfaces. The different activities will take advantage of a prototype vehicle (EasyMile EZ10) designated as a demonstrator for the different activities.

The expected impacts of the LIS 4.0 project, linked to the deepening of knowledge on topics at the front-end of technology, are expected to provide further improvement in the positioning of the Department in the international context and an increase further the collaboration with Italian and foreign industrial partners.



Stampa 3D e polvere lunare: il kit dell'astronauta per le future missioni spaziali?

ITA

Le esplorazioni spaziali rappresentano oggi una delle principali sfide di ricerca per il settore dell'Additive Manufacturing: DMEC, in collaborazione con il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali e nell'ambito di un accordo con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e l'Agenzia Spaziale Europea (ESA), ha messo a punto un prototipo di stampante 3D a fascio laser in grado di stampare un simulante di regolite (NU-LHT-2M), la "polvere lunare". Il prototipo ha confermato la possibilità di stampare in-situ, utilizzando le risorse locali e riducendo di conseguenza gli elevati costi di supply chain.

I sistemi di additive manufacturing o stampa 3D permettono di realizzare oggetti e componenti quando servono, usando risorse locali a partire da un semplice file CAD che rappresenta la geometria dell'oggetto da realizzare. La stampa 3D abilita strutture più leggere, con nuove funzionalità (scambio termico, resistenza all'impatto, etc.) e maggiore affidabilità e durata, grazie alla significativa riduzione del numero di componenti.

La ricerca nasce all'interno di un progetto coordinato dalla Prof.ssa

Bianca Maria Colosimo, Vicedirettrice del Dipartimento di Meccanica, in collaborazione con il team di ricerca DMEC che ha messo a punto il prototipo di stampante 3D a fascio laser in grado di stampare regolite, guidato dalla Prof.ssa Barbara Previtali insieme al Dr. Ali Gökhan Demir, i dottorandi Leonardo Caprio ed Eligio Grossi.

Il gruppo della prof.ssa Michèle Lavagna (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali), insieme al prof. Giuseppe Sala e a Lorenzo Abbondanti-Sitta, ha messo a disposizione il simulante di polvere lunare, supportando la parte sperimentale, conducendo i successivi test di caratterizzazione dei campioni stampati.

Il progetto dimostra come manufatti in regolite o "polvere lunare" potrebbero essere prodotti con una tecnologia Additive Manufacturing a seguito di un'ottimizzazione delle condizioni di processo e dei parametri laser. I risultati dello studio hanno dunque permesso la definizione di una prima serie di linee guida per la progettazione di un sistema di stampa 3D da utilizzare nello spazio.

ENG

3d printing and moon dust: the astronaut's kit for future space exploration?

Some of the most challenging frontiers in Additive Manufacturing lie today on moon explorations and its potentials for advancements in research: DMEC, in collaboration with the Department of Aerospace Science and Technology and within a major collaborative project with the Italian Space Agency (ASI) and European Space Agency (ESA), has developed a prototype system for 3D printing of a lunar regolith simulant (NU-LHT-2M), that is to say "lunar powder". The 3D printer prototype shows the capability to print on site, using local resources, thus reducing the elevated supply chain costs.

Additive manufacturing or 3D printing systems, in fact, may allow the realisation of components when required, employing locally available resources and through a direct conversion from the digital CAD geometry to the final object. 3D printing can thus enable the manufacturing of lightweight structures, with improved performance (heat exchange, impact resistance, etc.) and greater reliability due to significant reductions in the number of components.

The research was coordinated by Prof. Bianca Maria Colosimo, Deputy Head at DMEC, with the collaboration of a team of our Department dedicated to the development of the laser 3D printer, led by Prof. Barbara Previtali with the support of Dr. Ali Gökhan Demir, PhD candidate Leonardo Caprio and Eligio Grossi, who developed the prototype 3D laser beam printer. A team from the Department of Aerospace Science and Technology composed by Prof. Michèle Lavagna, Prof. Giuseppe Sala and Lorenzo Abbondanti-Sitta contributed by providing the lunar dust simulant, cooperating during the various experimental campaigns and conducting materials characterization of the final products.

The research demonstrated that lunar powder or regolith could be 3D printed through the optimisation of processing conditions and laser parameters. Following the research's positive results, it was possible to define guidelines for the design of a future 3D printing system for use in space.

NextGear: tecnologie e materiali per treni di nuova generazione

ITA

Lo sviluppo di una nuova generazione di materiale rotabile è fondamentale per il raggiungimento degli ambiziosi obiettivi fissati da Shift2Rail per i futuri treni europei, che comprendono la sostanziale riduzione dei costi del ciclo di vita, una maggiore affidabilità ed efficienza energetica, la riduzione delle emissioni sonore e di altre esternalità e il raggiungimento della piena interoperabilità del materiale rotabile. NextGear implementerà una serie coordinata di attività di ricerca per sviluppare i treni del futuro.

NextGear è iniziato ufficialmente il 18 dicembre 2019 con il kick-off meeting a Bruxelles. Il progetto avrà una durata di 2 anni e un budget totale di 2,5 M €. La partnership NextGear è costituita da principali istituti di ricerca (KTH, Svezia; Università di Huddersfield, Regno Unito; Università di Leeds, Regno Unito; TU Graz, Austria; National Road and Transport Research Institute, Svezia; Università di Nottingham, Regno Unito; RINA, Italia; Universidad Nebrija, Spagna; e Politecnico di Milano), produttori di sistemi e componenti (Neat, Italia; Bercella, Italia; Lucchini, Italia; Dellner Dampers, Svezia) e utenti finali (Metro de Madrid, Spagna; Cafer, Romania) con UNIFE Unione Europea di Industrie Ferroviarie come coordinatore.

Per fare un passo in avanti verso lo sviluppo di una nuova generazione di attrezzi da corsa, il progetto NextGear propone i seguenti obiettivi:

- Aggiornare il modello di costo universale (UCM) per consentire di valutare l'impatto economico dell'innovazione suggerita per un operatore che utilizza il veicolo;
- Suggestire nuove idee per il dimostratore della tecnologia basate sia sull'uso di nuovi materiali sia sui nuovi metodi di produzione;
- Progettare la sala ferroviaria del futuro proponendo il concetto di un design ibrido di sala in materiale composito e metallo che consenta una riduzione di peso senza compromettere la sicurezza.

Nell'ambito del progetto DMEC avrà tre ruoli distinti.

Il primo è lo sviluppo di soluzioni per la produzione additiva dei metalli, il secondo consiste nell'individuare soluzioni che migliorino il comportamento di componenti meccatronici delle sospensioni in presenza di guasti e il terzo riguarda lo sviluppo di un concept totalmente innovativo per una sala ferroviaria realizzata in materiale composito e metallo. In particolare, i ricercatori di DMEC valuteranno l'uso di leghe metalliche più leggere per una catena di fornitura di pezzi di ricambio più veloce mediante la produzione additiva. Il sistema Trumpf TruPrint 3000 verrà utilizzato per la produzione del caso dimostrativo. Nell'ambito dello studio di sospensioni meccatroniche, i ricercatori di DMEC svilupperanno modelli di tipo multi-corpo e multi-fisico per analizzare le prestazioni e la sicurezza di marcia di veicoli dotati di sistemi di sospensione innovativi e per identificare le configurazioni dei sistemi di sensori, controllo e attuazione che minimizzano le conseguenze di guasti sulla sicurezza del sistema. Infine, la conoscenza di lunga data di DMEC sull'uso di materiali compositi ad alta resistenza sarà sfruttata per la progettazione e lo sviluppo di componenti ibridi in metallo-composito da utilizzare su tram, veicoli ferroviari leggeri o materiale rotabile convenzionale.

Con i risultati ottenuti, NextGear avrà un impatto in diverse aree, tra cui una riduzione dei costi del ciclo di vita grazie ai metodi di produzione migliorati, un aumento delle prestazioni grazie a materiali più performanti e alla riduzione di massa di componenti fabbricati con materiali nuovi, nonché il miglioramento del comfort dei passeggeri, la riduzione dei danni al veicolo e alla infrastruttura, l'incremento delle velocità di servizio e livelli di sicurezza più elevati attraverso l'implementazione di sistemi di sospensione attiva.

Il gruppo di ricerca sta proseguendo le attività mediante teleconferenze, mostrando uno spirito collaborativo europeo durante il periodo di pausa di CoVid-19.

ENG

NextGear: next generation of running gear

The development of a new generation of running gear is pivotal to the achievement of the ambitious goals set by Shift2Rail for future European trains, encompassing the substantial reduction of Life Cycle Costs, improved reliability and energy efficiency, the reduction of noise emissions and of other externalities and the achievement of full interoperability of the rolling stock. NextGear will implement a coordinated set of research activities to develop Running Gear Innovations and the Wheel Set of the Future.

NextGear officially started on 18 December 2019 with a kick of meeting in Brussels. The project will have a duration of 2 years and a total budget of 2.5 M€. The NextGear partnership consists of key research institutes (KTH, Sweden; University of Huddersfield, UK; University of Leeds, UK; TU Graz, Austria; Swedish National Road and Transport Research Institute; University of Nottingham, UK; RINA, Italy; Universidad Nebrija, Spain; and Politecnico di Milano), system and component manufacturers (Neat, Italy; Bercella, Italy; Lucchini, Italy; Dellner Dampers, Sweden), and end-users (Metro de Madrid, Spain; Cafer, Romania) with UNIFE European Union of Railway Industries as the coordinator.

To make a step towards the development of a new generation of running gear, NextGear project will:

- Update the Universal Cost Model (UCM) to make it possible to judge the economic impact of the innovation suggested for an operator using the vehicle,
- Suggest new ideas for the Running Gear Technology Demonstrator that are based both on the use of new applications of materials and new manufacturing methods,
- Design the wheelset of the future by proposing a concept for a hybrid composite-metal wheelset design that achieves lower weight without compromising safety.

The role of DMEC within the project is threefold: to develop metal additive manufacturing solutions for running gear components, to work on solving fault tolerance issues for mechatronic suspensions and to investigate the use of composite materials for the construction of railway wheelsets. As part of these activities, the DMEC researchers will assess the use of lighter metal alloys for a more responsive supply chain of spare parts by means of additive manufacturing. The Trumpf TruPrint 3000 system will be employed for producing the demonstrator case. Under the 'mechatronic suspensions' topic, the DMEC researchers will define multi-body and multi-physics models to analyse the performance and running safety of rail vehicles equipped with smart mechatronic suspensions and to identify the configuration of sensors, control and actuation systems that lead to minimal sensitivity of the vehicle to faults in the suspensions. Finally, the longstanding knowledge of DMEC on the use of high-strength composite materials will be exploited for the design and development of hybrid composite-metal wheelsets for use on trams, light rail vehicles or conventional rolling stock.

With the obtained results, NextGear will have an impact in a number of areas including a reduction in lifecycle costs due to the improved manufacturing methods and an improvement in performance due to the improved properties and reduced mass of components manufactured from novel materials, as well as improved passenger comfort, reduced vehicle and track damage or higher speed or higher safety levels through the implementation of active suspension systems.

The research group is continuing their activities by means of conference calls, showing a European collaborative spirit within the period of CoVid-19 break.



Valutazione del carico del vento sui nuovi edifici della sede ENI

ITA La tecnologia Double Skin Porous Façade (DSPF) ha un nuovo prestigioso esempio nel nuovo edificio della sede centrale ENI a San Donato Milanese, di Thom Mayne e Morphosis Architects.

Il progetto di ricerca, incentrato sulla valutazione degli effetti del vento su una facciata permeabile a doppia pelle, è stato sviluppato dalla Galleria del Vento del Politecnico di Milano (GVPM) e dal gruppo di Ingegneria del Vento DMEC, con il coordinamento del prof. Alberto Zasso e con il contributo di Giulia Pomaranzi, dottoranda di ricerca presso il Dipartimento di Meccanica. Dopo una tesi di laurea magistrale relativa alla tecnologia DSPF per gli edifici del Campus Boccioni, Giulia sta completando il suo PhD con una tesi nell'ambito dei carichi indotti dal vento sulle facciate degli edifici.

L'obiettivo principale di questo progetto era la stima del carico del vento sulla facciata e lo studio della potenziale emissione di rumore aero-acustico dello strato permeabile del rivestimento.

"Le facciate svolgono un ruolo importante nella riduzione della domanda di energia dell'edificio riducendo significativamente la radiazione solare e aumentando il comfort abitativo degli abitanti" - afferma il prof. Zasso, responsabile del progetto di ricerca. "L'adozione di tale facciata assicura, da un lato, il risparmio energetico ma dall'altro solleva dubbi sull'interazione del vento: la presenza dello strato

esterno e la sua interazione con l'aerodinamica dell'edificio possono indurre modifiche alle condizioni di carico della facciata interna oltre che sulla rete esterna".

Lo studio è stato condotto adottando una metodologia basata sia su prove sperimentali che su simulazioni numeriche per definire le condizioni di carico del vento. Sono stati eseguiti test in galleria del vento realizzando un modello rigido in scala 1:75 degli edifici, considerando le caratteristiche del vento in cantiere. Un ruolo complementare è stato svolto dal modello di fluido-dinamica computazionale (CFD) che ha portato alla definizione del carico di pressione indotto dal vento su entrambe le pelli e al calcolo del campo di velocità attorno a tali edifici. La potenziale emissione di rumore indotto dal vento è stata affrontata attraverso test ad hoc eseguiti nella galleria del vento di Pininfarina (una struttura appositamente progettata per affrontare i problemi di aeroacustica) dove è stato possibile individuare le fonti di rumore della singola porzione dell'edificio, con una speciale tecnica per l'identificazione delle sorgenti di rumore (beamforming).

L'edificio è attualmente in costruzione ad opera della Salini Impregilo S.p.A. Per maggiori informazioni sul progetto www.ppan.it/stories/eni/.



ENG

Wind load assessment on the new ENI headquarter buildings

The Double Skin Porous Façade (DSPF) technology has a new prestigious example in the new building of the ENI headquarters in San Donato Milanese, by Thom Mayne and Morphosis Architects.

The research project, focused on the evaluation of the effects of the wind on a permeable double skin façade, was developed by the Wind Tunnel of the Politecnico di Milano (GVPM) and by the DMEC Wind Engineering group, with the coordination of prof. Alberto Zasso and with the contribution of Giulia Pomaranzi, PhD student. After a master's thesis on DSPF technology for Bocconi Campus buildings, Giulia is completing her PhD with a thesis in the field of wind-induced loads on the facades of buildings.

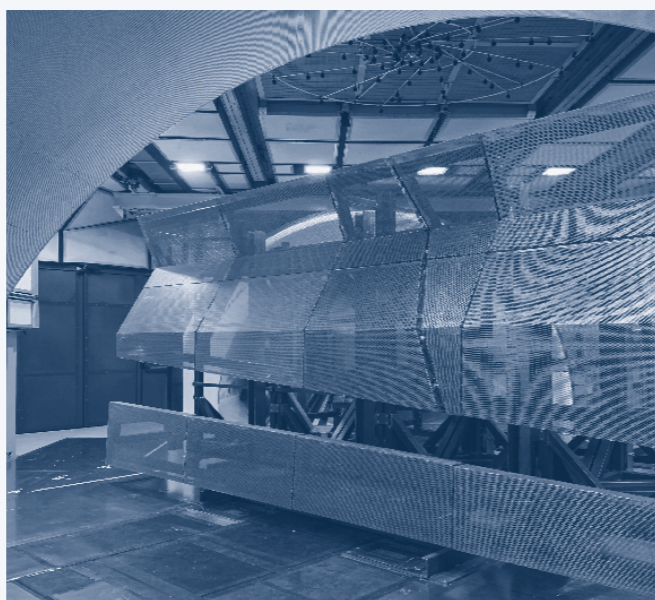
The main aim of this project was the façade wind load estimation and the investigation of the potential aero-acoustic noise emission of the permeable layer of the cladding.

"The façades play an important role in the reduction of the system energy demand by significantly decreasing solar radiation and increasing the inhabitant living comfort" – says prof. Zasso (responsible of the research project) – "The adoption of such façade ensures, on one hand, the energy saving but on the other raises question about wind interaction: the presence of the outer layer and its interaction

with building aerodynamics may induce modifications to the inner façade loading condition and wind strong effects are expected on the external mesh".

The study was conducted in the Politecnico di Milano Wind Tunnel, adopting a methodology based both on experimental tests and numerical simulations to define the wind loading condition. Wind tunnel tests on 1:75 rigid scaled model of the buildings have been performed considering the wind characteristics at the construction site. A complementary role has been played by the Computational Fluid Dynamic model that, together with the wind tunnel tests, has led to the definition of the wind-induced pressure load on both skins and the computation of the velocity flow field around such buildings. The potential emission of wind-induced noise has been adequately addressed through ad hoc tests performed in the Pininfarina wind tunnel (a structure specifically designed to deal with aeroacoustics problems) where it was possible to locate the sources of noise of the single portion of the building, with special noise technique (beamforming).

The building is currently under construction by Salini Impregilo S.p.A. For more info about the project: www.ppan.it/stories/eni/.



ITA

Il progetto PMI Network si pone l'obiettivo di incrementare la competitività e l'innovazione delle Piccole Medie Imprese attraverso lo sviluppo di un sistema per l'imprenditorialità transfrontaliera, creando una rete tra imprese, istituzioni, centri di ricerca e mondo associativo. Il progetto vuole avere un forte impatto sui territori lecchesi e del Canton Ticino, incentivando processi di cooperazione e interazione a lungo termine tra aziende svizzere e italiane valorizzandone forze e competenze. Finanziato nell'ambito del Programma di Cooperazione Interreg Italia Svizzera per un importo complessivo di oltre 1.5 milioni di euro, ha come capofila italiano il Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco (in collaborazione con il Technology Transfer Office del Politecnico di Milano) e, come capofila svizzero, la SUPSI - Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana.

Per facilitare il dialogo tra imprese e il mondo universitario e della ricerca, il progetto ha previsto la nascita del Cooperation Framework, un modello innovativo di trasferimento tecnologico che si concretizza nella formazione di due figure: i coordinatori, che interagiscono con i ricercatori e gestiscono i contenuti della piattaforma e gli esperti, operativi presso la Camera di Commercio e le associazioni di categoria e hanno un ruolo diretto di interfaccia con le aziende. Parallelamente alla selezione e alla formazione degli esperti e coordinatori, è stata implementata una piattaforma digitale che permette una continua interazione tra gli attori di progetto.

"L'area compresa tra il Canton Ticino e il territorio lecchese - afferma Marco Tarabini, professore di DMEC, coordinatore scientifico del progetto - conta più di 60.000 imprese operanti in settori chiave per le economie dei rispettivi paesi. PMI Network vuole essere un espe-

rimento di cross fertilization in cui le competenze tecnico-scientifiche del Politecnico di Milano e di SUPSI possano diventare un patrimonio condiviso con le istituzioni locali a garanzia di un dialogo costante con il tessuto imprenditoriale. Il Progetto si avvale di strumenti innovativi che ci consentono di raggiungere in modo capillare ed efficace le MPMI; pur avvalendosi di canali informatici all'avanguardia, il progetto si basa sulla centralità delle persone, sull'importanza della formazione e sulla necessità di creare reti di diverso livello per mantenersi competitivi in mercati che si modificano sempre più velocemente. Se da un lato la piattaforma digitale condivisa permette di interagire con i ricercatori e di accedere a contenuti e servizi in continuo aggiornamento, non mancheranno incontri incentrati su tematiche di particolare interesse per distretti o filiere". In particolare, le imprese del territorio transfrontaliero appartenenti a una determinata filiera sono invitate a confrontarsi in tavole rotonde in cui vengono proposti temi di discussione relativi alla dimensione verticale della filiera: sono pianificati eventi rivolti alle imprese di specifici settori per far emergere la complementarità nei loro processi produttivi a fronte dell'introduzione di nuove tecnologie e brevetti. L'obiettivo è quello di supportare i processi di innovazione delle imprese con servizi dedicati in grado di incrementare la competitività delle singole PMI e di intere filiere produttive.

Da subito sono stati previsti, oltre agli incontri frontali anche incontri virtuali in forma di webinar tra aziende e centri di ricerca per approfondire temi tecnico-scientifici nei settori di interesse per le PMI. E così, come previsto dal piano di eventi virtuali sulle innovazioni del progetto PMI Network, sono partiti il 31 marzo 2020, i Tech Talk: il

primo appuntamento trattava "La manifattura additiva dei materiali metallici e il suo utilizzo industriale" a cura del prof. Mario Guagliano, docente di Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine di DMEC.

Nell'ottica di stimolare le PMI a progettare processi di innovazione di medio-lungo termine, gli appuntamenti online si focalizzano su tecnologie e processi all'avanguardia con possibilità di impatto elevato nei settori industriali oggetto dell'intervento.

Da ultimo, non per importanza, è stato sviluppato in collaborazione con il gruppo di ricerca del prof. Gaetano Cascini, docente di Disegno e Metodi dell'Ingegneria Industriale di DMEC, un servizio di Innovation Check up, finalizzato a comprendere appieno i punti di forza e di debolezza delle realtà aziendali coinvolte e la loro collocazione nel contesto produttivo. In seguito a un contatto con gli Innovation Expert e alla compilazione di un questionario, i gruppi di lavoro dei due atenei coinvolti creeranno un report riassuntivo utilizzando KPI derivati dalla letteratura per l'identificazione delle direzioni privilegiate di azione per un'innovazione efficace.

PMI Network mira dunque a ottimizzare l'accesso delle PMI ai canali di supporto dei processi di innovazione, tramite lo sviluppo di strumenti e percorsi che rendano efficace il trasferimento di tecnologie e conoscenze tra il mondo della ricerca e quello industriale.

I partner di PMI Network sono Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco (capofila), SUPSI - Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (capofila), Fondazione Politecnico di Milano, Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Lecco, Confartigianato Imprese Lombardia, Confartigianato Imprese Lecco, A.P.I. - Associazione Piccole e Medie Industrie di Lecco, AITI - Associazione Industrie Ticinesi.

ENG

PMI Network - innovation through cross-border cooperation

The PMI Network project aims at increasing the competitiveness and innovation of small and medium-sized enterprises (SMEs) through the development of a system designed for cross-border entrepreneurship, which is able to create a network among companies, national bodies, research centres and associations. The project envisages a strong impact on the territories of the municipality of Lecco and Canton Ticino - fostering a long-term cooperation and interaction process between Swiss and Italian based companies and enhancing their strength and expertise. Funded by the Italian-Switzerland Interreg Cooperation Programme for a total amount of 1.5 million Euro, in Italy the project is headed by the Politecnico di Milano - Lecco Campus (in cooperation with the Technology Transfer Office of the University) while, in Switzerland by SUPSI - the professional university recognised by the Swiss Confederation.

In order to encourage the dialogue between companies and the academic/research world, the project has created the Cooperation Framework - an innovative model of technology transfer that is realised through the training of two figures: the coordinators, who interact with the researchers and manage the contents of the platform, and the experts, who operate at the Chamber of Commerce and the professional associations and are the direct interface with the companies. Also, a new digital platform allowing to continuously and mutually interact has been implemented - along with the selection and training of experts and coordinators.

"The area between Canton Ticino and the municipality of Lecco" - Marco Tarabini says, Professor at DMEC and Scientific Coordinator of the project - "has more than 60.000 companies working in key sectors for their economy. PMI Network would like to be a cross fertilisation experiment where technical and scientific expertise of the Politecnico di Milano and SUPSI may become an unprecedented heritage shared with local bodies, in order to guarantee an ongoing dialogue with entrepreneurial system. The project takes advantage of innovative instruments that are able to reach SMEs with a widespread and successful approach. Although it uses state-of-the-art IT channels, the project is based on the central role of persons, on the importance of training and on the need to create different-level networks to stay competitive on markets that are increasingly changing. From one hand, the shared digital platform will allow to interact with the researchers and access to new and updated content and services. From the other hand, there will be plenty of meeting dealing with key topics for districts or supply chains".

In particular, businesses from cross-border territory belonging to a specific sector will be invited to compare in round-table sessions where different topics related to the vertical dimension of supply chains will be proposed. Events addressed to companies from specific sectors will be planned in order to bring out their complementarity in the production processes with the introduction of new technologies and patents. The aim is to support company's innovation processes with customised services that are able to increase the competitiveness of the single SMEs and of the entire supply chains. From the very start, the programme included frontal meeting as well as virtual ones - in the form of webinars between companies and research centres to further explore the technical and scientific topics in some areas of interest for SMEs. Following the original programme of virtual events on innovation of the PMI Network project, Tech Talks started on March 31st 2020. Curated by Prof. Mario Guagliano at DMEC (Course: Mechanical Design and Machine Construction), the first one dealt with "Additive Manufacturing of metallic materials and its industrial use".

In order to encourage SMEs to create medium and long-term innovation processes, online meeting will be focused on technologies and state-of-the-art processes with a strong potential impact on the targeted industrial sectors.

Last but not least, an Innovation Check-up service has been developed in cooperation with the research group headed by Prof. Gaetano Cascini at DMEC (Course: Design Method for Industrial Engineering). This aims at understanding all the strength and weaknesses of the companies involved, as well as their placement in the manufacturing contest. After talking to the Innovation Experts and completing a questionnaire, the working groups of the two universities involved will create a summary report by using the KPI derived from literature to identify the most suitable directions to carry out effective innovative actions.

PMI Networks aims at optimising the access of SMEs to support channels for innovation processes, through the development of instruments and paths that make the technology and knowledge transfer of research and industry effective.

PMI Network partners are: Politecnico di Milano - Lecco Campus (lead project), SUPSI - professional university recognised by the Swiss Confederation (lead project), Fondazione Politecnico di Milano, Chamber of Commerce, Industry, Handicraft and Agriculture of Lecco, Confartigianato Imprese Lombardia, Confartigianato Imprese Lecco, A.P.I. - Associazione Piccole e Medie Industrie di Lecco, AITI - Associazione Industrie Ticinesi.

PERVIVAL

Percorsi virtuali per la valorizzazione di collezioni museali complesse in area milanese

ITA PERVIVAL è un progetto multidisciplinare sviluppato dal Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano, finanziato attraverso un contributo di Fondazione CARIPLLO.

PERVIVAL ha sviluppato un sistema interattivo con la funzione di spiegare una collezione museale "complessa", cioè formata da un mix di oggetti fisici, esposti in museo, e di componenti immateriali che ne esplicitano la funzione. Questo sistema è stato applicato per comprendere al meglio i corredi funebri dell'antico Egitto, caratterizzati da una molteplicità di oggetti ricchi di simbolismo e collegati tra loro attraverso complessi rituali.

L'applicazione, destinata alla sezione egizia del Civico Museo Archeologico di Milano, è installata nell'ambito della mostra "Sotto il cielo di Nut: Egitto Divino" (30 maggio 2020 - 28 marzo 2021).

I contenuti dell'applicazione si basano sulla fedele riproduzione digitale 3D degli artefatti artistici, ottenuti tramite rilievo laser scanner, fotogrammetria e tomografia assiale computerizzata.

La connessione tra i diversi oggetti, rappresentati nell'applicazione dalle loro repliche digitali 3D, consente una più ampia comprensione degli elementi della collezione, che sono così più facilmente percepiti come un insieme armonioso di elementi complementari tra loro, rappresentativi di uno specifico contesto storico-culturale.

L'applicazione digitale del progetto è stata sviluppata in collaborazione con il Civico Museo Archeologico di Milano, con il contributo degli antropologi del laboratorio LABANOF dell'Università di Milano e il contributo finanziario di Fondazione Cariplo. Il gruppo di ricerca DMEC è stato guidato dal Prof. Gabriele Guidi, coordinatore del rilievo e della modellazione 3D, con la partecipazione del Prof. Giandomenico Caruso, coordinatore dello sviluppo dell'applicazione interattiva, Laura Micoli, ricercatrice postdoc, per rilievo e modellazione 3D, struttura narrativa, sviluppo dell'applicazione interattiva e comunicazione del progetto, e Sara Gonizzi Barsanti, dottore di ricerca DMEC, a supporto di rilievo e modellazione 3D.

ENG

PERVIVAL - virtual paths for the enhancement of complex museum collections in the Milan area

PERVIVAL is a multidisciplinary project developed by the Department of Mechanical Engineering of Politecnico di Milano, funded through a contribution from Fondazione CARIPLLO.

PERVIVAL has developed an interactive system with the function of explaining a "complex" museum collection, indicating a mix of physical objects, exhibited in the museum, and intangible components that make their function explicit. This system has been applied to improve ancient Egypt's grave goods, characterized by a multiplicity of objects rich in symbolism and linked together through elaborate rituals.

This system, applied to the Egyptian section of the Civic Archaeological Museum of Milan, is installed as part of the exhibition "Sotto il cielo di Nut: Egitto Divino" (30th May 2020 - 28th March 2021).

The contents of the application are based on the 3D digital reproduction of artistic artifacts, obtained using laser scanning, photo-

grammetry and computer tomography.

The connection between the different objects, represented by the application from their 3D digital replicas, provides a more comprehensive understanding of the elements of the collection that will be more easily perceived as a harmonious set of complementary features, representative of a specific historical-cultural context.

The digital application of the project was developed in collaboration with the Archaeological Museum of Milan, with the contribution of the anthropologists of the laboratory LABANOF at the University of Milan, and the financial contribution of the Cariplo Foundation. Within DMEC the research team was coordinated by Prof. Gabriele Guidi, director of the 3D survey and modeling. Prof. Giandomenico Caruso was responsible of the interactive application development, while Postdoc Laura Micoli provided 3D survey and modeling, narrative structure, interactive application development and project communication. Sara Gonizzi Barsanti, who recently earned a PhD at DMEC, supported for survey and 3D modeling.



Laboratorio interdipartimentale LiDuP: strutture leggere e prestazioni di durabilità

ITA

Il Laboratorio LiDuP (Lightweight structure and Durability Performance Lab) del Politecnico di Milano è in grado di fornire un servizio essenziale nella progettazione di prodotti 'lightweight' che, al giorno d'oggi, sono parte integrante della costruzione di un veicolo (sia terrestre sia aeronautico). Il laboratorio è stato lanciato dalla nostra Università nel maggio 2017 e, al momento, vede la collaborazione di tre Dipartimenti (Dipartimento di Meccanica, Chimica, Dipartimento di Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta", Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale). È in grado di fornire un supporto sia teorico sia sperimentale al settore dell'industria, nell'ambito dell'Industria 4.0.

Per sviluppare concetti innovativi di 'lightweight construction', sono richieste strumentazioni specifiche per eseguire prove sperimentali e caratterizzare materiali e componenti. Il Laboratorio LiDuP fornisce un servizio d'eccellenza nello sviluppo di prodotti "lightweight" di medie dimensioni grazie a un completo supporto sperimentale e teorico. Il Laboratorio, inoltre, offre strutture per la preparazione di materiali con struttura in grafene o nanotubi di carbonio: la messa a punto dei relativi parametri di solubilità permette di raggiungere una

dispersione e un'interazione stretta con matrici liquide e polimeriche. Da un punto di vista scientifico, uno dei Comitati di valutazione del Consiglio di Ricerca Europeo (PE8_13) fa riferimento a "lightweight construction".

Supporto sperimentale: il Laboratorio LiDuP permette di eseguire prove sperimentali su componenti soggetti a stress termico, ambientale (umidità), chimico (raggi UV, ozono) e meccanico pluriassiale in una scala afferente a componenti di medie dimensioni. Nello specifico, il laboratorio fornisce la possibilità sia di sviluppare prodotti ed eseguire prove sperimentali su componenti complessi (ad esempio, bussole elastiche, bracci di sospensioni di veicoli, componenti di strutture civili, vari tipi di oggetti di consumo, ecc.), sia di effettuare valutazioni sperimentali di variazione delle caratteristiche fisiche durante il ciclo di vita dei componenti (affidabilità nel tempo). Il laboratorio, inoltre, vanta strutture dedicate alla funzionalizzazione di forme allotropiche di carbonio, tra cui grafene e nanotubi di carbonio.

I seguenti sistemi disponibili permettono di impostare set-up ad hoc

(Statico, a Fatica, Termico, Combinato e Durata) basati su:

- Dimensioni dei componenti fino a 2000 x 800 x 1000 mm (o superiori con adeguate impostazioni di prova);
- Temperatura e controllo dell'umidità (da -70 a +180 °C, dal 5% al 90% RH);
- Lampade UV (su richiesta);
- Generatori di Ozono (su richiesta);
- 4 o più attuatori idraulici per carico simultaneo (carico dinamico fino a 170 kN, frequenza dipendente da configurazioni di prova).

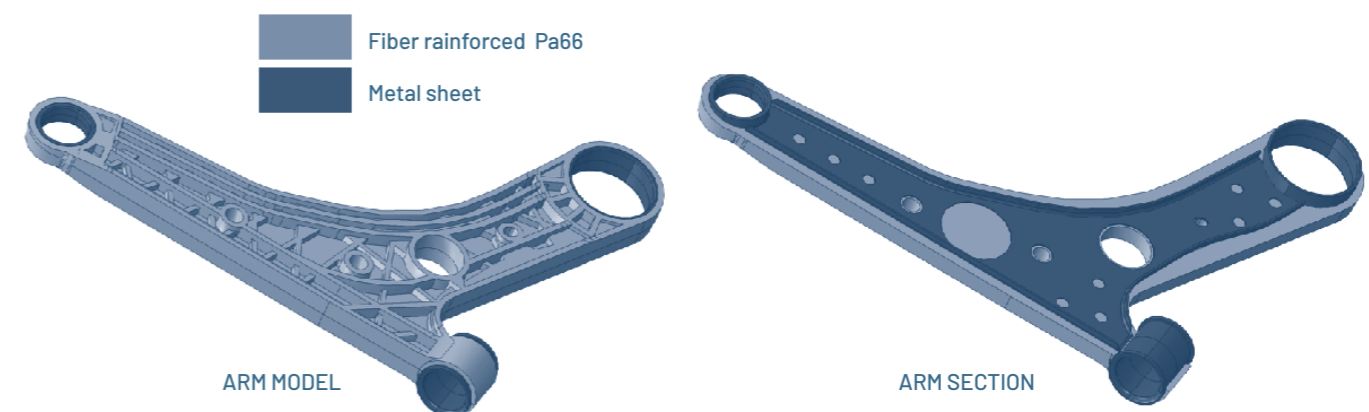
Il laboratorio LiDuP vanta set-up unici sul territorio nazionale

Supporto teorico: Il laboratorio fornisce la progettazione e la valutazione di prove sperimentali basati su software proprietari e commerciali appartenenti a: meccanica del continuo e meccanica dei materiali, dinamica dei sistemi multi-corpo, teoria dell'ottimizzazione, dinamica dei veicoli. Inoltre, affronta tematiche nell'ambito della chimica e dei materiali, trattati sia a livello macro sia su scala nanometrica. Il laboratorio è stato coinvolto nell'analisi di un braccio

di una sospensione in plastica (ibrido) in campo automobilistico. In questo progetto (Progetto SOLE, SOLE2 FESR EU/Regione Lombardia) è stata studiata a livello teorico e sperimentale la progettazione alleggerita di un braccio di una sospensione McPherson.

La struttura ibrida del braccio è stata realizzata attraverso l'uso di PA66 rinforzato con fibre corte in unione con delle lamiere di Alluminio 6061 T6 usate come rinforzo nei punti critici della struttura. Le proprietà strutturali sono adeguatamente supportate dalla parte costruita in PA66 con un rinforzo di fibra di vetro, mentre lo strato di alluminio evita la separazione dei componenti in caso di rottura.

La progettazione del braccio, in conformità con i paradigmi dell'Industria 4.0, è avvenuta interamente attraverso un processo digitale, che è stato utilizzato anche per la costruzione. Il materiale e l'incollaggio sono stati interamente caratterizzati da test sperimentali su prototipi semplificati. Il prototipo finale è stato quindi provato in una camera climatica per valutarne le prestazioni. È stata applicata una forza longitudinale quasi-statica da un attuatore idraulico, in parallelo alla misurazione della deformazione della struttura.



ENG

LiDuP interdepartmental lab: lightweight structure and durability performance

Politecnico di Milano's LiDuP Lab (Lightweight structure and Durability Performance Lab) provides a fundamental facility to the lightweight product design, that is nowadays an essential part of any vehicle construction (for both surface and air transport). The lab was launched by our University in May 2017, and currently foresees the collaboration of three different Departments (Mechanical Engineering, Chemistry, Materials and Chemical Engineering "Giulio Natta", Civil and Environmental Engineering). It provides both experimental and theoretical support to industry, in the framework of Industry 4.0 scheme.

For the development of innovative lightweight concepts, specific equipment is required for testing and characterizing materials and components. The LiDuP Lab provides a fundamental facility to develop any mid-size lightweight product by means of experimental and theoretical support. LiDuP Lab also provides facilities for the preparation of materials based on graphene and carbon nanotubes: tuning of their solubility parameter allows to achieve even dispersion and intimate interaction with liquid and polymer matrices. From the scientific point of view, one of the European Research Council evaluation panel (PE8_13) refers to lightweight construction.

Experimental support: LiDuP Lab allows testing of components subject to thermal, environmental (humidity), sunlight and mechanical stresses simultaneously at a scale which is that of a medium-size component. In particular, the Laboratory provides data for both product development and testing of complex components (for example, elastic bushings, suspension arms of vehicles, components of civil structures, various kinds of consumer objects, etc), and the experimental assessment of the variation of the physical characteristics during the lifetime of the component (durability performance). LiDuP Lab has also facilities dedicated to the functionalization of sp² carbon allotropes, such as graphene and carbon nanotubes. The following available systems allow to create a fit for purpose setup (Static, Fatigue, Thermal, Combined and Durability) based on:

- Component size up to 2000 x 800 x 1000 mm (or more with proper setup arrangement);
- Temperature and humidity control (from -70 to +180 °C, from 5% to 90% RH);
- UV lamp (on request);
- Ozone generator (on request);
- 4 or more hydraulic actuators for simultaneous loading (dynamic loading up to 170 kN, frequency depending on test setup).

LiDuP laboratories possess unique equipment distributed all over the domestic territory.

Theoretical support: LiDuP provides designing and understanding of experimental tests based on proprietary and commercial software pertaining to: continuum mechanics and mechanics of materials, multi-body systems dynamics, optimization theory, vehicle dynamics. Additionally, materials and chemical issues are dealt with both at the macro and nano scale. The Lab has been involved in the investigation on a Plastic (hybrid) suspension arm for automotive. In this project (Project SOLE, SOLE2 FESR EU/ Lombardy Region), a lightweight design of a lower McPherson suspension arm made of a hybrid structure is studied theoretically and experimentally. The hybrid structure of the arm is realized by a short glass fiber reinforced PA66 with an Aluminum 6061 T6 sheet reinforcement in the core of the structure. The load carrying properties of the structure are accomplished by the PA66 with glass fiber reinforcement, while the aluminum sheet avoids the separation of the component in case of fracture. The design of the arm, according to the paradigms of Industry 4.0, has been completely digitalized, along with the manufacturing process. The material and the bonding system have been completely characterized by experimental tests on simplified prototypes. The final prototype of the suspension arm has been tested in the climatic chamber for assessing its performances. A quasi static longitudinal force has been applied by an hydraulic actuator, while the deformation of the structure has been measured.



Al via il progetto H2020 Digiprime

ITA

DMEC ha ospitato a fine gennaio il kickoff meeting del progetto Horizon 2020 DigiPrime "Digital Platform for Circular Economy in Cross-Sectorial Sustainable Value", coordinato dal prof. Marcello Colledani. Con 16 Milioni di euro di finanziamento Europeo e 36 partner internazionali coinvolti, il progetto si pone l'obiettivo di sviluppare e dimostrare l'impatto di una piattaforma digitale per favorire lo scambio di informazioni tra aziende, in ottica cross-settoriale, abilitando così nuovi modelli di business di economia circolare tra settori diversi. Sono previsti sei casi pilota che colleghino tra loro diversi settori, tra cui batterie agli ioni di Litio, compositi e tecno-polimeri, componenti elettronici e meccatronici e prodotti tessili. Inoltre, il progetto gestirà due ulteriori call aperte a nuovi partner esterni a DigiPrime che vogliono testare la piattaforma con il meccanismo del "cascade funding", cioè attraverso finanziamenti gestiti dal progetto stesso.

Il Dipartimento di Meccanica ha un ruolo centrale nel progetto, non solo in quanto coordinatore e partner scientifico: il laboratorio interdipartimentale CIRC-eV, recentemente avviato al Politecnico di Milano, è una delle principali infrastrutture dove verranno sviluppate e testate le tecnologie ICT per il recupero di batterie agli ioni di Litio derivanti dal mercato automotive. DigiPrime, inoltre, è in collegamento diretto con il progetto H2020 FiberEUse "Large Scale Demonstration of New Circular Economy Value-Chains Based on the Reuse of End-of-Life Fiber Reinforced Composites", anch'esso coordinato dal Dipartimento di Meccanica (prof. Marcello Colledani).

ENG

Kickoff meeting for H2020 project Digiprime

DMEC has hosted the kickoff meeting of the Horizon 2020 DigiPrime project "Digital Platform for Circular Economy in Cross-Sectorial Sustainable Value", coordinated by prof. Marcello Colledani. The project, which involves 36 partners, with circa 16 million euro of European funding, has the goal to develop and demonstrate the impact of a digital platform for sharing information among industries, with a cross-sectorial view, thus enabling new circular economy business models in different supply chains.

A number of sectors will be linked through six demonstrating pilots, including Lithium-Ion batteries, composite materials and techno-polymers, electronic and mechatronic components and textile products. Moreover, the project will manage two further calls, open to new stakeholders outside the DigiPrime initial consortium, to test and enrich the platform, with the "cascade funding" mechanism, namely direct financing managed by the project itself.

DMEC will play a central role in the project, not only as project coordinator: the CIRC-eV inter-departmental laboratory, recently launched at Politecnico di Milano, will be one of the key infrastructures to develop and test the ICT solutions related to the e-mobility Lithium-Ion batteries recovery pilot. Moreover, DigiPrime has a direct link with the H2020 FiberEUse project "Large Scale Demonstration of New Circular Economy Value-Chains Based on the Reuse of End-of-Life Fiber Reinforced Composites", coordinated by DMEC Prof. Marcello Colledani.

Emotion

mobilità e patrimonio culturale dell'Eritrea: nuove frontiere per il Corno d'Africa

"Eritrea Mobility and Cultural Heritage": New Frontiers of the Horn of Africa (EMotion) è un progetto di ricerca finanziato attraverso l'edizione del 2018 del "Polisocial Award".

Polisocial è il programma di impegno e responsabilità sociale del Politecnico di Milano che intende mettere l'università a stretto contatto con le dinamiche dei cambiamenti della società, estendendo la missione dell'Ateneo verso i temi e bisogni sociali che nascono dal territorio, sia a livello locale che globale. Il "Polisocial Award" è una competizione che prevede la presentazione, selezione ed implementazione di progetti di ricerca a fini sociali; ad oggi le edizioni degli "Awards" hanno finanziato - con oltre tre milioni di euro - 41 progetti coinvolgendo 330 ricercatori.

Descrizione, principali obiettivi, fasi di sviluppo del progetto

L'Eritrea è un paese chiave nell'area strategica del Corno d'Africa (HoA). Il 9 luglio 2018, grazie all'accordo di pace raggiunto con l'Etiopia, sono state riviste tutte le questioni relative ai confini e l'Eritrea ha potuto riaprire l'accesso al porto di Massawa. Nel novembre 2018

sono state abolite tutte le sanzioni inflitte dall'ONU. In materia di politica continentale, l'Unione Africana ha colto la sfida legata alla creazione di politiche che fossero in grado di superare le barriere fisiche e culturali esistenti.

Perciò, è di primaria importanza promuovere azioni volte a risolvere i problemi legati alle barriere fisiche e culturali nel Corno d'Africa, contribuendo così a creare un continente integrato (Agenda 2063). Un fattore chiave è il ruolo della rete di trasporti, che deve essere progettata in forma congruente con tutti i paradigmi della "mobilità sostenibile", tenendo conto delle politiche di sviluppo delle aree urbane e territoriali, del patrimonio culturale, dell'efficienza energetica e della qualità dell'ambiente.

L'asse principale preso in esame in questo progetto è la strada Asmara-Massawa (lunga 117 km, altitudine media 2400 m sopra il livello del mare, a carreggiata singola, con circa 10 importanti strutture civili). Oltre a essere una strada dedicata al trasporto di persone e merci, essa è un asse strategico che rappresenta un'opportunità straor-

dinaria per creare un sistema di percorsi originale e innovativo: la sfida del progetto è quella di ideare un nuovo concetto di mobilità preservando al contempo le infrastrutture esistenti. Un patrimonio culturale tanto straordinario quanto vulnerabile costituito da una strada costruita nel 1935, considerata un capolavoro ingegneristico, che collega siti archeologici, artistico-culturali e architettonici e che rappresenta di per sé stessa un monumento da salvaguardare, proteggere e restaurare.

Il nuovo modello di smart mobility può rappresentare dunque un punto di collegamento ideale e realistico, essendo in grado di veicolare beni, idee, conoscenze, valori e di mettere in contatto persone, oltre a riunire luoghi e percorsi legati tra loro a livello storico e culturale: la strada potrebbe diventare uno strumento di valorizzazione e sviluppo commerciale, culturale e turistico. Tuttavia, per fare ciò, deve essere sicura, attrezzata facilmente accessibile e orientata alla mobilità sostenibile, ovvero in grado di "favorire la crescita economica e l'accessibilità, una migliore integrazione economica rispettando al tempo stesso l'ambiente, rafforzando l'uguaglianza sociale, la salute, la resistenza delle città, i collegamenti tra città e campagna e la produttività delle aree rurali" (SDGs 2030), dando valore anche al patrimonio e all'identità culturale (Agenda 2063, 5).

Lo scopo del progetto è anche quello di fornire una serie di soluzioni integrate per la valorizzazione e fruizione del patrimonio culturale e per una migliore qualità di vita in Eritrea e nel Corno d'Africa, attraverso l'attivazione di linee di ricerca di alto profilo e progettando percorsi di formazione (capacity building). Il risultato finale è uno studio di fattibilità messo in opera per fornire un supporto alla promozione della mobilità sulla strada di Asmara-Massawa, anche migliorando e proteggendo gli elementi storici e il valore culturale della strada stessa, oltre che delle zone che attraversa.

Al momento anche a seguito dell'isolamento del Paese fino alla pace

recente, i dati relativi alle infrastrutture civili (per lo più ponti e viadotti) sono perduti o non disponibili e il progetto prevede azioni specifiche per colmare questo vuoto. Punti salienti del progetto sono:

- creazione di un atlante operativo per la conoscenza del territorio (in ambiente GIS) per supportare le strategie di manutenzione futura, la gestione dei rischi e nuove necessità;
- analisi del caso di studio Asmara-Massawa come patrimonio culturale che unisce elementi tangibili e intangibili;
- analisi delle caratteristiche delle strutture lungo la strada in relazione alle necessità di mobilità attuali;
- analisi degli attuali flussi di merci e persone e lo scenario del futuro (anche la pianificazione di itinerari turistici).

Emotion utilizza un approccio olistico e multi-disciplinare (beni architettonici, tecniche edilizie e materiali, ambiente, mobilità, energia, management e impatto sociale). Tale metodologia unisce in azioni sinergiche discipline differenti (Scienze Umane, Ingegneria, Scienze della Terra,...) fornendo nuove informazioni e generando un modello applicabile ad altri contesti e replicabile.

Team di progetto:

Federico Cheli - Responsabile Scientifico, Susanna Bortolotto - Project Manager, Francesco Augelli, Nelly Cattaneo, Matteo Colombo, Francesco Ferrise, Katherina Flores Ferreira, Manish Kuram, Michela Longo, Daniele Marchisotti, Serena Massa, Monica Papi, Edoardo Sabbioni e Emanuele Zappa.

Partner:

Ambasciata Eritrea di Roma, Ambasciata Italiana di Asmara, Asmara Heritage Project, azienda di trasporti Basco, E-Co, SINA-Società Iniziative Nazionali Autostradali, Pirelli, Tom Tom, CeRDO - Centro Ricerche sul Deserto Orientale, ISMeO - Associazione Internazionale di Studi sul Mediterraneo e l'Oriente, Università Cattolica di Milano e Università degli Studi "L'Orientale" di Napoli.



ENG

Emotion - Eritrea mobility and cultural heritage: new frontiers of the Horn of Africa

The research "Eritrea Mobility and Cultural Heritage: New Frontiers of the Horn of Africa (EMotion)" was granted through the Polisocial Award in 2018.

Polisocial is the social engagement and responsibility programme of Politecnico di Milano which extends the university's mission to social issues and needs that arise from the territory, on both a local and global level. The "Polisocial Award" initiative rewards the best research projects with social purposes and has so far financed 41 projects with over 3 million euros, involving more than 330 researchers.

Description, main objectives, project development

Eritrea is a key country in the strategic area of Horn of Africa (HoA). On 9.7.2018, thanks to the acceptance of the peace agreement by Ethiopia, all the issues related to the border were reviewed and Eritrea opened the access to the Massawa port. In November 2018 all the UN sanctions on Eritrea were lifted. In terms of continental policies, the African Union has been engaged in designing policies able to overcome the existing physical and cultural barriers.

It is therefore crucial to solve the problem of physical and cultural barriers in the HoA contributing to the creation of an integrated continent (Agenda 2063). A key factor is the role of the transport network, which has to be designed reflecting on the current meaning of sustainable mobility, taking into consideration the development policies of urban and territorial areas, cultural heritage, energy efficiency and environmental quality.

The main axis of this project is the Asmara-Massawa road (117 km long, difference in elevation 2400 m, single carriageway, about 10 civil important structures). Besides being a road for trade and transport, this strategic axis represents an extraordinary opportunity to design an original and innovative itinerary system: the challenge of this project is to plan a new mobility preserving at the same time the pre-existing historic infrastructure: an extraordinary and vulnerable cultural heritage which consists of a road built in 1935, considered as a masterpiece of engineering, that connects archaeological, historical-artistic and architectural sites, and that is itself summation of artefacts and monuments to be preserved, protected and enhanced. The new model of smart mobility may represent the ideal and real bridge, capable of transferring goods, ideas, knowledge, values and connecting people, as well as reuniting historically and culturally related places and paths: the road can become an instrument of valorisation and commercial / cultural / touristic development, but it needs to be safe, equipped, easily accessible and oriented to a sustainable mobility, thus being able to "enhance economic growth and improve accessibility, better integration of the economy while

respecting the environment, improving social equity, health, resilience of cities, urban-rural linkages and productivity of rural areas" (SDGs 2030) also giving value to cultural identities and heritage (Agenda 2063, 5).

The project aims at providing a set of integrated solutions for sustainable development, for the valorisation and fruition of cultural heritage and for a better quality of life in Eritrea and the HoA, through the activation of high-profile research lines and improving the training. The outcomes are a feasibility study meant to support the challenge of promoting mobility on the Asmara-Massawa route, also enhancing and protecting the historical elements of cultural value of the route itself, and of the areas it goes through.

The quantified Eritrean data analysis at present is not available, following the isolation of the Country until the recent peace. This project provides a contribution to fill this gap.

The advancement of the state of the art has been provided through a set of actions:

- construction of an operational atlas for the knowledge of the territory (with the inventory in GIS environment) to support future maintenance strategies, the management of risks and new needs;
- analysis of the Asmara-Massawa case study as cultural heritage that combines tangible and intangible elements;
- analysis of the characteristics of the structures along the road in relation to the current mobility needs;
- analysis of the current flows of goods and people and of future scenarios (also the planning of tourist itineraries).

Emotion is compliant with a comprehensive multidisciplinary approach addressing: heritage, construction and materials, environment, mobility, energy, management and social impact. This approach combines theories, methods, tools and techniques from Humanities, Engineering, Earth Sciences, Technologies, providing new information and a model that can be applied to other context and replicated by expanding case studies.

Project team

Federico Cheli - Scientific Coordinator of the project, Susanna Borlototto - Project Manager, Francesco Augelli, Nelly Cattaneo, Matteo Colombo, Francesco Ferrise, Katherina Flores Ferreira, Manish Kuram, Michela Longo, Daniele Marchisotti, Serena Massa, Monica Papini, Edoardo Sabbioni e Emanuele Zappa.

Partners:

Eritrean Embassy of Rome, Italian Embassy of Asmara, Asmara Heritage Project, Basque transport company, E-Co, SINA-National Highway Initiatives Society, Pirelli, Tom Tom, CeRDO - Centro Ricerche sul Deserto Orientale, ISMeO - Associazione Internazionale di Studi sul Mediterraneo e l'Oriente, Università Cattolica of Milan and Università degli Studi L'Oriente of Naples.

ITA

PoliNDT

Laboratorio sulla diagnostica e durabilità delle strutture meccaniche

PoliNDT è un Laboratorio Interdipartimentale del Politecnico di Milano di cui fanno parte i Dipartimenti di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica (DCMC), Elettronica, Informazione e Bioingegneria (DEIB), Civile e Ambientale (DICA) e Meccanica (DMEC). Il laboratorio nasce per approfondire e applicare tecniche diagnostiche non distruttive e innovative applicate ai settori dell'ingegneria Civile e Meccanica e si pone come ponte tra il mondo dell'Università e quello del Lavoro nel settore della DIAGNOSTICA e della DURABILITÀ. Suo obiettivo principale è l'applicazione sperimentale in campo, avvalendosi anche della collaborazione di altre strutture di Ateneo come il Laboratorio Prove Materiali Strutture e Costruzioni. Tre sono le parole chiave del laboratorio: ricerca, servizi, formazione.

Ricerca, ovvero l'essenza di PoliNDT, grazie alla quale trovare soluzioni concrete a problematiche non convenzionali. Le competenze dei dipartimenti partecipanti, diversificate e complementari, consentono l'attivazione di nuove linee di ricerca, tra le quali si possono citare:

- integrazione e miglioramento delle metodologie diagnostiche consolidate per diverse tipologie di materiali;
- sviluppo di sensori e di strumenti innovativi o low-cost, integrando le competenze sui metodi diagnostici e il monitoraggio con quelle sulla fisica dei sensori e sull'elettronica analogica e digitale;
- automazione delle indagini su grandi strutture e in ambienti difficilmente accessibili o pericolosi;

Servizi nella diagnostica in situ con particolare attenzione alle problematiche che non possono essere risolte con procedure e metodologie standard. In particolare, possono essere forniti i seguenti servizi:

- indagini con tecniche non distruttive su elementi metallici, in materiale polimerico, in legno, in muratura, in calcestruzzo, in composito;
- indagini su strutture danneggiate (da sovraccarico, da corrosione, da sisma, da incendio, ...);
- sviluppo e integrazione di tecniche non distruttive per la diagnostica su componenti dell'ingegneria civile e meccanica;
- sviluppo di sensori e di strumenti innovativi o low-cost;
- automazione delle indagini di sviluppo di sistemi di monitoraggio.

Formazione, per arricchire con stimoli nuovi la didattica sulle tematiche della diagnostica strutturale e del monitoraggio, attraverso il trasferimento delle conoscenze, maturate nell'ambito della sua attività, a tutte le figure coinvolte e a coloro che in futuro saranno i protagonisti della professione.

Il Laboratorio dispone di una ricca dotazione di strumentazioni per la diagnostica strutturale in termini di analisi sperimentale delle tensioni (estensimetria ottica ed elettrica, fotoelasticità, ...), controlli non distruttivi (visivo, liquidi penetranti, particelle magnetiche, ultrasuoni, correnti indotte, ...) e monitoraggio strutturale (onde guidate ultrasonore, emissione acustica, ...). Tra le acquisizioni più recenti si annoverano: un sistema per misure di emissione acustica, un tomografo ad ultrasuoni a bassa frequenza con impulsi di onde di taglio, un cromatografo ionico e una sorgente laser impulsata per eccitazione di onde elastiche.

Tra le attività svolte fino ad ora, si riportano alcuni esempi:

- il monitoraggio real-time dell'integrità strutturale di rotaie ferroviarie adottando tecniche basate sulle onde ultrasonore guidate;
- l'individuazione di difetti nelle catene storiche del Duomo di Milano mediante diverse metodologie di controllo non distruttivo;
- il monitoraggio real-time dell'integrità strutturale di giunti incollati tra sostrati in composito a matrice polimerica adottando tecniche basate sull'emissione acustica.

Il Dipartimento di Meccanica partecipa attivamente al laboratorio grazie al Prof. Michele Carboni che è in carica al Comitato di Gestione del medesimo. Il prof. Michele Carboni svolge da diversi anni ricerca su tecniche diagnostiche non distruttive e possiede, tra l'altro, la qualifica e la certificazione di ispettore NDT Livello 3 secondo ISO 9712 nel metodo visivo, nel metodo dei liquidi penetranti, nel metodo delle particelle magnetiche e nel metodo ultrasonoro. A queste si aggiungono le estensioni della certificazione per la manutenzione ferroviaria nel metodo visivo, nelle particelle magnetiche e nel metodo ultrasonoro secondo le Linee Guida ANSFISA 02/2012 e la loro revisione U.0015992.



ENG

PoliNDT - laboratory for structural monitoring and diagnostics

PoliNDT is an interdepartmental laboratory of the Politecnico di Milano and involves the Department of Chemistry, Materials and Chemical Engineering (DCMC), the Department of Electronics, Information and Bioengineering (DEIB), the Department of Civil and Environmental Engineering (DICA) and the Department of Mechanical Engineering (DMEC). The laboratory was born to explore and apply innovative non-destructive and diagnostic techniques in the fields of Civil and Mechanical Engineering and it is meant to be a link between the Academy and the productive world in the field of DIAGNOSTICS and DURABILITY, as well. The main objective is the experimental application on site, also through the cooperation of many other infrastructures of the Politecnico di Milano, such as the The Testing Laboratory for Materials, Buildings and Civil Structures. Three are the laboratory's key words: research, services and training.

Research is the core business of PoliNDT. The aim is to find out effective innovative solutions to unconventional issues. The expertise of the involved Departments is different and complementary at the same time, allowing the onset of new research lines, including for example:

- integration and improvement of consolidated diagnostic methodologies for the application to different types of materials and structures;
- development of sensors and innovative or low-cost instruments, by integrating the expertise on diagnostic methods and monitoring with the physics of sensors and analogic/digital electronics;
- automation of inspections for large structures and/or dangerous or non-accessible environments.

Services for in situ diagnostics, with particular focus on issues that cannot be solved by standard procedures and methodologies. In particular, some examples are:

- technical assessments, by non-destructive techniques, of metallic, polymeric, wooden, masonry, concrete and composite materials and structures;
- assessments of damaged structures (by overload, corrosion, earthquake, fire, etc.);

- development and integration of non-destructive techniques for the diagnostics on civil and mechanical engineering components;
- development of innovative and low-cost sensors and instruments;
- automation of inspections of monitoring systems.

Training, in order to improve teaching activities with new ideas in the field of structural and monitoring diagnostics and to transfer the learned knowledge to the interested people.

The laboratory is equipped with a wide range of instruments for structural diagnostics in terms of experimental stress analysis (optical and electric strain gages, photo elasticity, etc.), non-destructive testing (visual, liquid penetrants, magnetic particles, ultrasonic, eddy currents, etc.) and structural health monitoring (ultrasonic guided waves, acoustic emission, etc.).

Most recent acquisitions include: a measurement system for acoustic emissions, a low-frequency ultrasonic tomographic system using shear waves, an iconic chromatograph and a pulsed laser source for generating elastic waves.

Some examples of activities carried out up to now are:

- real-time monitoring of the structural integrity of railway rails by means of techniques based on ultrasonic guided waves (Figure 1);
- identification of defects in the historical tie-rods of the Duomo of Milan by means of different methodologies of non-destructive testing;
- real-time monitoring of the structural integrity of composite bonded joints by means of techniques based on acoustic emission.

The Department of Mechanical Engineering has an active part in the laboratory thanks to Prof. Michele Carboni, who has been carrying out researches on non-destructive diagnostic techniques for years and is qualified and certified as NDT inspector (Level 3 ISO 9712) in the following methods: visual, liquid penetrants, magnetic particles and ultrasonic. Moreover, the extension of certification for railway maintenance in the visual, magnetic particles and ultrasonic methods, according to ANSFISA 02/2012 guidelines and their review U.0015992, is available, as well.

Patchbond II: patch in materiale composito e monitoraggio strutturale



ITA

L'incremento di utilizzo di materiali compositi nella produzione di strutture aeronautiche ha aperto nuove frontiere e ambiti di sviluppo, sia in ambiente civile che militare. Tali materiali offrono notevoli prestazioni, in particolare in termini di resistenza e diminuzione di peso, ma allo stesso tempo richiedono complesse procedure e tecnologie per la rilevazione di eventuali danni e la loro successiva riparazione.

Il progetto Patchbond II affronta il tema della riparazione di strutture aeronautiche in materiale composito. In particolare lo studio è rivolto all'utilizzo di una patch in materiale composito opportunamente incollata al substrato danneggiato (fusoliera elicottero NH90) mediante un film di adesivo (film adhesive). Il progetto vede coinvolti diversi partner europei provenienti da Finlandia, Germania, Italia, Norvegia, Paesi Bassi e Repubblica Ceca, tra cui anche il Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano, nello specifico i Proff. Marco Giglio, Claudio Sbarufatti, Andrea Bernasconi e Ing. Daniele Oboe. In particolare, il loro contributo è volto alla modellazione della patch di riparazione mediante software ad elementi finiti ed all'implementazione di un sistema di monitoraggio e prognosi strutturale, al fine di verificare la sua resistenza e funzionalità in servizio. Tale sistema vede la sua realizzazione mediante una rete di sensori permanentemente installati sulla patch, al fine di effettuare un monitoraggio continuo ed in tempo reale durante l'esercizio del velivolo.

L'impatto di tale ricerca può essere significativo nel mondo industriale, sia per un aumento della sicurezza delle strutture che per una diminuzione dei costi di manutenzione e riparazione dei velivoli.

ENG

Patchbond II: composite material patch bonded and structural health monitoring

The increasing adoption of composite materials for the production of aeronautical structures has opened new horizons and research fields, both for civil and military applications. These materials offer considerable performances, in particular regarding the strength and weight-saving, however, they require complex procedures and technologies for damage identification and repair.

Patchbond II is devoted to the study of the repairing technique of composite aeronautical structures. In particular, this study proposes a composite material patch bonded on the damaged substrate (NH90's fuselage) by means of a film adhesive. The project involves several partners from Finland, Germany, Norway, The Netherlands, and the Czech Republic, among them, the Department of Mechanical Engineering of Politecnico di Milano is involved with professors Marco Giglio, Claudio Sbarufatti, Andrea Bernasconi, and Eng. Daniele Oboe. In particular, their contribution is devoted to model the repairing patch with the finite element method and the development of a structural health monitoring and prognosis system to evaluate its strength and functionality in service. This system The creation of this system includes a network of permanently installed sensors on the patch to perform continuous and real-time monitoring during the service of the aircraft. This project can have a great impact on the industrial world, in particular, with an increase of the aeronautical structures' safety and a decrease in the cost associated with maintenance and aircraft repairing.

La sicurezza all'azione del vento per il nuovo ponte di Genova studiata in Galleria del Vento Polimi

ITA Prove in Galleria del Vento e simulazioni numeriche a garanzia di una corretta interazione vento struttura e sicurezza di marcia dei veicoli

La ricostruzione del Ponte di Genova, avvenuta secondo una tabella di marcia serratissima, ha messo in primo piano, insieme alla bellezza e funzionalità della struttura, la sicurezza di marcia dei veicoli rispetto agli eventi atmosferici, in particolare all'azione del vento.

Dai primissimi giorni dell'assegnazione dell'opera allo studio Renzo Piano per la concezione progettuale-architettonica e a PERGENOVA (società consortile costituita da Salini-Impregilo e Fincantieri Infrastrutture) per la costruzione, il Politecnico di Milano è stato coinvolto per coordinare gli studi sull'interazione del vento con la struttura e con il traffico stradale.

Nel caso di grandi infrastrutture, tipicamente grandi ponti, esposte all'azione del vento, i passi essenziali sono:

- Definizione delle caratteristiche del vento specifiche del luogo. In questo caso lo studio del vento locale è stato effettuato dall'Università di Genova;
- Ottimizzazione di alcune scelte architettoniche-funzionali ai fini di una corretta interazione vento struttura, per la definizione della geometria definitiva della sezione del ponte, effettuata da POLIMI sulla base di simulazioni numeriche CFD validate in Galleria del Vento;
- Prove in Galleria del Vento e simulazioni numeriche, effettuate da POLIMI, per la valutazione conclusiva della risposta di interazione della struttura con il vento e della sicurezza di marcia dei veicoli.

La paternità di Renzo Piano nella concezione architettonica ha avu-

to il grande merito di portare alla definizione di forme fortemente integrate con l'ambiente di Genova, nella sua identità legata al mare e al porto, da cui l'impalcato a forma di chiglia di nave.

La volontà dell'Architetto di costruire una struttura energeticamente sostenibile, nella sua futura gestione, ha quindi portato all'integrazione di una grande superficie di pannelli fotovoltaici lungo tutto lo sviluppo dell'impalcato. L'imprescindibile richiesta di sicurezza di marcia del traffico ha richiesto infine l'adozione di schermi frangivento aerodinamicamente ed esteticamente efficaci. Una sfida istruttiva, che ci pone davanti ad alcune domande. Può coesistere una geometria di impalcato che integri in modo virtuoso le diverse esigenze architettoniche, ambientali e di ottimale funzionalità aerodinamica e strutturale? Si può prendere spunto dalla sfida di Genova per rendere questa volontà di integrazione in tempi "compressi" un connotato possibile delle grandi infrastrutture?

Le prove in Galleria del Vento

Il gruppo di ricerca di Wind Engineering del Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano, coordinato dal professor Alberto Zasso, che da anni studia l'interazione Vento Struttura su grandi ponti ed edifici, ha affrontato queste domande nel Progetto di Ricerca PERGENOVA, in collaborazione con il personale tecnico della Galleria del Vento e con il Dipartimento di Ingegneria Civile Chimica e Ambientale (DICCA) dell'Università di Genova (prof. Massimiliano Burlando), per la parte di Fisica dell'Atmosfera.

Lo scambio continuativo e coordinato di informazioni con lo Studio

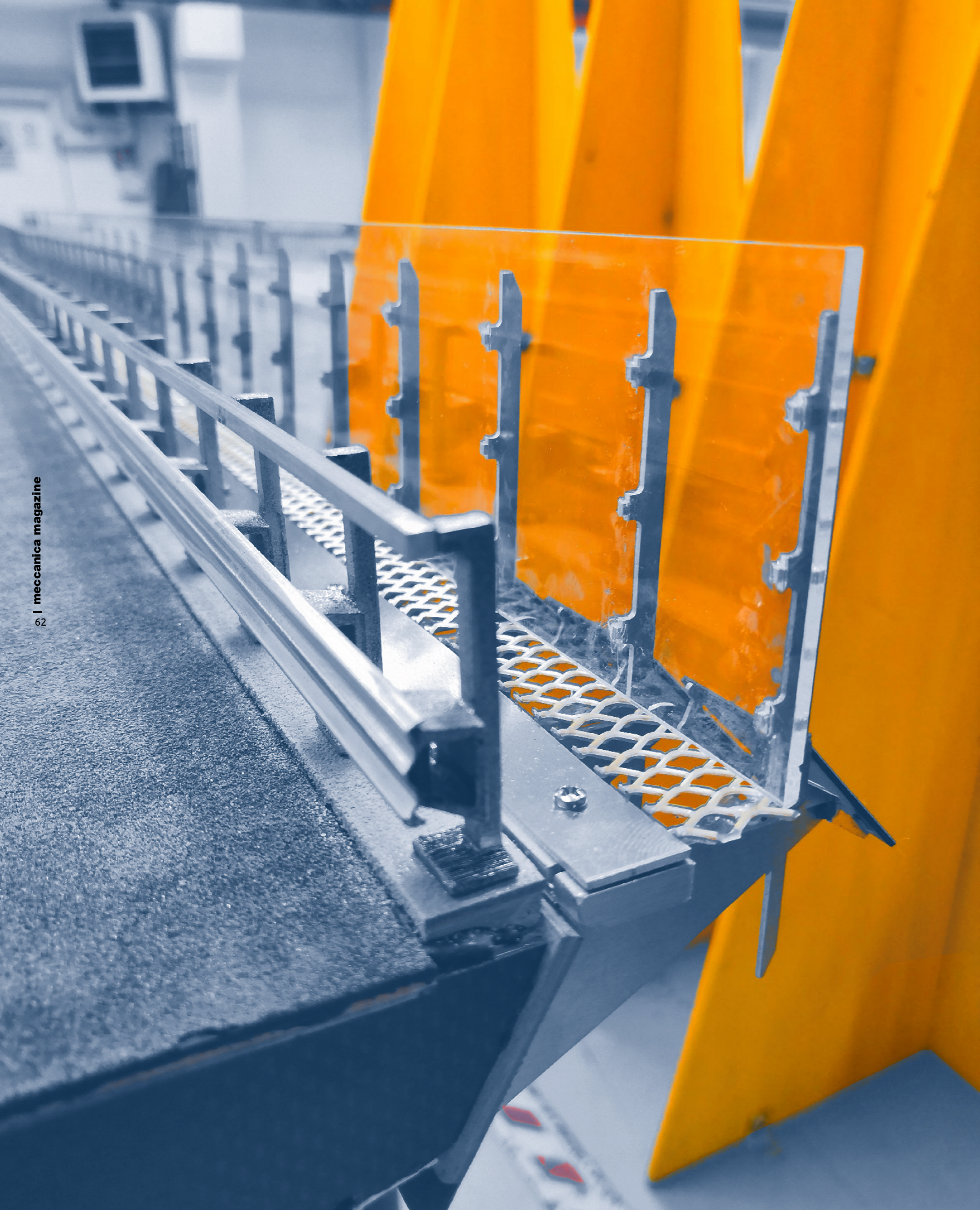
Renzo Piano e con PERGENOVA nei primissimi mesi dello sviluppo del progetto (dicembre 2018 - febbraio 2019), ha portato alla progressiva definizione di una geometria "ottimizzata" dell'impalcato e dei "dettagli" funzionali e architettonici di grande impatto nell'interazione col vento, come pannelli fotovoltaici e schermi frangivento. In questa fase iniziale di continui e veloci adattamenti e cambiamenti, la validazione aerodinamica delle diverse soluzioni e la proposta di soluzioni originali è stata prodotta da POLIMI con tecniche di Fluidodinamica Computazionale (CFD) ovvero con la "sperimentazione numerica", ormai strumento imprescindibile che accompagna lo studio sperimentale.

Una volta pervenuti a una soluzione di impalcato giudicata definitiva, le prove in Galleria del Vento hanno avuto il ruolo centrale di validazione delle scelte di ottimizzazione finale e di produzione dei dati aerodinamici per il calcolo delle prestazioni della struttura, in relazione al tema dell'interazione con il vento.

Le prove in Galleria del Vento, nel caso di ponti con impalcato a sezione costante, hanno come oggetto un "modello sezionale" dell'impalcato, riprodotto in scala geometrica adeguata (in questo caso 1:40) e sottoposto a prove "statiche" e "dinamiche". Non solo le forze statiche dovute al vento, ma soprattutto i limiti di stabilità dinamica (flutter) e l'eccitazione dinamica per distacco di vortice sono i risultati essenziali delle prove. L'integrazione delle misure sperimentali aerodinamiche con le simulazioni numeriche inclusive delle caratteristiche strutturali del ponte porta infine alla valutazione conclusiva delle prestazioni aeroelastiche del ponte.

Le condizioni di schermatura del traffico rispetto al vento vengono misurate sperimentalmente con profili di velocità e con misure di forza su modello in scala di veicolo, per poi simulare numericamente la stabilità di marcia dei veicoli, portando a quantificare il grado di disponibilità dell'attraversamento senza limitazioni al traffico.





ENG

Wind safety for the new Genoa bridge studied in the Polimi Wind Tunnel

Wind Tunnel tests and numerical simulations to ensure correct interaction between the structure and the wind and safe vehicles runability

The reconstruction of the Genoa Bridge, which followed a very tight schedule, brought in foreground, together with the beauty and functionality of the structure, also the safety of vehicles in severe weather conditions, specifically under high wind action.

Right from the very first days after the assignment of the works to the Studio Renzo Piano for the design-architectural concept and to PERGENOVA (consortium company established by Fincantieri Infrastrutture and Salini Impregilo) for construction, the Politecnico di Milano was involved to coordinate the studies on the interaction of the wind with the structure and with the road traffic.

In the case of large infrastructures, typically large bridges, exposed to the wind action, the basic steps are:

- Determination of the specific wind characteristics of the location. In this case the local wind conditions were studied by the University of Genoa;
- Optimization of some architectural-functional options finalized at obtaining a correct wind-structure interaction in order to determine the definitive geometry of the bridge section. All of that done by POLIMI on the basis of CFD numerical simulations validated in the Wind Tunnel;
- Wind Tunnel tests and numerical simulations, performed by POLIMI, for the final evaluation of the structure response to wind interaction and for the assessment of the vehicle safety to the wind action.

The involvement of Renzo Piano in producing the bridge architectural concept had the great benefit of obtaining forms that are highly integrated with the environment of Genoa, in its identity connected with the sea and the port which gave rise to the deck shape in the form of a ship's keel.

The desire of the Architect to build a structure that would be energetically sustainable in its future utilisation led to the incorporation of large surfaces of photovoltaic panels along the entire length of the deck. Lastly, the essential requirement of vehicles safety to the wind action required the adoption of aerodynamically and aesthetically effective windshields. An instructive challenge that poses some questions. Is it possible for the deck geometry of a bridge to virtuously integrate the various architectural and environmental needs and at the same time offer excellent aerodynamic and structural functionality?

Can we take inspiration from the Genoa challenge in order to make

this desire for integration in "compressed" times a distinctive feature really available in large infrastructures?

The Wind Tunnel tests

The Wind Engineering research group of the Department of Mechanical Engineering of the Politecnico di Milano, coordinated by professor Alberto Zasso, who for many years has been studying wind-structure interactions in large bridges and buildings, dealt with these questions in the PERGENOVA Research Project, in collaboration with the technical personnel of the wind tunnel and with the Department of Civil Chemical and Environmental Engineering (DICCA) of the University of Genoa (prof. Massimiliano Burlando), for the part related to the atmospheric physics.

The ongoing coordinated exchange of information with the Studio Renzo Piano and PERGENOVA in the early months of project development (December 2018 - February 2019), led to the progressive identification of an optimised geometry of the deck and optimized definition of functional and architectonic "details" of considerable impact in the wind interaction, such as photovoltaic panels and windbreaks. In this initial phase of rapid continual adaptations and changes, the aerodynamic validation of the various solutions and the proposal of original solutions were produced by POLIMI using Computational Fluid Dynamics (CFD) techniques i.e. with the "numerical experimentation", now an essential instrument which accompanies the experimental studies.

Once a definitive solution for the deck had been achieved, the wind tunnel tests played the leading role of validation of the final optimization choices and production of the aerodynamic data for calculating the structure performances to the wind interaction.

Wind Tunnel tests on bridges with a constant cross-section are performed on a "sectional model" of the deck, reproduced at a suitable geometrical scale (in this case 1:40) undergoing "static" and "dynamic" tests. The essential results of the tests are not only the static forces due to the wind, but also and above all the dynamic stability limits (flutter) and the dynamic excitation due to vortex shedding. The integration of the experimental aerodynamic measurements with the numerical simulations inclusive of the structural characteristics of the bridge leads finally to a conclusive evaluation of the aeroelastic performance of the bridge.

The shielding conditions of the vehicles from the wind are measured experimentally through velocity profiles and force measurements on vehicle scale models, followed by numerical simulations of the vehicles driving stability, leading to the quantification of the infrastructure availability with no traffic limitations.

Percorsi museali in Realtà Aumentata e in Realtà Virtuale grazie al progetto MARSS

ITA

Il 1° settembre 2020 ha avuto inizio il progetto MARSS (MusAB in Augmented Reality from Science to Society), finanziato da Fondazione Cariplo nell'ambito del Bando "Luoghi di innovazione culturale - 2019", realizzato presso il Museo Astronomico di Brera (MusAB) dall'INAF - Osservatorio Astronomico di Brera capofila del progetto, in collaborazione con il Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano.

Il Museo Astronomico di Brera (MusAB) è una collezione museale dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) riconosciuta dalla Regione Lombardia. Il MusAB è allestito presso l'Osservatorio Astronomico di Brera, fondato nel 1760 circa, all'interno del Collegio gesuitico di Brera. L'Osservatorio è la più antica istituzione scientifica di Milano. Oggi fa parte dell'INAF, l'ente di ricerca italiano preposto allo studio dell'astrofisica e della cosmologia, ed è un centro di ricerca di eccellenza riconosciuto a livello mondiale.

La collezione museale si compone di strumenti utilizzati dagli astronomi in 250 anni di storia, unitamente ai documenti conservati nel ricchissimo archivio e la preziosa biblioteca di 35.000 volumi storici: un'impareggiabile testimonianza dell'attività scientifica e culturale della città. Inoltre, del MusAB fa parte anche la famosa Cupola Schiaparelli, cupola osservativa posta sui tetti dell'Osservatorio dalla quale Giovanni Virginio Schiaparelli, direttore dell'Osservatorio dal 1862 al 1900, osservò con il telescopio Merz il pianeta Marte e ne disegnò le prime mappe. Sia la cupola sia il telescopio sono stati restaurati e sono visitabili nel corso di visite guidate.

Nonostante l'importanza storica e scientifica del MusAB, la sua attuale esposizione museale risale al 1996 e risente di limiti espositivi

sia nella presentazione al pubblico sia nella concezione espositiva. Per questo motivo, obiettivo del progetto MARSS è quello di realizzare un allestimento innovativo basato sull'utilizzo di tecnologie digitali che supportino la narrazione, mettendo al centro i significati degli strumenti e l'operato scientifico, e rendano l'esperienza di visita dell'utente coinvolgente e interattiva.

Il nuovo allestimento museale permetterà di illustrare la collezione del MusAB in modo più approfondito e, al contempo, più comprensibile per i visitatori. La nuova esperienza interattiva è progettata e sviluppata in modo da "accompagnare" l'utente all'interno della collezione museale tramite percorsi narrativi, e di rendere evidenti elementi logici di collegamento non immediatamente desumibili dagli strumenti esposti.

La visita viene resa interattiva attraverso contenuti ed esperienze di Realtà Aumentata e Realtà Virtuale sviluppati dal gruppo di ricerca del Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano.

In particolare, attraverso le esperienze di Realtà Aumentata è possibile veicolare nuovi contenuti a partire dagli strumenti presenti nel MusAB, che vengono evidenziati ed esaltati attraverso specifici percorsi narrativi. Al contempo, si utilizza la Realtà Virtuale per permettere a più utenti di visitare la Cupola Schiaparelli e comprendere l'attività e gli studi di Schiaparelli. La Cupola Schiaparelli, infatti, è difficilmente accessibile e ha una capienza molto limitata a causa di motivi di sicurezza.

Il gruppo di ricerca DMEC è guidato dalla Dott.ssa Marina Carulli, con la partecipazione della Prof.ssa Monica Bordegoni e del Prof. Giandomenico Caruso.

ENG

Museum tours in Augmented Reality and Virtual Reality thanks to MARSS project

On September 1st 2020 the MARSS - MusAB in Augmented Reality from Science to Society - project kicked off. The project is funded by the Fondazione Cariplo within the framework of the call "Environments of cultural innovation - 2019". The project will be carried out at the Museo Astronomico di Brera (MusAB) by the project leader INAF - Osservatorio Astronomico di Brera, in collaboration with the Mechanical Engineering Department of Politecnico di Milano.

The MusAB is the museum collection of the INAF, the Italian National Institute for Astrophysics, exhibited inside the Osservatorio Astronomico di Brera, accredited by Regione Lombardia, founded in 1764 at the Jesuit boarding school in Brera. The Osservatorio is the oldest scientific institution in Milan and is today part of the INAF, the Italian research institute for astrophysics and cosmology known worldwide for being one of the top research centres.

The museum collection consists of scientific instruments used by astronomers dating back to 250 years, along with an archive full of well-preserved documents and a library with 35,000 ancient books: an outstanding evidence of the scientific and cultural activity carried out in this city.

Moreover, the famous Cupola Schiaparelli is also part of the MusAB. From this dome built on top of the Osservatorio, Giovanni Virginio Schiaparelli, former manager of the Osservatorio from 1862 to 1900, looked at Mars through the Merz telescope and drew the very first maps of the planet. The dome, along with the telescope, has recently been restored, so today visitors are again allowed in during guided tours.

In spite of its historical and scientific significance, the MusAB current exhibition, designed in 1996, is affected by some limits, both in terms of visitor's experience and of exhibition conception. For these reasons, the main goal of the MARSS project is to set up an innovative exhibition using digital technologies to support the storytelling, focusing the visitor's attention on the importance of the scientific instruments and related activities by making the visit interactive and more engaging.

The new exhibition will allow a more detailed and visitor-friendly experience inside the MusAB. The new interactive experience will be designed and developed to accompany the visitor throughout the whole collection through new narrative paths, also highlighting logical connections between instruments. The use of Augmented Reality and Virtual Reality environments and experiences, developed by the research group of the Mechanical Engineering Department of Politecnico di Milano, will turn the exhibition visit into an interactive experience.

In particular, the Augmented Reality experiences will deliver new information about the exhibited instruments, brought out during specific narrative paths. Meanwhile, Virtual Reality will allow more visitors to visit the Schiaparelli Dome and get a closer look at Schiaparelli's activity and research overcoming the limited number of people allowed inside at a time for security reasons.

The leader of the DMECPolimi research group working on this project is Dr. Marina Carulli, supported by Prof. Monica Bordegoni and Prof. Giandomenico Caruso.



Allo studio con il progetto FUNDRES un sistema unificato di elettrificazione per ambiti ferroviari

ITA Nel settore ferroviario le possibilità di migliorare il consumo energetico limitando gli impatti ambientali, riducendo i costi di investimento e mantenendo la sicurezza e la qualità del servizio, rappresenta una sfida molto attuale. A tal fine si rende necessario ripensare all'intero sistema di alimentazione per poter far fronte alle richieste sempre crescenti di energia.

Il progetto FUNDRES si colloca proprio in questo ambito proponendo uno studio di un sistema unificato di elettrificazione del sistema ferroviario in corrente continua a 9 kV che sia in grado di integrare le linee esistenti.

L'obiettivo è quello di apportare miglioramenti sostanziali dell'intero sistema ferroviario. Il consorzio del progetto è costituito da LAPLACE (Institut National Polytechnique de Toulouse), EPFL (École polytechnique fédérale de Lausanne), POLIMI (Dipartimento di Meccanica e di Energia) and UIC (Union Internationale des Chemins de fer) e sta sviluppando diversi scenari operativi validati da dimostratori sperimentali sviluppati in laboratorio.

La tecnologia del digital twin permette di prevedere il comportamento e l'impatto del sistema unificato di elettrificazione basato sui 9 kV in corrente continua.

I risultati del progetto saranno utilizzati per fornire un dimostratore per il progetto IN2STEMPO e per Shift2Rail e saranno implementati nel nuovo sistema ferroviario. Il progetto FUNDRES è articolato in 5 work package ed è al termine del primo anno di progetto, la sua durata totale è di due anni.

ENG **A unified electrification system for the railway system with the FUNDRES project**

The challenge for the railway sector regarding energy is to increase the capacity while improving the energy consumption and limiting the environmental impacts, and to decrease the investment and exploitation costs, while maintaining safety and service quality. It makes it necessary to rethink railway power supply under future requests, reflecting the status of different systems. The project FUNDRES presents a deep thinking and related work to define the future of railway, based on new unified Future UNified Dc Railway Electrification System based on 9 kVDC, able to integrate the existing lines during transition period. The ambitions of FUNDRES are to bring substantial improvements in the energy technology area and station for the future unified system based on 9 kVDC.

The consortium composed by LAPLACE (Institut National Polytechnique de Toulouse), EPFL (École polytechnique fédérale de Lausanne), POLIMI (Department of Mechanical Engineering & Energy) and UIC (Union Internationale des Chemins de fer) is developing several scenarios, validated by experimental demonstration at the laboratory level. The digital twin offers the possibility to predict the behaviour and the impacts of the proposed unified electrical system based on 9kVDC. The project outputs will be used to deliver new integrated technology demonstrators and scientific progress for the project IN2STEMPO, and more largely for Shift2Rail, which will be implemented in the railway network. FUNDRES Project is articulated in 5 work packages and it is now at the end of the first year and the total duration of the projects is 24 months.



ITA

Politecnico e DMEC al servizio del Ministero delle Infrastrutture

È stato siglato il 25 Settembre 2020 dall'on. Paola De Micheli - Ministro delle Infrastrutture dei Trasporti - e dal prof. Ferruccio Resta - Rettore del Politecnico di Milano - un accordo triennale di collaborazione che vedrà impegnati il MIT e il nostro ateneo nel sviluppare azioni per il miglioramento della manutenzione e per la gestione delle infrastrutture italiane, oltre che per sviluppare la connettività del Paese. A coordinare le attività sarà il prof. Giuseppe Catalano, responsabile Struttura Tecnica di Missione del MIT, mentre il responsabile scientifico sarà il prof. Giovanni Azzone, ex-rettore di Polimi.

"Tale accordo risponde alla necessità di ammodernamento e innovazione necessarie per garantire una porta d'accesso all'Europa e a rendere più competitivo il sistema italiano, oltre a migliorare i servizi, la sicurezza e la vivibilità ai cittadini", ha commentato il prof. Resta. Sono state inquadrare diverse macroaree strategiche quali:

- Rinascita urbana, (Responsabile Scientifico prof. Stefano Boeri del Dipartimento di Architettura e Studi Urbani - DASTU) per l'analisi del quadro complessivo della rigenerazione urbana nazionale;
- Monitoraggio dei piani di manutenzione di lungo periodo per ponti, viadotti e gallerie, (Responsabile Scientifico prof. Marco Belloli del Dipartimento di Meccanica - DMEC) per la definizione delle linee guida per la progettazione di sistemi di monitoraggio delle infrastruttu-

re e la standardizzazione dei sistemi di analisi, trasmissione e mantenimento dei dati;

- Sperimentazioni nel settore smart road e veicoli autonomi e connessi, (Responsabile Scientifico prof. Francesco Braghin - DMEC) che analizzerà le potenzialità, la sicurezza e l'impatto ambientale delle smart roads, della mobilità elettrica e dei veicoli autonomi e connessi, con l'obiettivo di definire dei progetti pilota sul territorio nazionale;

- Analisi dei piani e programmi strategici di investimento per le infrastrutture di trasporto e logistica e la verifica di coerenza con i programmi e le iniziative europee, (Responsabili Scientifici prof. Pierluigi Coppola - DMEC - e prof. Fabio Pammolli del Dipartimento di Ingegneria Gestionale - DIG), per analizzare il quadro di sviluppo delle infrastrutture, monitorarne l'attuazione e le connessioni con il prospetto evolutivo continentale.

Con tale accordo inoltre il Ministero intende seguire una strategia di crescita fondata sulla sostenibilità ambientale, economica e sociale, oltre a sostenere la ricerca universitaria e la formazione di studenti. Saranno finanziati assegni di ricerca, borse di dottorato e posizioni di ricercatori universitari, per potenziare l'attività scientifica del Politecnico e le ricadute sul Paese.

ENG

Politecnico and DMEC for the Italian Ministry of Infrastructure and Transport

On the 25th of September 2020, the Italian Minister of Infrastructure and Transport Paola De Micheli and the rector of Politecnico di Milano Professor Ferruccio Resta signed a three-year agreement to improve the maintenance and management of the Italian infrastructure along with foster connectivity all over the country.

All activities will be coordinated by Professor Giuseppe Catalano, head of the ministerial department in charge of transport and logistics (STM), supported by the scientific director Professor Giovanni Azzone, former rector of POLIMI.

"This agreement meets the needs to update and innovate the Italian transportation system to make it more competitive on a European level, along with enhancing services, security, and traffic conditions" - explained the rector Ferruccio Resta.

The investment will promote strategic activities carried out on different topics:

- The Urban Renewal project - scientific director Stefano Boeri from the Department of Architecture and Urban Studies - will carry out an in-depth analysis in the national urban regeneration framework;
- The supervision on the long-term maintenance plans for bridges, viaducts, and tunnels project - scientific director Professor Marco Belloli from the Department of Mechanical Engineering (DMEC) - will

provide the guidelines to design infrastructure monitoring systems and standardize the data analysis, transmission, and management systems;

- The smart road and self-driving vehicles tests - scientific director Professor Francesco Braghin from DMEC - will allow to evaluate security, environmental impact, and possibilities offered by smart roads, along with Electrical Mobility, self-driving cars, and much more, aiming to set up pilot projects on a national level;

- The strategic investment plans and programmes for transport infrastructures and logistics analysis and assessment of consistency with EU programmes and initiatives - first scientific director Professor Pierluigi Coppola from DMEC and second Professor Fabio Pammolli from the Department of Management Engineering (DIG) - will allow the evaluation of the infrastructure development framework and later on monitor its implementation and connection with the continental evolution of the project.

With this agreement, the goal of the Ministry is to follow a growth strategy based on environmental, economic, and social sustainability, while sponsoring university research and education of the students. The budget will result in new temporary research fellowships, Ph.D. programmes, and research positions that will result in improving the research activities at POLIMI and its implementation on the domestic territory.



Elia Viviani

al Politecnico di Milano verso Tokyo

ITA

A quattro anni da Rio de Janeiro e dallo straordinario successo nell'omnium, l'oro olimpico Elia Viviani torna nella Galleria del Vento del Politecnico di Milano per perfezionare le sue prestazioni aerodinamiche in vista delle prossime Olimpiadi. Viviani, nato a Isola della Scala (VR) nel 1989, gareggerà nella competizione su pista, specialità olimpica dal 2012, per tentare di ripetere il successo brasiliano.

In Galleria del Vento (GVPM) Viviani ha effettuato una serie di prove aerodinamiche per trovare la configurazione ottimale dell'attrezzatura che utilizzerà in gara: con il supporto dello staff tecnico della Galleria, guidato da Stefano Giappino e Luca Ronchi, insieme a Umberto Spinelli, Claudio Somaschini e Simone Omarini, e in collaborazione con la Federazione Ciclistica Italiana, l'atleta ha sperimentato diversi pacchetti aerodinamici per verificare le prestazioni di body e confrontarne poi i risultati, identificando quella che sarà la combinazione ideale per le Olimpiadi.

Dopo la conclusione delle prove in serata, il commento soddisfatto di Viviani: "è sempre un piacere per me partecipare a giornate di questo tipo; sono molto importanti perché permettono di perfezionare la mia preparazione".

Le dimensioni della sezione di prova della Galleria e la qualità del flusso rendono l'impianto ideale per applicazioni nel campo dell'aerodinamica nello sport: il set-up della GVPM è oggi tra i più avanzati nel settore ed è stato sviluppato negli anni grazie a una lunga serie di collaborazioni con team, produttori di componentistica e abbigliamento. Qui sono venuti a provare, nel corso degli ultimi anni, atleti e atlete professionisti, tra i più forti al mondo, come Alberto Contador, Filippo Ganna, Rui Costa, Philippe Gilbert, Adam e Simon Yates, Luke Durbridge, Anna van der Breggen e Silvia Valsecchi.

Per Marco Belloli, Direttore della Galleria del Vento e responsabile delle prove, la soddisfazione di mettere "al servizio" della Nazionale Italiana di ciclismo una delle eccellenze del Politecnico di Milano: "Siamo particolarmente felici e orgogliosi di avere Elia Viviani da noi e di condividere un piccolo pezzo del cammino che lo porterà a Tokyo; il nostro obiettivo è quello di aiutare gli atleti, con le nostre attività di ricerca, a migliorare e ottimizzare le proprie performance in vista delle gare".

ENG

Elia Viviani at Politecnico di Milano: towards Tokyo

Four years after Rio de Janeiro and the extraordinary success in the omnium, Olympic gold medalist Elia Viviani returns to the Wind Tunnel of Politecnico di Milano (GVPM) enhancing his aerodynamic performance to compete at his best during the next Olympics Games. Viviani, born in Isola della Scala (VR) in 1989, will compete in the multiple race event in track cycling, Olympic specialty since 2012, trying to repeat the Brazilian success. Inside the Wind Tunnel Viviani carried out a series of aerodynamic tests to find the optimal configuration of the equipment he will use during the race: with the support of the technical staff of the GVPM, Stefano Giappino, Luca Ronchi, Umberto Spinelli, DMEC researchers Claudio Somaschini and Simone Omarini, and in collaboration with the Italian Cycling Federation, the athlete tested different aerodynamic solutions to investigate the performance of different bodysuits. By comparing the results, they were able to identify what will be the ideal combination for the Olympics. Viviani appeared satisfied of his performance at the end of a long afternoon session: "I am always very thrilled to train here in the Wind Tunnel of PoliMi, as these tests are extremely important for my preparation". The wind tunnel section dimensions and the flow quality make this extraordinary laboratory ideal for applications in the research area of sports aerodynamics: the GVPM set-up is today among the most advanced in the sector and has been developed over the years thanks to a long series of collaborations with teams, component and clothing manufacturers. Recently, professional athletes such as Alberto Contador, Filippo Ganna, Rui Costa, Philippe Gilbert, Adam and Simon Yates, Luke Durbridge, Anna van der Breggen and Silvia Valsecchi performed several tests in our Wind Tunnel.

Marco Belloli, Scientific Director of Polimi Wind Tunnel and responsible of the dedicated research team, highlights the added value of this collaboration between Politecnico di Milano and the Italian National Cycling Team: "We are particularly happy and proud to have worked with Elia Viviani, and to have shared with him a small part of the journey to Tokyo; our goal is to help athletes, with our research activities, to improve and optimize their performances in view of the most challenging competitions".

Photo credits: Federico Ravassard



Evento dimostrativo del progetto SAMAS in remoto dai laboratori DMEC

ITA

Il 23 giugno 2020 si è tenuto con successo un evento dimostrativo telematico afferente al progetto SAMAS nei laboratori DMEC.

Il progetto SAMAS – applicazione SHM a sistemi aeronautici pilotati da remoto (2017-2020) è un progetto EDA (Agenzia di Difesa Europea) di tre anni di Categoria B che si concentra sulla diagnosi e prognosi di strutture composite soggette a carichi aerodinamici e sovraccarichi dovuti a impatti ad alta/bassa velocità.

Il consorzio SAMAS, guidato dal Prof. Marco Giglio di POLIMI-DMEC, annovera, tra le altre, industrie (Leonardo S.p.A. -IT), università (POLIMI-DMEC - IT), centri di ricerca (Air Force Institute of Technology - PL) e centri di manutenzione aeronautica (Military Air Works 1 - PL) da due nazioni, Italia e Polonia. Il consorzio unisce le competenze eterogenee e complementari dei partner nel campo dell'analisi numerica, applicazione di sistemi SHM, creazione e installazione di una rete di sensori, applicazioni industriali aeronautiche, con l'esperienza utente finale in campo militare, rappresentando un contesto solido per il raggiungimento del target prefissato. L'obiettivo di SAMAS è quello di incrementare il TRL (Livello di Disponibilità tecnologica) degli esistenti sistemi di SHLM (Salute strutturale e monitoraggio del carico), che dimostrano la performance dei sistemi sviluppati in scenari operativi realistici, compresi i test di volo. Il principale aspetto innovativo della metodologia percorsa è l'abbinamento di modelli d'informazione e segnali da sensori per l'interpretazione consolidata della lettura del sensore. La parte finale del progetto SAMAS è caratterizzata da attività sperimentali volte a validare il metodo proposto. L'evento dimostrativo ha permesso di verificare la capacità di un sottosistema reale in un ambiente laboratoriale molto vicino a quello reale.

Una porzione di wingbox sensorizzata (con sensori attivi e passivi) di un Sistema aeronautico pilotato da remoto, Figura, è stato utilizzato per:

- Monitoraggio del carico: è stata creata un'interfaccia utente che mostra in tempo reale la forza trasmessa dai due attuatori;

- Monitoraggio dell'impatto passivo: è stata creata un'interfaccia utente che mostra in tempo reale il rilevamento e la localizzazione del danno dell'impatto. La struttura è stata colpita con un fucile ad aria compressa;

- Localizzazione dell'evento di impatto attivo: una seconda interfaccia utente è stata utilizzata per processare in tempo semi-reale i dati raccolti in precedenza per la verifica del danno attivo, mostrando poi la mappa termica della localizzazione dell'impatto dell'evento.

I risultati derivanti dal progetto SAMAS sono di interesse attuale per permettere un incremento dell'utilizzo di Sistemi Aeronautici Pilotati da Remoto (RPAS) oltre la linea della vista nello spazio aereo non segregato. L'assenza di un pilota a bordo pone nuove sfide nell'identificazione di molte possibilità di danneggiamento (bird strike, fulmini, danno da combattimento, danno durante decollo o atterraggio) che sono generalmente valutati dal pilota in situazioni normali. Lo sviluppo di un sistema attendibile di Salute strutturale e Monitoraggio del Carico è un passaggio obbligatorio per garantire l'efficienza e la sicurezza dell'operazione EPAS. I risultati del progetto SAMAS saranno utili per il RPAS, anche in ambito civile. Le maggiori conoscenze dell'attuale e reale stato della struttura del sistema permetteranno di identificare eventi potenzialmente pericolosi e, al tempo stesso, diminuiranno il bisogno di ispezioni programmate (per carichi di servizio), procedendo verso una manutenzione fondata sulle condizioni del sistema e, quindi, riducendo drasticamente i costi di manutenzione.

Il team di DMEC è composto da: Prof. Marco Giglio (Coordinator), Prof. Claudio Sbarufatti (Scientific Manager), Dr. Alessio Beligni (Impact monitoring), Luca Colombo (Load monitoring), Prof. Andrea Manes (Material Calibration and Impact Simulations), Ettore Nardi, Álvaro González Jiménez.

ENG

Remote demonstration event of the project SAMAS in DMEC lab

On June the 23rd 2020 a demonstration event of the project SAMAS has been successfully held in remote in the DMEC lab.

SAMAS project - SHM application to Remotely Piloted Aircraft Systems (2017-2020), is a three-year EDA (European Defence Agency) Cat.B Project focused on diagnosis and prognosis of composite structures subject to aerodynamic loads and overloads due to low/high velocity impacts.

SAMAS consortium, led by Prof. Marco Giglio of DMEC includes industries (Leonardo S.p.A. - IT), universities (POLIMI-DMEC - IT), research centres (Air Force Institute of Technology - PL) and aircraft maintenance centers (Military Air Works 1 - PL) from two nations, Italy and Poland. The consortium combines the heterogeneous and complementary partner expertise in the fields of numerical analysis, SHM system application, sensor network design and installation, aeronautical industrial applications, with the end-user experience in the military field, thus constituting a robust background for the project target fulfilment. Aim of SAMAS is that of increasing the Technology Readiness Level (TRL) of existing Structural Health and Load Monitoring (SHLM) system, demonstrating the performance of the developed systems in realistic operative scenarios, including flight tests. The main innovative aspect of the methodology pursued in SAMAS is the coupling of model information and signals from sensors for the robust interpretation of sensor readings. In the final part of the project, SAMAS project is mainly characterized by experimental activities aimed to validate the proposed method. The demonstration event allowed to verify the capability of an actual subsystem in laboratory environment very close to an actual one.

A sensorised (active and passive sensors) wingbox portion of a Remotely Piloted Aircraft System, Figure, has been used for:

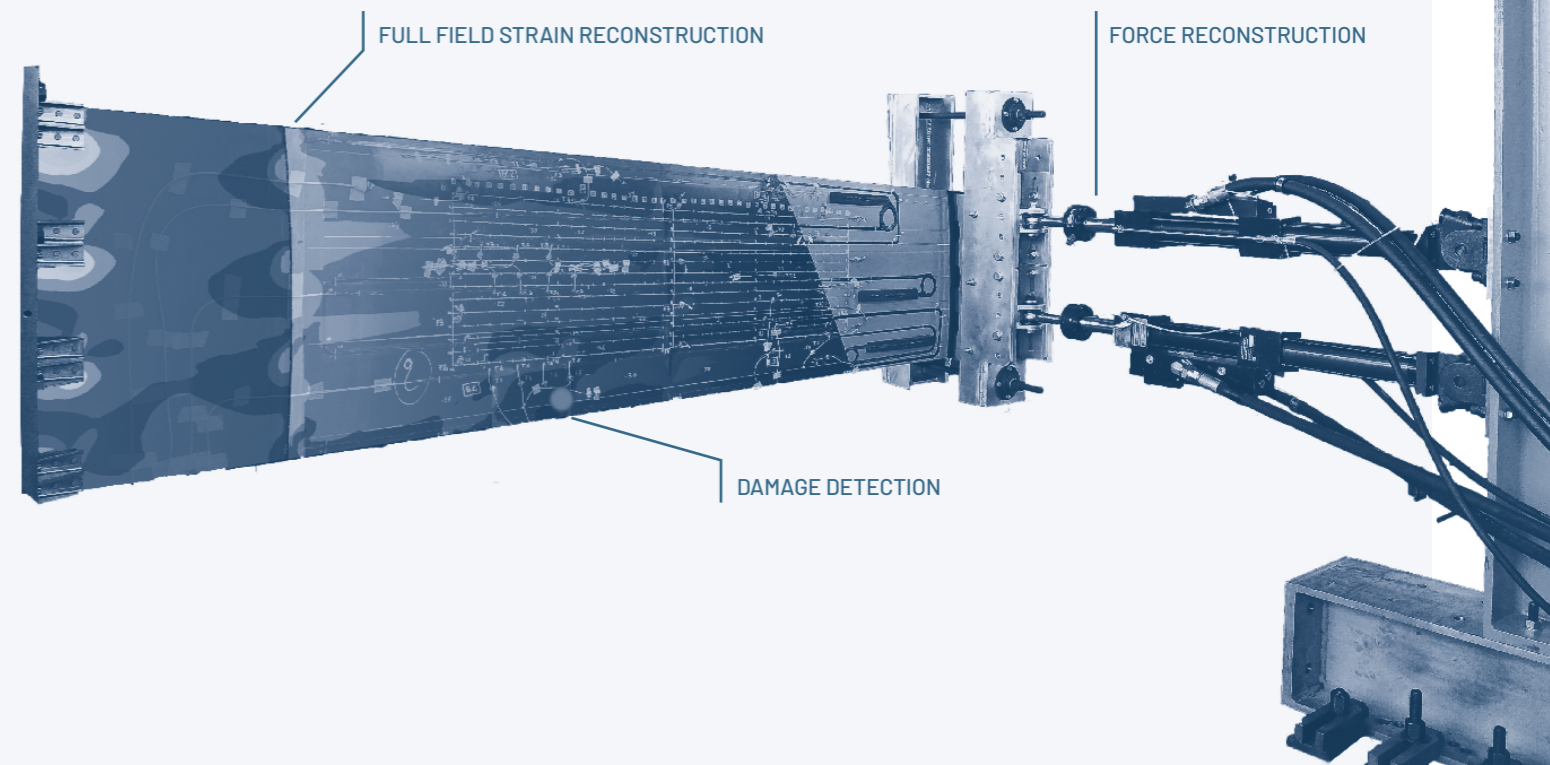
- Load monitoring: a user interface showing in real-time the amount of force that is transmitted by two actuators;

- Passive impact monitoring: a user interface was created, showing in real time detection and localization of impact damage. The structure has been impacted by means of an airgun;

- Active impact event localization: a second user interface was used to process in quasi-real-time the data previously collected for active damage verification, then showing heatmaps for impact event localization.

Results from SAMAS project are of actual interest for allowing a growing of the usage of Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) beyond line of sight in the non-segregated airspace. The absence of an on-board pilot poses some new challenges in the identification of several damaging events (bird strike, lightning strike, battle damage and damage during taxi or landing) that in general are assessed by the pilot in a manned aircraft. The development of a reliable Structural Health and Load Monitoring system is a mandatory step to guarantee the efficient and safe RPAS operation. Results of SAMAS project will be of benefit for RPAS, also in civil market. The enhanced knowledge of the current and actual state of the system structure will allow to detect potentially dangerous discrete events and, at the same time, relaxes the need of scheduled inspections (for service loads), moving towards the condition-based maintenance of the system thus drastically reducing the maintenance costs.

DMEC team includes: Prof. Marco Giglio (Coordinator), Prof. Claudio Sbarufatti (Scientific Manager), Dr. Alessio Beligni (Impact monitoring), Luca Colombo (Load monitoring), Prof. Andrea Manes (Material Calibration and Impact Simulations), Ettore Nardi, Álvaro González Jiménez.



Il primo collettore di scarico per motocicli prodotto tramite tecnologia Laser Metal Deposition

ITA Grande, complesso nella forma e funzionale: i partner di Made4Lo raggiungono un altro traguardo con un dimostratore funzionante che mostra le capacità della produzione additiva avanzata e dell'assemblaggio all'interno dei processi.

Il progetto Made4Lo - Metal Additive for Lombardy, nasce nel 2017 con l'intento di creare una fabbrica diffusa per lo sviluppo delle tecnologie di produzione additiva dei metalli all'interno del territorio lombardo, costituendo così una rete di aziende e centri di ricerca che condividono le loro competenze. Nel corso degli anni si è creato quindi un nuovo modello di rete di fabbriche basato sulla conoscenza diffusa e applicata delle tecnologie di stampa 3D, su processi e infrastrutture condivisi dai diversi soggetti della filiera e su una intensa attività di formazione del personale tecnico.

La partnership coinvolge numerose realtà, fra cui nello specifico due centri di ricerca (Politecnico di Milano e Università di Pavia), ed imprese quali Tenova, BLM, GF Machining Solutions, 3D-NT, GFM, Fubri, Costamp Group e Officine Meccaniche Lafranconi.

Tra tre partner in particolare, Politecnico di Milano, Lafranconi e BLM, si è creata una collaborazione per il redesign e produzione di un collettore di scarico per una motocicletta a tre cilindri tramite tecnologia Laser Metal Deposition (LMD). L'attività di ricerca è stata condotta all'interno del laboratorio AddMeLab tramite cella di deposizione BLM Additube. Sviluppata in collaborazione col Politecnico, la cella è costituita da due unità robotizzate: un braccio antropomorfo a 6 assi sul quale è montato il sistema di deposizione e una tavola roto-basculante. Insieme offrono piena libertà di lavoro e

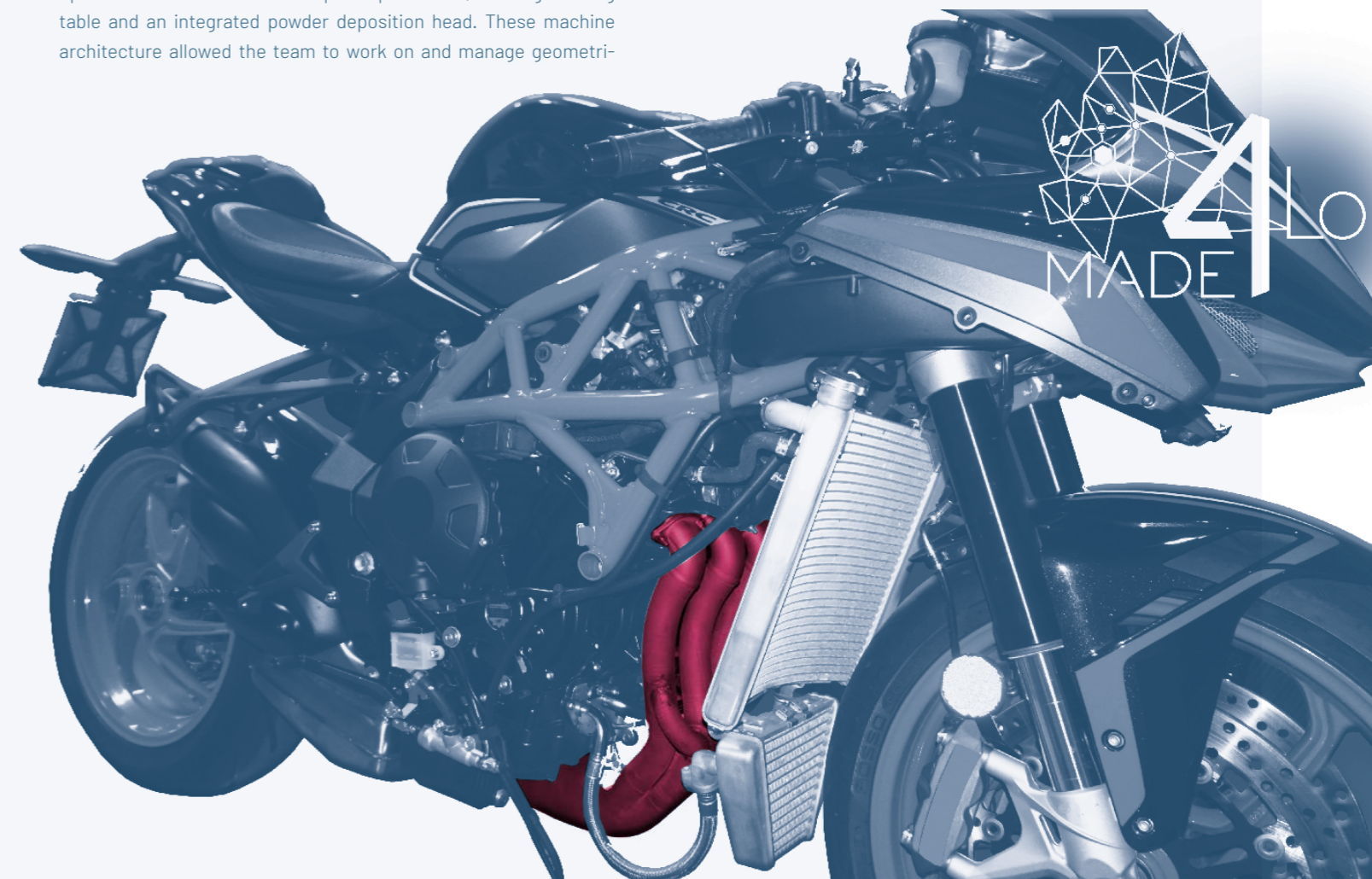
gestione di geometrie altamente complesse e di grandi dimensioni. All'interno del progetto sono state affrontate diverse tematiche relative al Design for Additive Manufacturing (DfAM) e a nuove strategie di deposizione e produzione, oltre allo sviluppo e implementazione del software CAM in ambiente Siemens NX. Il lavoro di integrazione software svolto in collaborazione con Team3D e CNR-Stiima ha permesso di affrontare le sfide che la complessità del prodotto richiedeva. È stato infatti possibile depositare su componenti appartenenti al modello di serie dello scarico come le flange di connessione al motore; sono state sviluppate strategie per la costruzione in parallelo di più elementi tubolari a parete sottile, evitando collisioni e progettando il loro punto di giunzione garantendo una tenuta a gas e resistenza meccanica. All'interno del processo di stampa, durato in totale 14 ore, è stato inserito il filtro catalizzatore, assemblato utilizzando lo stesso setup di deposizione. Le geometrie del design finale sono il risultato del lavoro del designer Andrea Valensin. Successivamente alla fase di produzione sono state eseguite sia lavorazioni meccaniche sia di saldatura per l'inserimento di alcuni componenti utili all'assemblaggio col resto del motore e del sistema di scarico. Il prototipo è stato infine montato e testato su banco prova; i risultati di coppia e potenza ottenuti sono stati comparati con quelli del modello di serie. Grazie alle conoscenze di processo del Politecnico e all'esperienza nel settore di Lafranconi è stato possibile ottenere un prototipo con prestazioni paragonabili al modello di serie, dimostrando il potenziale della tecnologia LMD e la validità dei valori di fabbrica di rete promossi dal progetto Made4Lo.

ENG The first motorcycle exhaust manifold produced by Laser Metal Deposition

Large, complex in form, and functional - Made4Lo partners achieve another milestone with a functioning demonstrator showing the capabilities of advanced additive manufacturing and assembly within the processes.

Launched in 2017, Made4Lo (Metal Additive for Lombardy) is a project aimed at creating a network of enterprises to develop metal additive manufacturing technologies throughout the Lombardy region. This network includes companies and research centres with complementary skills. Throughout the project, this network turned into an extended factory over the territory founded not only on shared knowledge and its applications on 3D-printing technologies but also on sharing processes and infrastructures among several partners of the supply chain and on a full immersion education of technical personnel. This partnership is composed of two research institutes - Politecnico di Milano and the University of Pavia - and companies namely Tenova, BLM, GF Machining Solutions, 3D-NT, GFM, Fubri, Costamp Group, and Officine Meccaniche Lafranconi. Within the project Politecnico di Milano, Lafranconi, and BLM worked together to redesign and produce an exhaust manifold for 3-cylinder motorbikes using the Laser Metal Deposition (LMD) technology. Researchers carried out the activities in AddMeLab within Department of Mechanical Engineering using the BLM Additube LMD cell. The Additube cell was developed in collaboration with Politecnico and operates with a six-axis anthropomorphic robot, a tilting/rotating table and an integrated powder deposition head. These machine architecture allowed the team to work on and manage geometri-

cally complex and large components. The project faced several challenges concerning Design for Additive Manufacturing (DfAM), new deposition and production strategies, along with developing and implementing the toolpath trajectories using Siemens NX. The software integration was carried out in collaboration with Team3D and CNR-Stiima, which enabled to produce the component with such complex geometry. The demonstrator shows several advanced features of the LMD technology such as depositing on the existing components used in the mass-production exhaust manifolds namely the engine connection flanges. Moreover, the separate arms of the manifold characterized by the three thin-walled tubular structures were produced in parallel, while avoiding machine collisions and guaranteeing gas-tight and stress-resistant connections. The catalyst filter was also assembled to the deposited part during the 14-hour long printing process. The final component design incorporating all these features is the work of designer Andrea Valensin. After the additive manufacturing phase the production cycle was completed with the welding of secondary tubes and the threaded insert. Finally, the prototype manifold was assembled to a sports motorbike and tested on a test-bed. The results in power and torque were compared with the ones of the mass-production model. The manufacturing process knowledge of Politecnico, combined with the experience in the field of Lafranconi, made it possible to obtain these results. The demonstrator clearly showcases the synergy generated within the Made4Lo network.



Smart Wheelset: un esempio di IoT per treni ad alta velocità

ITA Il progetto di realizzare un assile "intelligente" per treni ad alta velocità, in grado di monitorare e trasmettere dati sul proprio stato di integrità real time, nasce nel 2017 da una collaborazione tra il Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano e Lucchini RS, azienda specializzata nella produzione di materiale rotabile per treni, tram e metro.

L'idea si sviluppa in un più ampio contesto che ha visto negli ultimi anni una costante crescita, anche in ambito ferroviario, di sistemi interconnessi per il monitoraggio strutturale dei componenti meccanici e che ha permesso enormi passi avanti nell'ambito della manutenzione predittiva e il raggiungimento di una maggiore sicurezza del trasporto su ferro.

La ricerca si pone l'obiettivo di creare un sensore integrato nell'assile ferroviario di treni ad alta velocità per svolgere operazioni di monitoraggio allo scopo di effettuare manutenzione predittiva dei componenti meccanici e scongiurare incidenti o fermi inattesi della linea. La ricerca si è articolata in due fasi successive:

- uno studio teorico per la determinazione degli effetti generati sull'assile da diverse difettosità. Tale analisi è stata effettuata per

mezzo di simulazioni numeriche con modelli Multi-Body del veicolo e ha permesso di sviluppare algoritmi ad-hoc per l'identificazione di difettosità presenti sulla ruota a partire da misure di accelerazioni lungo le tre direzioni (verticale, laterale e di avanzamento);

- una sperimentazione in laboratorio, svoltasi al banco prove BU300 presso la sede centrale di Lucchini RS a Lovere, che ha permesso di verificare le previsioni del modello numerico e testare il prototipo sviluppato. Le difettosità sull'assile sono state ricreate grazie al fondamentale contributo del reparto tecnico di Lucchini RS e gli assili sono stati testati, in presenza dei vari difetti, fino alla massima velocità di rotazione ammessa al banco, corrispondente a una velocità di avanzamento equivalente del veicolo pari a 300 km/h.

Il progetto ha portato alla realizzazione di un primo prototipo di sensore in grado di identificare alcuni dei principali difetti che si possono presentare sulla ruota: Wheel-Flat, Out-of-Roundness, usura e cricca. In particolare, l'identificazione della presenza di una cricca nell'assile prima che questa raggiunga dimensioni che mettono a rischio l'integrità strutturale del veicolo è di estrema rilevanza nell'aumentare l'affidabilità delle linee ferroviarie e la sicurezza del settore.

ENG Smart Wheelset: an example of IoT for high-speed trains

The idea of a Smart Wheelset for High-Speed trains, able to monitor and transmit real time data on its health status, was born in 2017 from a collaboration between the Department of Mechanical Engineering of Politecnico di Milano and Lucchini RS, a company specialized in the production of rolling stocks.

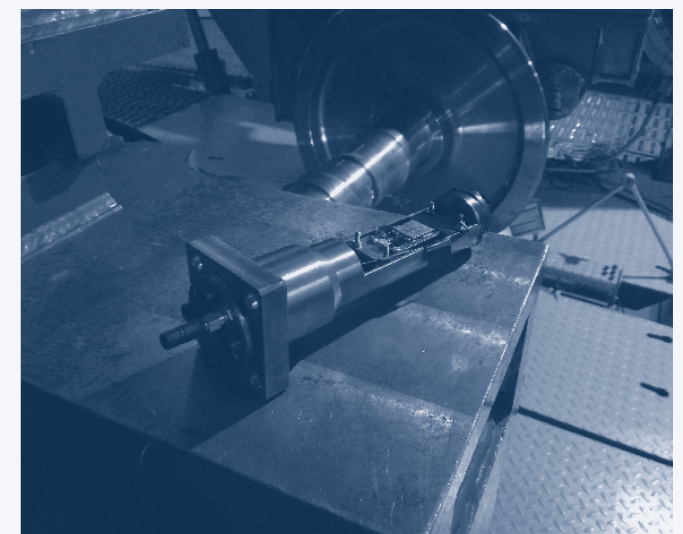
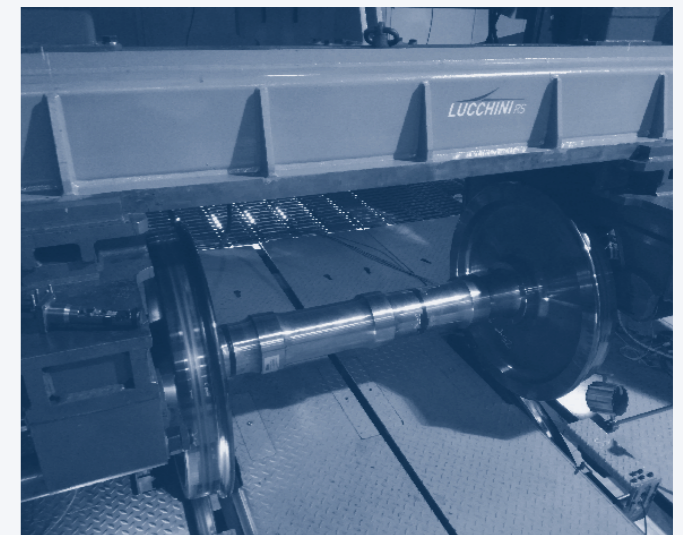
The project is developed in a wider framework that saw, during the last years, a constant growth of interconnected systems for structural monitoring of mechanical components, also in the railway sector, and that is driving an enormous growth in predictive maintenance, achieving higher standards of safety and security in the railway transport system.

The goal of the research is to create an integrated sensor system inserted in the high-speed trains axle to perform monitoring operations with the objective to allow predictive maintenance of the mechanical components and avoid accidents or unexpected stoppage of the line. The research is divided into two subsequent parts:

- a theoretical study of different defects on the wheelset of a high-speed train by means of numerical simulations with a Multi-Body model software. This first part allows to define ad-hoc algorithms for the identification of different defects on the wheelset, starting from acceleration measurements in the 3 directions (vertical, lateral and longitudinal);

- an experimental campaign on the Lucchini test bench BU300 in Lovere which allowed to verify the developed algorithms and to test the prototype in a real-like environment. The different defects have been reproduced on a real wheelset thanks to the precious contribution of the technical department of Lucchini RS, and the wheelset has been tested, in presence of the defects, up to the maximum rotational speed allowed at the test bench, corresponding to an equivalent vehicle speed of 300 km/h.

The project has led to the realization of a first sensor prototype able to perform the automatic identification of some of the main defects that can affect the wheels: Wheel-Flat, Out-of-Roundness, wear of the wheel profile and crack propagation. In particular, the identification of the presence of a crack in the axle well before that it reaches high dimensions that can endanger the structural integrity of the vehicle is of fundamental importance to increase the reliability of the railway lines and the safety of the railway sector.





Al via il progetto MESFE

Mechanical Engineering Short-term Faculty Exchange

ITA Nel corso del 2019 DMEC ha lanciato MESFE - Mechanical Engineering Short-term Faculty Exchange, un progetto dedicato ai docenti del Dipartimento, nato con l'obiettivo di avviare nuove collaborazioni di ricerca internazionali e consolidare quelle già esistenti con università Europee e US. I docenti coinvolti, che potranno usufruire di un finanziamento settimanale e di una quota aggiuntiva per le spese di viaggio, dovranno prevedere una permanenza all'estero tra le 2 e le 6 settimane, e attività didattiche o seminariali in corsi di Laurea Magistrale o Dottorato di Ricerca presso la sede ospitante.

Tra i primi docenti DMEC che hanno già beneficiato di questa nuova opportunità Alfredo Cigada, ordinario della sezione Misure e Tecniche Sperimentali, in visita nel mese di Gennaio 2020 presso la University of Miami (US). Il nostro Dipartimento e il Politecnico di Milano hanno già attive con U.M. numerose collaborazioni di ricerca e di scambio di studenti, oltre a un progetto sulla durabilità dei calcestruzzi.

A Miami il prof. Cigada ha svolto un corso intensivo per dottorandi e ha seguito alcune attività di ricerca, anche legate ai progetti di fine corso degli studenti: da prove su un ponte interno al campus alle verifiche su pali per le fondazioni di un ponte in costruzione, in cui la precompressione è realizzata utilizzando fibre.

Ulteriori attività di ricerca fanno capo alla nuova struttura SUSTAIN, nel campus di Virginia Key, la Rosenstiel School of Marine and Atmo-

spheric Science: in questa sede, oltre a ricerche chimiche e biologiche sugli ambienti marini, sono state avviate recentemente nuove attività di carattere strutturale per la mitigazione degli effetti degli uragani, frequenti in Florida. SUSTAIN ha al suo interno una galleria del vento accoppiata a una canaletta idraulica per studi combinati su moto ondoso e vento. Si tratta dunque di una collaborazione di grande importanza a livello scientifico per il nostro Dipartimento, e che avrà un impatto significativo a livello ambientale e sociale.

Al termine del corso gli studenti hanno presentato i propri progetti, riguardanti la caratterizzazione dinamica ed il successivo monitoraggio di nuove strutture realizzate in materiali fibro-rinforzati, al centro delle ricerche di UM, anche con la presenza di un gruppo di tesisti del Politecnico di Milano, agguerriti ed apprezzati.

La permanenza del Prof Cigada oltre i termini della missione ha aiutato a rafforzare e rendere più efficaci e capillari i rapporti con diversi ricercatori e Dipartimenti. Tra l'altro le attività svolte nel periodo trascorso a Miami hanno trovato sostegno e collaborazione da parte del Consolato Italiano di Miami e dell'Ambasciata Italiana a Washington, che ha permesso di estendere i rapporti di collaborazione verso nuovi scenari di cooperazione internazionale, soprattutto in Sud America, per i quali si sta lavorando in attesa della ripresa regolare delle attività al termine della pandemia.



ENG **DMEC introduces MESFE - Mechanical Engineering Short-Term Faculty Exchange**

In 2019 DMEC launched the project MESFE (Mechanical Engineering Short-term Faculty Exchange), which all Faculty members from the Department of Mechanical Engineering can join. The goal is to seek new international research collaborations with European and US universities and ensuring the existing ones. All Professors involved can benefit from weekly funding, also receiving an additional fee to cover travel expenses, to plan their research stay lasting from 2 up to 6 weeks. During their time abroad, Professors must deliver lectures and seminars to Master's classes or Ph.D. students attending the hosting institution.

Alfredo Cigada, of the Measurements and Experimental Techniques research line, is one of the first DMEC Professors to take this new opportunity by visiting the University of Miami (US) in January 2020. Our Department and Politecnico di Milano were already collaborating with UM for student exchange programmes several ongoing research activities, like the project experimenting on concrete durability. In Miami, Prof. Cigada taught an intensive course for PhD students and supervised some research projects, including some final presentations of the students attending the course. Some of the activities dealt with the monitoring of a bridge inside the campus. Others with the construction of a new one focused on evaluating its foundation piles made of prestressed concrete: fibres will provide the needed strength.

Other research projects, developed with the University of Miami and carried out in collaboration with the research center Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, specialised in marine action, involve the new SUSTAIN infrastructure based in Virginia Key. Here the ordinary research activities to study the marine environments, from biology to chemistry. However, other activities recently started to minimize the effects of natural disasters on infrastructures, especially the ones frequent in Florida: hurricanes. from mechanical actions to natural disasters. SUSTAIN has a wind tunnel coupled with a hydraulic channel for combined studies on wave and

wind motion. This collaboration is of great scientific importance for our Department and will eventually have a significant environmental and social impact.

Once the course over, the Ph.d. students presented their projects on the dynamic features and the monitoring data of these new structures in fiber-reinforced materials, an important research subject at UM. Some POLIMI students working on their thesis project also took part in this, very competitive and highly appreciated. Prof. Cigada prolonged its saying after the due date, which helped strengthen, improve and spread our relationship with researchers and Institutions. Moreover, the Italian Consulate in Miami and the Italian Embassy in Washington DC decided to get involved in the research activities carried out in Miami by giving support and offering their collaboration. This involvement helped to expand the collaboration horizons towards a more international scenario, especially towards South America. New research collaboration agreements are what we are working on right now with the hope to get back to normal once the pandemic is over.



ACCEPT tra i vincitori del Polisocial Award 2019

ITA

ACCEPT tra i vincitori del Polisocial Award 2019: una parete da arrampicata adattata sensorizzata per l'analisi dei progressi di riabilitazione dei bambini con paralisi cerebrale.

DMEC, insieme ai Dipartimenti di Elettronica, Informazione e Bioingegneria (DEIB) e Design, è tra i vincitori del Polisocial Award 2019, l'iniziativa lanciata dal Politecnico di Milano nel 2013 volta a sostenere progetti di ricerca incentrati sull'impegno sociale. L'iniziativa ha finanziato fino a oggi 41 progetti con oltre 3 milioni di euro, coinvolgendo oltre 330 docenti e ricercatori. Gli Award sono parte di Polisocial, il programma di impegno e responsabilità sociale del nostro ateneo.

L'edizione di quest'anno era finalizzata a promuovere l'impatto sociale dello sport: ACCEPT, uno dei 7 progetti premiati che saranno finanziati attraverso il 5X1000, è una parete di arrampicata dotata di sensori per analizzare i progressi della riabilitazione dei bambini con paralisi cerebrale, progettata per ridurre le disuguaglianze e promuovere la salute e il benessere. Il team del progetto è composto da Alessandro Colombo (DEIB) coordinatore scientifico, Francesco Ferrise (DMEC), project manager, Marita Canina (Design), Marco Domenico Santambrogio (DEIB), Vittoria Roiati (Polimi Technology Transfer Office), Francesca Fedeli di Fight the Stroke, PlayMore e FASI (Federazione Arrampicata Sportiva Italiana).

Alla cerimonia di premiazione hanno partecipato il Rettore Ferruccio Resta, Andrea Zorzi, ex-pallavolista e commentatore sportivo, e Giulia Ghiretti, nuotatrice paralimpica e studentessa PoliMi. L'evento si è tenuto presso Off Campus San Siro, la prima sede fuori campus recentemente inaugurata a Milano dal nostro ateneo, dove il Politecnico combinerà istruzione, attività di ricerca e co-progettazione con le associazioni locali.

ENG

ACCEPT among the 2019 Polisocial Award winners

ACCEPT among the 2019 Polisocial Award winners: an adaptive climbing wall for analyzing the rehabilitation progress of children with cerebral palsy

DMEC, together with the Departments of Electronics, Information and Bioengineering (DEIB) and Design, is among the winners of 2019 Polisocial Award, the initiative launched by Politecnico di Milano in 2013, aimed at supporting research projects with focus on social engagement. As of today, the initiative has financed 41 projects with more than 3 million Euros, involving more than 330 professors and researchers. The awards are part of Polisocial, the social responsibility and commitment program of our university.

This year's edition was targeted at promoting the societal impact of sport: ACCEPT, one of the 7 awarded projects that will be funded through 5X1000, is an adaptive climbing wall equipped with sensors for analyzing the rehabilitation progress of children with cerebral palsy, designed to reduce inequalities and promote health and well-being. The project team was composed by Alessandro Colombo (DEIB) scientific coordinator, Francesco Ferrise (DMEC), project manager, Marita Canina (Design), Marco Domenico Santambrogio (DEIB), Vittoria Roiati (Polimi Technology Transfer Office), Francesca Fedeli di Fight the Stroke, PlayMore and FASI (Federazione Arrampicata Sportiva Italiana).

The award ceremony was held at the presence of Rector Ferruccio Resta, Andrea Zorzi, former volleyball player and sports commentator, and Giulia Ghiretti, paralympic swimmer and PoliMi student, at Off Campus San Siro, the first off-site location recently launched in Milan by our Institution, where Politecnico will combine education, research and co-design activities with local organizations.

Didattica innovativa e competenze trasversali: grande successo per i corsi “Passion in Action”

ITA Dalla Lego Factory all'aerodinamica del veicolo, dalla realtà aumentata alle meta-strutture; e ancora, dalla bioispirata alla meccanica dei fluidi: sono questi i corsi offerti dal Politecnico di Milano nell'ambito dell'iniziativa Corsi di Azione 2, meglio noti come Passion in Action, nati per promuovere le attività didattiche a partecipazione libera per lo sviluppo di competenze trasversali.

Le proposte 2019-2020 progettate dal Corso di Studi in Ingegneria Meccanica hanno avuto un'ottima risposta da parte di studenti e studentesse, che sono stati coinvolti in sei corsi.

Il Prof. Andrea Matta ha coordinato Lego Factory, nato con l'obiettivo di affrontare le problematiche di progettazione e gestione dei sistemi di produzione usando i principi del learning-by-playing. Gli studenti hanno realizzato una linea di produzione e assemblaggio in miniatura con i moduli intelligenti Lego EV3 Mindstorms.

L'Aerodinamica del Veicolo, responsabile il Prof. Paolo Schito, ha reso possibile la realizzazione di un modello di veicolo con diverse soluzioni aerodinamiche mediante stampa 3D. Gli studenti hanno potuto testare le prestazioni in scala 1:10 in una galleria del vento, affrontando tutte le fasi: dalla progettazione alla realizzazione, dall'esecuzione dei test all'analisi e la presentazione dei risultati.

Il Prof. Mario Covarrubias ha tenuto due corsi: il primo corso sullo Sviluppo di applicazioni di realtà aumentata e realtà virtuale per i settori edile e architettura, il cui obiettivo è stato quello di fornire agli studenti le basi per lo sviluppo di un'applicazione IOS e Android di Realtà Virtuale e Realtà Aumentata. Il secondo corso, Design for

prototyping with a 4-axis numerical control device, ha reso possibile l'utilizzo di un centro di lavoro a 4 assi (Charly4U) e ha fornito un'introduzione teorica riguardante la progettazione per la realizzazione di prototipi con sistemi CAD-CAM. I partecipanti hanno potuto modellare e fresare diversi componenti applicando distinte strategie di asportazione di materiale.

Il corso del Prof. Gabriele Cazzulani si è concentrato su tematiche legate alle Meta-strutture e meta-superfici per lo studio di strutture e superfici aventi proprietà meccaniche non riscontrabili in natura. Gli studenti hanno realizzato un progetto relativo a un caso di studio riguardante il controllo di propagazione e attenuazione delle onde in determinati intervalli di frequenza.

Il Prof. Simone Cinquemani ha introdotto i concetti base della robotica bio-ispirata e del bio-mimetismo, analizzando la cinematica e la dinamica del movimento (locomozione, volo, nuoto...), l'handling, la capacità di generare una forza e di percepire il mondo circostante. Durante il corso gli studenti hanno realizzato un robot ispirato ad una medusa in grado di muoversi in una stanza.

Il Prof. Gianandrea Messa, infine, ha proposto presso il polo di Piacenza un Laboratorio di Meccanica dei Fluidi: il caso studio della Green Valve, in cui gli studenti hanno potuto sviluppare la capacità di problem-solving in ambito fluidodinamico industriale. Sono stati utilizzati tre approcci di indagine: la modellazione sperimentale, la modellazione numerica a parametri concentrati e la fluidodinamica computazionale.

ENG Innovative teaching and horizontal competencies: the great success of the “Passion in Action” courses

From Lego Factory to vehicle aerodynamics, from augmented reality to meta-structures, from bio-inspired robotics to fluid mechanics: these are some of the courses offered by Politecnico di Milano as part of the initiative Action 2 courses, better known as Passion in Action, offering non-compulsory educational activities for the development of horizontal competencies.

The 2019-2020 proposals designed by the Mechanical Engineering Study Programme had an excellent response from students, who were involved in six courses:

Prof. Andrea Matta coordinated Lego Factory, addressing the design and management of production systems using the principles of learning-by-playing: students built a miniature production and assembly line with Lego EV3 Mindstorms smart modules.

Vehicle Aerodynamics, by Prof. Paolo Schito, enabled the students to create a vehicle model with different aerodynamic solutions via 3D printing; they were able to test the performance in 1:10 scale in a wind tunnel, from design to implementation, from running tests to analyzing and presenting the results.

Prof. Mario Covarrubias delivered two courses: the first course on the Development of augmented reality and virtual reality applications for the construction and architecture sectors, with the aim to provide students with the background for the development of an IOS and Android application of Virtual Reality and Augmented Reality.

The second course, Design for prototyping with a 4-axis numerical control device, allowed the use of a 4-axis machining center (Charly4U) and provided a theoretical introduction concerning the design for the realization of prototypes with CAD-CAM systems. Participants were able to model and mill some components by applying different removal material strategies.

The course of Prof. Gabriele Cazzulani focused on issues related to Meta-structures and meta-surfaces for the study of structures and surfaces having mechanical properties not found in nature. The students carried out a project related to a case study concerning the control of propagation and attenuation of waves in certain frequency ranges.

Prof. Simone Cinquemani introduced the basic concepts of bio-inspired robotics and bio-mimicry, analyzing the kinematics and dynamics of movement (locomotion, flight, swimming ...), handling, the ability to generate a force and to perceive the world surrounding. During the course the students created a robot inspired by a jellyfish, capable of moving around a room.

Prof. Gianandrea Messa proposed in Piacenza campus a Laboratory of Fluid Mechanics: the Green Valve case study, in which the students were able to develop problem-solving skills in the field of industrial fluid mechanics. Three investigation approaches were used: experimental testing, concentrated-parameter modeling, and computational fluid dynamics.



GAP project

Un team al femminile per studiare il danneggiamento osseo alla micro-scala e prevenire le patologie correlate

ITA

La comprensione dei processi meccanici di danneggiamento è essenziale per una diagnosi precoce ed una prevenzione efficace delle patologie ossee. In particolare, le fratture dovute all'invecchiamento sono di interesse in quanto legate all'osteoporosi, una patologia che induce una riduzione della densità minerale ossea e di conseguenza una maggiore predisposizione alla frattura. A causa dell'incremento dell'età media della popolazione, l'osteoporosi si configura come un evento con conseguenze sia nella sfera psico-sociale che economica. L'investigazione nel campo delle fratture ossee risulta tuttavia particolarmente complessa, in quanto le ossa sono caratterizzate da una intricata struttura gerarchica ed è ancora carente una comprensione completa del danneggiamento osseo alla micro-scala. In questo contesto nasce GAP (image-Guided computational and experimental Analysis of fractured patients). L'obiettivo primario dell'attività di ricerca è lo studio dell'interazione tra il micro-danneggiamento e la micro-morfologia ossea. Al livello di micro-scala si possono notare le lacune, cavità all'interno delle quali risiedono gli osteociti: una miglior comprensione del ruolo di tali lacune può essere cruciale per una diagnosi preventiva delle patologie ossee. Attualmente le lacune sono considerate siti di concentrazione degli sforzi, ma al contempo sembrano contribuire al rallentamento della propagazione del danneggiamento. Al fine di far luce su tale dualismo, si vuole sviluppare uno specifico approccio sperimentale, combinato con un'attenta analisi numerica. Il piano della ricerca è così strutturato:

Fase 1 > implementazione di modelli meccanici computazionali di danneggiamento patient-specific, inseriti all'interno di un framework interamente dedicato all'analisi multi-scala dell'osso. Tale fase si svolge in collaborazione con il Laboratory for Bone Biomechanics sotto la supervisione del prof. Müller (ETH, Zürich).

Fase 2 > test meccanici su campioni umani all'interno del sincrotrone. Campioni sani ed osteoporotici provenienti da teste femorali sono prelevati da pazienti a seguito dell'approvazione del Comitato Etico, in collaborazione con il Gruppo San Donato. I provini vengono testati all'interno di ELETTRA Sincrotrone (Trieste) mediante un dispositivo a micro-compressione trasportabile e trasparente ai raggi X, progettato e disegnato ex-novo interamente al DMEC. L'utilizzo del sincrotrone è essenziale al fine di evidenziare i micro-danneggiamenti mediante la tecnologia a contrasto di fase.

Fase 3 > Validazione. L'analisi dei dati ottenuti al sincrotrone consentirà di validare i modelli computazionali sviluppati. Tale validazione eseguita alla micro-scala si configura come innovativa nell'attuale panorama di ricerca. I risultati attesi mirano all'identificazione di differenze statisticamente significative tra la propagazione del danneggiamento in soggetti sani ed osteoporotici, apportando un contributo significativo nel mondo della ricerca, dell'industria medica e nell'ambito sociale. Tali differenze saranno concretamente valutate attraverso lo studio di alcuni parametri.

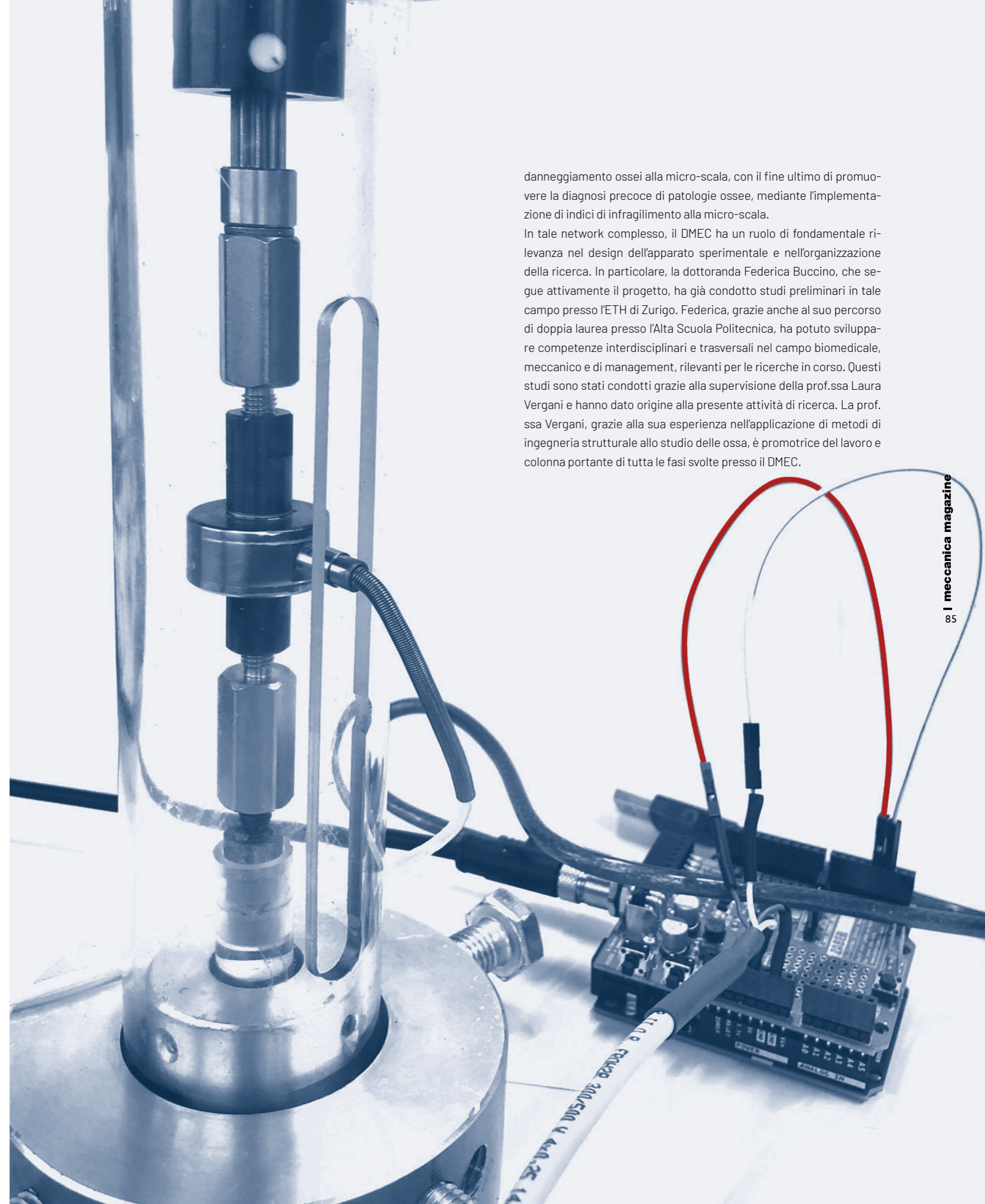
Parametri clinici: la collaborazione con il Gruppo San Donato ha portato alla definizione di un parametro clinico, consistente nel numero di lacune interessate dal danneggiamento. Ci si attende che tale valore sia inferiore in pazienti patologici, in cui il danneggiamento è meno interessato dalle lacune.

Parametri morfologici: i risultati attesi devono poter distinguere le caratteristiche geometriche del network lacunare e la distribuzione spaziale dello stesso tra soggetti sani ed osteoporotici.

Parametri meccanici: lo scopo è quello di quantificare le differenze in termini di resistenza meccanica dei campioni. Lo studio congiunto di tali fattori mira ad incrementare la comprensione dei meccanismi di

danneggiamento ossei alla micro-scala, con il fine ultimo di promuovere la diagnosi precoce di patologie ossee, mediante l'implementazione di indici di fragilità alla micro-scala.

In tale network complesso, il DMEC ha un ruolo di fondamentale rilevanza nel design dell'apparato sperimentale e nell'organizzazione della ricerca. In particolare, la dottoranda Federica Buccino, che segue attivamente il progetto, ha già condotto studi preliminari in tale campo presso l'ETH di Zurigo. Federica, grazie anche al suo percorso di doppia laurea presso l'Alta Scuola Politecnica, ha potuto sviluppare competenze interdisciplinari e trasversali nel campo biomedicale, meccanico e di management, rilevanti per le ricerche in corso. Questi studi sono stati condotti grazie alla supervisione della prof.ssa Laura Vergani e hanno dato origine alla presente attività di ricerca. La prof.ssa Vergani, grazie alla sua esperienza nell'applicazione di metodi di ingegneria strutturale allo studio delle ossa, è promotrice del lavoro e colonna portante di tutte le fasi svolte presso il DMEC.



ENG

GAP project. A women-only team to study micro-scales bone damage and prevent related diseases

The comprehension of mechanical bone damage processes is a crucial point for the early diagnosis of bone pathologies. In particular, among fractures, age-related ones are particularly interesting because they are strongly linked to osteoporosis, a widespread pathology in elderly population that induces a substantial reduction in bone strength and a higher susceptibility to fracture. In the last decades, due to the increase in the average age of the population, osteoporosis represents an enormous burden from both a psycho-social and an economic point of view. In order to reduce the impact of bone fractures on health and economy, early diagnosis is the key. However, the prediction of bone fractures is difficult, because bone is characterized by a complex hierarchical structure and, more in depth, a deep comprehension of micro-scale damage is still lacking. In this context, GAP (image-Guided experimental and computational Analysis of fractured Patients) comes into play.

The interaction between micro-damage and micro-scale features (such as lacunae, small cavities where osteocytes reside) are the focus of this work, because their role in damage initiation and propagation could be a hint in the premature diagnosis of osteoporosis. In the first instance, lacunae are stress concentrators, contributing to strength decreasing. However, considering bone as a damage-tolerant material, lacunae give a beneficial contribution to toughness, by deviating the damage path. So, while at the clinical level, macro-scale bone damage is clearly visible, the mechanisms that occur at the micro-scale (lacunar level) are still unknown. In order to shed some light on this aspect, an experimental approach is combined with ad-hoc numerical analyses. A specific Gantt has been developed:

Phase 1 > Implementation of patient-specific computational damage models inside a dedicated framework on bone multi-scale analysis, in collaboration with the Laboratory of Bone Biomechanics (prof. Ralph Müller, ETH Zürich)

Phase 2 > Mechanical tests on human bone samples inside a synchrotron. Healthy and osteoporotic samples from human femoral heads are harvested after the already obtained approval of the ethic committee of Gruppo San Donato Foundation. The samples are tested inside ELETTRA synchrotron by means of an ex-novo compression device (light, X-ray transparent, transportable), completely designed and realized at DMEC. ELETTRA facilities allow to have not only a proper resolution that permits micro-architecture

visualization, but also to highlight micro-damage by means of the phase contrast.

Phase 3 > Validation. The analysis of the output data from experimental tests will allow for a validation of the computational damage models, that has never been performed before.

The expected results should show a difference in damage propagation inside healthy and osteoporotic samples. This difference should be evaluated in terms of different parameters, leading to different outcomes in the research, clinical and social field.

Clinical parameters: the clinical parameter identified together with the ethic committee is the number of lacunae encountered by the damage. A preliminary hypothesis states that, in presence of osteoporotic patients, the number of lacunae interested by the damage progression will be lower with respect to healthy cases. In fact, the damage will be less deviated by lacunar network and its propagation is able to continue uninterruptedly.

Morphological parameters: the expected results will be able to highlight a difference in both the morphology of lacunae and the direction and orientation of damage in the three-dimensional space.

Mechanical parameters: the aim is to identify a different force-displacement curve for pathological samples too. This is a key in order to evaluate the decreased mechanical resistance in presence of bone pathologies. The impact of this research consequently lies in the possibility to understand the role of the lacunar network in the damage mechanism of bone at the microscale. This can spread some light and give new insights to the failure mechanisms of human bone at the microscale, leading to the definition of new micro-scale fragility indexes that could be implemented in diagnostic tools, useful in for the early diagnosis of bone pathologies.

In this huge network, the DMEC has a crucial role in the design of the overall experimental phase and in the realization of the novel micro-compression device, that is fundamental for the mechanical test of human bone samples. In addition to this, the PhD candidate Federica Buccino, that follows the project, has gained expertise in computational models while working at ETH. Federica, thanks to her double degree path with Alta Scuola Politecnica program, has developed transversal skills in biomedics, mechanics and management, that are useful for GAP project. Her work is performed under the crucial guidance of Professor Laura Vergani, that has a deep experience in the mechanical behavior of bone tissue. For this reason, Professor Vergani is responsible of the entire part developed at DMEC.



Nuovi materiali per veicoli più leggeri



ITA

Attualmente, tutti i produttori di metalli sono alla ricerca di nuovi materiali per aiutare le case automobilistiche a ridurre il peso complessivo del veicolo perché auto più leggere consumano meno carburante e producono meno emissioni.

L'obiettivo principale del progetto DELIGHTED è quello di acquisire una conoscenza dei principi della progettazione microstrutturale per il design di acciai austenitici Fe-Al-Mn-C per raggiungere la combinazione di proprietà meccaniche e prestazionali adatte per applicazioni industriali.

Saranno sviluppati i processi termo-meccanici ottimali per alcune leghe selezionate. L'enfasi principale sarà posta sulla comprensione della cinetica della formazione e della crescita dei carburi k, che svolgono un ruolo chiave nella risposta meccanica e nelle prestazioni tecnologiche di questi materiali. Verrà analizzato l'effetto delle caratteristiche microstrutturali degli acciai leggeri sulle loro proprietà (come la resistenza alla frattura, la resistenza alla fatica, la saldabilità, ecc.).

Inoltre, un prototipo di una cabina per mini-trattori sarà progettato e prodotto utilizzando l'acciaio leggero sviluppato che varrà utilizzato nelle parti critiche. Verrà eseguito anche un crash test che simula il ribaltamento del mini-trattore. Il gruppo di ricerca del Dipartimento di Meccanica, guidato dal prof. Mapelli, progetterà e coordinerà la produzione dei collegamenti della cabina con il telaio del trattore. I componenti saranno prodotti da un partner industriale attivo nella produzione di mezzi agricoli. D'altra parte, la tipologia di acciai studiata e sviluppata risulta promettente anche per applicazioni nel settore aerospaziale.

I partner di ricerca sono: Fundacion Imdea Materiales (Spagna), capofila, Max Planck Institut Fur Eisenforschung (Germania), Onderzoekscentrum Voor Aanwending Van Staal (Belgio), Universiteit Gent (Belgio).

ENG

New materials for lighter cars

Currently, all material producers are seeking ways to help automakers to reduce overall vehicle weight because lighter cars consume less fuel and produce fewer emissions.

The main goal of the DELIGHTED project is to gain fundamental understanding of the principles of microstructural design of perspective austenitic Fe-Al-Mn-C lightweight steels to reach the combination of mechanical properties suitable for industrial applications.

The optimum thermo-mechanical processing routes will be developed for the selected grades. The main emphasis will be laid on the understanding kinetics of formation and growth of k-carbides, which play the key role in mechanical response and technological performance of these materials. The effect of microstructural features of the lightweight steels on their properties (such as fracture toughness, fatigue resistance, weldability, etc.) will be analyzed. A prototype of a mini-tractor cabin will be designed and produced using the developed lightweight steel for the critical parts, which have to undergo crash testing due to safety requirements. The crash test simulating the overturning of the mini-tractor will be performed. The research group of the Department of Mechanical Engineering headed by prof. Mapelli will design, coordinate and perform the production of the connections of the tractor cabin with the tractor frame. The connections will be produced using the developed steel, as these critical parts have to undergo the crash test for the safety of the drivers. The components will be produced by an industrial company focused on the production of agricultural vehicles. The developed steels are promising for applications also in aero-spatial applications. The other participants to the research consortium are: Fundacion Imdea Materiales (Spain), Max Planck Institut Fur Eisenforschung (Germany), Onderzoekscentrum Voor Aanwending Van Staal (Belgium), Universiteit Gent (Belgium).

Economia circolare: recuperare Zinco e Ferro dalle polveri da forno elettrico ad arco grazie a un processo innovativo

ITA

Il progetto 2sDR, attualmente in corso e finanziato da EIT RawMaterials, ha come finalità lo sviluppo e trasferimento tecnologico di un processo a due stadi per il riciclo delle polveri dei fumi del forno elettrico ad arco (EAF). La zincatura è un processo che permette di proteggere i prodotti in acciaio dalla corrosione. Quando il ciclo di vita dei prodotti zincati giunge al termine, questi fanno ritorno nei centri siderurgici. La rifusione al forno elettrico ad arco, capace di riciclare il 100% dei rottami ferrosi, è il processo più comune in questo ambito. Nel processo di riciclo vengono prodotti circa 20 kg di polvere contenente zinco per ogni tonnellata di acciaio, per un totale di 1,3 milioni di tonnellate di polveri da forno elettrico ad arco all'anno in tutta Europa. Ad oggi solo la metà di queste polveri viene trattata in impianti specializzati che sono in grado però di recuperare solo lo zinco. Il processo innovativo 2sDR (two-step dust recycling) è la prima tecnologia zero-rifiuti per il riciclo dello zinco. Una soluzione flessibile, ecologica ed efficiente che permette ai centri siderurgici di riciclare le polveri del forno senza costi aggiuntivi per il trasporto o per lo smaltimento.

Il processo prevede due passaggi e l'utilizzo di due diverse tecnologie metallurgiche: il materiale viene prima portato quasi a fusione in un forno rotativo per rimuovere gli elementi nocivi e nel secondo stadio viene attuato un processo di riduzione carbotermica in un forno elettrico ad arco. Lo zinco è estratto dai gas di scarico sotto forma di ossido e viene rivenduto come materia prima, mentre il ferro è recuperato sotto forma di ghisa che può essere riutilizzata in ambito siderurgico. Le scorie residue possono invece essere utilizzate come materiale da costruzione.

Per tutta la durata del progetto, il processo sarà scalato a livello semi-industriale, provandone la fattibilità economica e tecnologica. I risultati del progetto porteranno all'ingresso della tecnologia sul mercato e la costruzione in Austria del primo impianto di riciclo che utilizza la tecnologia 2sDR.

Il progetto è coordinato dalla Montan University of Leoben e vede la collaborazione di diversi partner, tra cui POLIMI, Slovenian National Building and Civil Engineering Institute (ZAG), Primetals, ARP and MarienHütte steelwork. Partito il 1 gennaio 2020, il progetto di durata complessiva di due anni terminerà a dicembre del 2021.

ENG

Circular economy: an innovative process to recover Zinc and Iron from electric arc furnace dusts

2sDR is an ongoing project funded by EIT Raw Materials, whose objective is the development and the technology transfer of a new two-step recycling process for EAF dust. Galvanization is the process used to protect steel products against corrosion. When the lifetime of these galvanized products reaches the end, they make their way back to the steel mill. The most common recycling process, which can recycle up to 100% of the steel scrap, is melting through an Electric Arc Furnace (EAF). Within this process, roughly 20 kg of zinc-containing dust is produced per ton of steel, ending up in 1.3 million tons of so-called EAF dust per year in Europe. At present, only about half of this amount is treated in huge specialised facilities, recovering only zinc. The novel '2sDR' (two-step dust recycling) process is the first zero-waste technology for zinc recycling. It offers a flexible, environmentally friendly, and effective solution for steel mills to recycle the EAF dust, avoiding additional transport or disposal costs.

It is a two-step process and implements two different metallurgical technologies. Firstly, the material is clinkered in a short rotary kiln to remove all harmful elements. Secondly, it is carbo-thermal reduced in an Electric Arc Furnace. Zinc is extracted via the off-gas as an oxide, sold again as raw material. Meanwhile, the iron is extracted as cast iron, reusable in metallurgy. Furthermore, the residual slag is reusable for construction purposes.

During the project duration, scientists will upscale this process to semi-industrial size, proving its technological and financial viability. Based on the outcome of this project, the technology will get into the market, and Austria will erect the first recycling plant using the proposed '2sDR' technology. Coordinated by the Montan University of Leoben, the project involves several partners, including POLIMI, Slovenian National Building and Civil Engineering Institute (ZAG), Primetals, ARP, and MarienHütte steelwork. Officially started on the 1st of January 2020, the project duration is two years and will end in December 2021.



Possono i treni pendolari viaggiare sulle linee AV?

ITA

Creare le condizioni tecniche perché i treni ad alta velocità e i cosiddetti treni 'convenzionali', ovvero quelli con velocità massima inferiore a 200 km/h, possano, in piena sicurezza, utilizzare le stesse linee ferroviarie è l'obiettivo finale del progetto 'Mixed Traffic', sviluppato dal gruppo di ricerca Aerodinamica del Dipartimento di Meccanica nell'ambito del Joint Research Center (JRC).

Da più di un decennio, ormai, il tavolo di lavoro del JRC permette a esperti di temi ferroviari sia di ambito industriale che universitario, di approfondire da un punto di vista tecnico i progetti di maggiore interesse per il miglioramento della sicurezza e delle prestazioni della ferrovia italiana. Rete Ferroviaria Italiana (RFI) e Trenitalia, ma anche il costruttore Hitachi Rail Italy, così come l'ente certificatore Italcertifier hanno deciso di cofinanziare e condividere i risultati di un progetto finalizzato a valutare gli effetti delle sovrappressioni che si generano sui treni quando si incrociano, specialmente nei tratti di linea che si trovano all'interno delle gallerie.

Tale aspetto è cruciale sia in termini di carichi aerodinamici che i treni si trovano ad affrontare che in termini di confort e sicurezza dei passeggeri relativamente alla variazione di pressione massima che l'orecchio umano può sopportare prima che si creino lesioni o anche solo disturbi localizzati.

Mentre i treni ad alta velocità sono progettati 'sigillati', ovvero isolati dall'ambiente esterno in termini di pressione e temperatura, e devono soddisfare, in fase di omologazione, dei requisiti specifici per limitare gli effetti delle sovrappressioni, in quanto destinati alla marcia sulle linee AV assieme ad altri treni AV, i treni convenzionali non hanno queste caratteristiche. Se questo limite, per i treni con-

venzionali, non costituisce un problema in caso di incrocio con altri treni convenzionali (ovvero treni altrettanto 'lenti'), salvo qualche fastidioso colpo di pressione percepito dalle orecchie dei passeggeri durante gli attraversamenti delle gallerie, può invece diventare critico in caso di incrocio con treni ad alta velocità, perché l'entità della sovrappressione che si crea è fortemente influenzata dalla velocità di incrocio e dalle caratteristiche aerodinamiche dei treni.

È per questo che tra le varie attività previste dal JRC c'è quella di misurare le caratteristiche aerodinamiche dei principali treni convenzionali italiani, tra cui una campagna sperimentale in linea che prevede un'installazione fissa di sensori di pressione e velocità (per la misura dello spostamento d'aria indotto dal passaggio del treno) in una galleria presa come riferimento, per un tratto di circa 1 chilometro dall'imbocco del tunnel. I sensori sono rimasti attivi per un mese e hanno registrato i passaggi di tutti i treni in circolo sulla linea. Oltre ai sensori tradizionali cablati è stato testato anche un primo prototipo di sensore wireless, alimentato a batteria, sviluppato ad hoc per questa applicazione dai ricercatori del Dipartimento di Meccanica, in grado di misurare la pressione con continuità per più giorni, e di registrare in locale tutti i dati acquisiti.

I dati sperimentali così raccolti sono stati poi elaborati per effettuare delle simulazioni numeriche che hanno permesso di valutare le condizioni critiche di esercizio e permetteranno di gestire le condizioni di traffico misto e aumentare la capacità della rete ferroviaria italiana AV con interessanti ricadute nel servizio e nell'offerta per il traffico pendolare.



ENG

Can commuter trains travel on high-speed rails?

The ultimate goal of the project "Mixed Traffic" is to create the conditions for both high-speed trains and conventional railway vehicles – meaning the ones with a maximum speed limit of 200 km/h – to travel on the same rail line. A group of aerodynamic researchers of the Department of Mechanical Engineering is currently conducting this research for the Joint Research Centre (JRC).

For over ten years, the JRC working group has allowed railway experts from companies and universities to carry out an in-depth technical analysis of relevant projects aimed at improving the security and the performance of the Italian railways. Rete Ferroviaria Italiana (RFI) and Trenitalia, in collaboration with the manufacturing company Hitachi Rail Italy and the certificate authority Italcertifier, decided to co-fund a project to evaluate the effects of overpressure when two trains come across, especially in tunnels, and publish the results later on.

This is a crucial aspect when it comes to aerodynamic loads on trains and to guarantee passengers' safety and comfort, in terms of the maximum pressure variation that the human ear can tolerate before it causes injuries or any other ear problems.

High-speed trains are designed to be sealed, that is isolated from the external environment in terms of temperature and pressure, while conventional trains are not. To pass the homologation test, a high-speed train must meet some specific requirements, which prevent the effects of overpressure so that these trains can run on high-speed rail (HSR) lines at the same time as other high-speed

trains. Conventional trains must not meet these requirements because it creates no problem when two "slow" trains cross – maybe passengers can feel a little discomfort in the ears due to a pressure variation passing through a tunnel. Instead, high-speed trains must do. The overpressure caused by two high-speed trains crossing is highly affected by their speed and their aerodynamic characteristics. It explains why measuring the aerodynamic features of the most common conventional Italian trains is among is on the to-do list of JRC. Later this year, an experimental campaign was carried out through a fixed installation testing of pressure and speed sensors started for this very purpose. The sensors detected and measured the amount of air moved when the train passes through a tunnel for about one km. The sensors have been working for a month to register the trains travelling on that line. Other than ordinary cabled sensors, during this experimental campaign has also been tested a wireless sensor node prototype that runs on batteries. This prototype has been designed to continuously measure air pressure for a few days and register on-site all acquired data and developed ad hoc for this very installation by a group of researchers of the Department of Mechanical Engineering.

All acquired experimental data were processed and used to develop numerical simulations, which allowed the evaluation of all critical working conditions and provided the tools to handle mixed traffic. Eventually, this will also improve the high-speed Italian railway capacity, which will have a direct impact on the service and the offer for commuters.



Ingegneria Meccanica: cinque ricercatrici DMEC si raccontano

ITA

Riconosciuta in passato come scuola e disciplina tipicamente maschile, l'ingegneria meccanica ha trovato nelle donne soggetti tenaci, competenti e brillanti. Ma ancora oggi sono davvero troppo poche le ragazze che scelgono questo percorso di studi: al Politecnico di Milano le iscritte alla laurea di I livello in Ingegneria Meccanica si fermano a 280, a fronte di 2.452 ragazzi; la laurea magistrale conta solo 93 ragazze, mentre la componente maschile raggiunge gli 864 iscritti (A.A. 20-21, dati al 20/10/2020). Anche il dottorato di ricerca vede una netta prevalenza maschile (97 vs 23 – dato degli ultimi tre cicli attivi). Nell'ambito della meccanica le percentuali di presenza femminile restano particolarmente basse anche tra il personale docente (dalle ricercatrici alle ordinarie, le donne rappresentano il 20,4%), inferiori anche alla presenza femminile complessiva nel corpo docente di Ateneo, dove le donne sono il 29,4% (dato che considera Architettura, Design e Ingegneria)*.

Un affare per soli uomini, quindi? Nient'affatto! Abbiamo raccolto le testimonianze di cinque RTDa (Riceratrici a tempo determinato di tipo A) che oggi lavorano al Dipartimento di Meccanica su temi di pianificazione e controllo di produzione, sviluppo di esoscheletri, sistemi industriali complessi, Additive Manufacturing, lavorazioni Laser e Additive. Ci hanno restituito parole appassionate sull'essere donne, ingegnere, ricercatrici. Si definiscono "elefanti bianchi" e, consapevoli della fatica che il fare ricerca richiede sia a uomini che a donne, rileggono in questa chiave la questione di genere, chiedendo all'Ateneo di investire ulteriormente su misure di riequilibrio dei tempi professionali e di vita e sulla diffusione di modelli positivi per attrarre più ragazze. Attraverso la loro voce apprendiamo di un mondo, quello dell'ingegneria meccanica, che "non è una prerogativa maschile". Talentuose e appassionate, consapevoli degli sforzi e delle fatiche che compiono quotidianamente, attraverso le loro parole chiamano altre donne a farsi avanti e a superare barriere e stereotipi.

*Per un ulteriore approfondimento dei dati di Ateneo si rimanda all'edizione 2020 del Bilancio di Genere del Politecnico di Milano www.polimi.it/il-politecnico/chi-siamo/bilancio-di-genere

ENG

Mechanical Engineering: Five DMEC assistant professors tell us all about it

Mechanical Engineering has usually been considered as a typically male discipline, but over the years, and especially in recent times, it has discovered tenacious, competent and brilliant professionals in women. Nevertheless, the enrolment of female students in this field is still very low: at Politecnico di Milano there are 280 girls enrolled to BSc in mechanical engineering, compared to 2.452 boys; the MSc degree has only 93 girls, while the male component reaches 864 students (academic year 20-21, data as of 20/10/2020). The PhD path also sees a clear male prevalence (97 vs 23 in the last three active cycles). Overall, in mechanical engineering the ratio of female presence at PoliMi is particularly low even among the academic staff (from assistant professor to full professor, women account for 20,4%). This is, less than the female component of the overall teaching staff of Politecnico di Milano, where women are 29,4% (considering Architecture, Design and Engineering)*.

A male-only deal, then? Not at all! We have collected the testimonies of five Junior Assistant Professors who work at the Department of Mechanical Engineering, with topics that range from production planning and control to development of exoskeletons, from complex industrial systems to additive manufacturing and laser material processing. They spoke with passion about being women, engineers and researchers. They defined themselves as "white elephants", being also fully aware of the effort that research demands to both men and women. They re-read the gender issue in this light, asking our University to further invest in work-life balance actions and spread positive role models to attract more girls. Through their voice, we learn about the world of mechanical engineering, which "is not a male prerogative". Talented and passionate, our testimonials call other women to step forward and overcome barriers and stereotypes.

*For further analysis and data please see the 2020 edition of Politecnico di Milano Gender Budgeting www.polimi.it/il-politecnico/chi-siamo/bilancio-di-genere



Valentina Furlan

PhD in Mechanical Engineering;
DMEC Assistant Professor since 2018.
Her current research activity is in the field
of Laser and Additive processing

Ho la fortuna di lavorare in un gruppo di ricerca avente come supervisor una donna e molto eterogeneo dal punto di vista del genere. Talmente eterogeneo che ci da quasi fastidio sentir parlare di questa distinzione pur capendo il perché una particolare attenzione sia rivolta a questa tematica. Gli studenti e le studentesse fanno il loro "lavoro", a volte sono "spietati", ma non credo dipenda dal fatto di essere donna ma forse più dal fatto di essere giovane e come età ancora vicino al loro percorso. Quindi perché scegliere ingegneria? La verità è... perché non farlo? Spesso le ragazze si sentono poco adatte a confrontarsi con materie pratico/scientifiche: quello che mi domando oggi, facendo riferimento alla mia esperienza diretta, è perché una donna non dovrebbe tenere in mano una brugola o una chiave inglese? Perché non dovrebbe sentirsi in grado di "giocare" con un robot antropomorfo o con un fascio laser? Quello che mi sento di dire è che una ragazza non dovrebbe privarsi della possibilità del confrontarsi con ambiti sui quali erroneamente si fa una distinzione di genere. Mi auguro che un giorno diventi la normalità.

I am currently working in a research group coordinated by a woman, and I feel lucky about this; it is a very diverse group in terms of gender. It is so diverse that having to underline this genre issue is somehow very annoying, even though I understand why. Whether male and female, students do what they must, and sometimes they can be "mean". However, I think this has more to do with being relatively young and closer to their age, which means recently graduated, than with being a woman. Why choose engineering, then? The truth is, why not? Often the girls feel unfit to deal with practical or scientific subjects; what I ask myself, also based on my experience, is why should a woman not hold an Allen key or a wrench in her hand? Why shouldn't she feel able to "play" with an anthropomorphic robot or a laser beam? Leaving high school for university is a moment of uncertainty for all. At that age it is not always so clear which path to take, but at the same time there is the awareness that it will be a fundamental choice for one's future. A girl should not deprive herself of the possibility of dealing with areas where gender barriers and stereotypes still prevail. I hope that this choice, one day, will become normality.

Stefania Cacace
PhD in Mechanical Engineering;
DMEC Assistant Professor since 2020. Her current
research activity is in the field of Additive Manufacturing



Il vantaggio di studiare ingegneria sta nell'ampia gamma di materie affrontate e di settori dove poter trovare lavoro. Ci sono applicazioni di ingegneria in ciascun processo produttivo, dal settore agricolo al biomedicale, dall'aerospazio al minerario. Il consiglio che darei a una ragazza delle scuole superiori è quello di informarsi sulle diverse possibilità di impiego dello specifico corso di ingegneria a cui ci si vorrebbe iscrivere, e immaginarsi in quella posizione tra cinque anni. Non è facile scegliere il percorso, anche per via dei preconcetti esistenti: l'ingegneria meccanica non si occupa solo di automobili! Sicuramente esistono dei corsi di studio dove il numero di ragazze è molto basso rispetto al numero dei loro colleghi maschi, ma questo non deve influire sulla scelta del percorso. Laurearsi in ingegneria permette di acquisire un vasto bagaglio di capacità e competenze che non possono essere perse a causa di un condizionamento esterno che vede ancora le materie tecniche e scientifiche prerogativa degli uomini.

The advantage of studying engineering lies in the wide range of subjects covered and sectors where you can find a job. There are engineering applications in each production process, from the agriculture to biomedicine sector, from aerospace to mining. The advice I would give to a high school girl is to find out about the different employment possibilities of the specific engineering course you would like to enroll in, and imagine yourself in that position in five years. It is not easy to choose the path, also due to existing preconceptions. Mechanical Engineering does not only deal with cars! Certainly, there are still courses of study where the number of girls is very low, compared to the number of their male colleagues, but this should not affect their choice. Graduating in engineering allows you to acquire a vast set of skills and competences that cannot be lost due to an external conditioning that still sees technical and scientific subjects as a men prerogative.



Marta Gandolla

PhD in Bioengineering; DMEC Assistant Professor since 2020.
Her current research activity is in the field
of testing and development of exoskeletons

Il consiglio che darei a una ragazza è lo stesso che darei anche a un ragazzo - studiare ingegneria è un percorso sicuramente difficile e che mette alla prova, ma che allo stesso tempo insegna molto, sia dal punto di vista della materia oggetto di studio che dal punto di vista umano. Perché scegliere ingegneria? Io penso che si debba avere il cuore pieno di desideri e di sogni grandi e impossibili; fare ingegneria aiuta ad acquisire strumenti con cui poi affacciarsi al mondo del lavoro e trovare la propria strada. Non per forza si userà praticamente tutto quello che si è studiato, anzi, ma avremo un bagaglio di strumenti e un metodo di osservazione della realtà di grande aiuto.

The advice I would give to a girl is just the same I would give to a boy. Studying engineering is certainly a difficult and challenging path, but at the same time it is enriching, both in terms of the subject being studied and from the human point of view. Why choose engineering? I think that one must have a heart full of desires and big and impossible dreams. Engineering will help you become familiar with the tools that will help you professionally, and to find your own path. The course subjects, theories and formulas will not necessarily be used at large, but they will stay as a method of looking at reality throughout your life.



Nicla Frigerio

PhD in Mechanical Engineering;
DMEC Assistant Professor since
2018. Her current research activity
is in the field of Energy Saving
in Manufacturing

L'ingegneria non è una prerogativa maschile come non lo è il "voler capire il perché che sta dietro ciò che accade". Il desiderio di sapere è assolutamente umano e nessuno si dovrebbe sentire frenato. La razionalità e la precisione che ci caratterizzano possono trovare grande soddisfazione in un percorso scientifico-ingegneristico.

Engineering is not a male prerogative, as much as "wanting to understand the reason behind what happens" is not a male thing. The desire to know is human and no one should feel restrained. The rationality and precision that characterize us can find great satisfaction in a scientific-engineering path.

Maria Chiara Magnanini
PhD in Mechanical Engineering; DMEC Assistant Professor
since 2020. Her current research activity is in the field of performance
evaluation and optimization of Manufacturing Systems



Il fatto di essere arrivata a questo punto dimostra che fino ad ora gli ostacoli non sono stati così rilevanti o particolarmente diversi rispetto a quelli dei colleghi. Nonostante questo, la sensazione di essere "l'elefante bianco" nella stanza, e di dover dimostrare ogni volta di essere competente sull'argomento, è spesso presente. Di sicuro, le giovani donne tra i 30 e i 40 anni si trovano di fronte a scelte critiche dato che non c'è, soprattutto in ambito accademico, la sicurezza lavorativa e di conseguenza una facile pianificazione familiare. Perché scegliere ingegneria? La prima risposta è... perché no? Il punto di vista femminile non può che essere un valore aggiunto: settori molto complessi, come l'aerospazio, la chimica, la mecatronica e tutti quelli dove tante variabili diverse entrano in gioco, necessitano di persone competenti e flessibili al cambiamento di contesto.

If I have reached this point in my career, it is because, so far, the obstacles were not particularly different from those of my male colleagues. Despite this, the feeling of being "the white elephant" in the room, and having to prove every time that you are competent on the subject, is often present. Certainly, young women between 30 and 40 years of age are faced with critical choices in terms of permanent positions, especially in the academic field, and consequently family planning. If I asked myself "why engineering?", the first answer would be "why not?" The female point of view can only be an added value. Very complex and demanding sectors, such as aerospace, chemistry, mechatronics and all those where many different variables come into play, require competent and flexible people to change the context.

ITA

Museo virtuale: collezioni storiche del Dipartimento di Meccanica

Il Dipartimento di Meccanica, da sempre attento alle proprie tradizioni, ha, tra i suoi obiettivi, quello di valorizzare le sue collezioni storiche. Queste, distribuite presso i vari Laboratori e le varie Sezioni del Dipartimento, comprendono una serie di strumenti utilizzati sia per effettuare prove legate alla ricerca, sia per attività didattica, fin dall'inizio del '900.

Recentemente il Politecnico ha deciso di valorizzare le collezioni di tutti i Dipartimenti, realizzando un Museo Virtuale di Ateneo.

La sezione relativa a DMEC è stata sviluppata con l'aiuto del prof. Edoardo Rovida, che da lungo tempo studia e promuove la tradizione e la storia del nostro Dipartimento.

La collezione storica del Dipartimento di Meccanica comprende le seguenti categorie di pezzi:

- Modelli didattici: si tratta di cinematismi, anche di notevole complessità, risalenti agli anni Trenta ed utilizzati nell'insegnamento da Ottorino Sesini prima e, successivamente, da Emilio Massa. Tali modelli sono tutti perfettamente funzionanti;
- Macchine di prova: si tratta di alcune macchine per prove meccaniche, particolarmente pendoli di Charpy, utilizzati per prove di resilienza. Esse risalgono agli inizi del xx secolo e sono state recentemente restaurate;
- Macchina utensile: si tratta di un tornio del 1940;
- Strumenti da disegno: alcuni pezzi risalenti agli anni dai Venti ai Cinquanta;
- Strumenti di calcolo: alcuni dei primi PC degli anni Ottanta-Novanta;
- Strumenti di misura: un buon numero di strumenti utilizzati soprattutto nelle ricerche, per misure meccaniche e termiche, tutti in ottime condizioni.

Inoltre, presso il laboratorio di Railway engineering è conservata una sala montata per locomotiva FS E.402B della fine degli anni '90 a testimonianza delle attività di prove su sistemi ferroviari.

ENG

A virtual museum dedicated to the historic scientific instruments of DMEC

The Department of Mechanical Engineering has always cared about its traditions, and one of its objectives is to promote the value of its historic equipment collection. The DMEC collection includes scientific instruments used during the XX century for research and teaching purposes, now displaced all over the Departments and its laboratories.

The University has recently decided to create a Virtual Museum of Politecnico di Milano to enhance the value of the equipment collected by each Department.

Prof. Edoardo Rovida, who dedicated many years to studying and sponsoring the history of our Department, has been very helpful in developing the DMEC section.

The collection of the Department of Mechanical Engineering includes the following categories of scientific instruments:

- Teaching specimen, like still working and very complex kinematic chains that date back to the 30s used by Ottorino Sesini first and later by Emilio Massa during their lectures;
 - Mechanical testing machines used to run mechanic tests, such as Charpy's pendulum used to test resilience, from the early XX century and recently restored;
 - Machine tools, like a lathe that dates back to 1940;
 - Design instruments, dating from the 20s to the 50s;
 - Computing machines, such as some of the very first computers from the 80s-90s;
 - Measuring instruments, well preserved and used to take mechanic and thermal measurements mainly during research activities.
- Moreover, inside the Railway Engineering Lab, there is a wheelset of the FS E.402B locomotive from the late 90s, evidence of the tests carried out on railway systems.



ITA

GIANCARLO POZZI. LIBERO, IL VOLO

Spazio trascendente tra pittura e meccanica, confusione sottile tra opere e luogo

Il titolo di questa mostra nasce e si confonde con la personalità dell'autore delle opere esposte. Un artista completo che sperimenta tecniche differenti e miscela vari elementi di pittura e scultura, conservando i tratti e la precisione del grande artigiano. Un uomo che ha fatto di una passione la storia della sua vita.

Il Volo è quasi sempre centrale nelle opere pittoriche o scultoree ed aiuta a cambiare la prospettiva con cui studiare e, forse provare a comprendere, il rapporto tra tecnologia e natura. Il volo è spesso rappresentato con ali meccaniche che anelano come le naturali, ma faticano di più per natura a spiccare libere verso la magica luce che si intravede. Un'ecologia umana che porta alle origini dell'esistenza e, quasi sempre, pone dietro la bellezza dell'arte, domande scomode sulle sorti dell'umanità.

Emanuela Colombo

ENG

GIANCARLO POZZI. THE FREEDOM, THE FLIGHT

Transcendent space between painting and mechanics, subtle confusion between works and spaces

The title of this exhibition originates from the author's personality. Giancarlo Pozzi is a complete artist who experiments with different techniques and mixes various elements of painting and sculpture, always preserving the traits and precision of the great craftsman who was. His passion became the story of his life.

The theme of "Flight" is almost always central in his artistic works and it helps to change the perspective with which to study and, perhaps try to understand, the relationship between technology and nature. Flight is often represented with mechanical wings that yearn like natural ones, but naturally struggle more to stand out free towards the magical light that can be glimpsed. A human ecology that leads to the origins of existence and, almost always, poses uncomfortable questions about the fate of humanity behind the beauty of art.

Emanuela Colombo



ἐπί - γένεσις

epi - genesis

ITA

... γένεσις ... nascita

... gli eventi del progetto "Cultura Meccanica" sono nati negli ultimi mesi del 2017 con la mostra di *Jonathan Guaitamacchi Bovisa from '97 to '17*, allestita nei laboratori del Dipartimento; negli anni seguenti sullo stesso palcoscenico si sono alternati mostre, spettacoli di danza, concerti per piano, performances... poi la sospensione dovuta ai drammatici eventi della pandemia.

... ἐπί ... dopo

... ma c'è sempre un dopo, sempre un futuro, anche dopo i periodi più difficili: Cultura Meccanica ri-parte con Guaitamacchi e la mostra *Epi-Genesis*.

Marco Bocciolone

Direttore del Dipartimento di Meccanica

ENG

γένεσις ... birth...

... the events part of the "Cultura Meccanica" project began at the end of 2017 with exhibition *Jonathan Guaitamacchi Bovisa from '97 to '17*, arranged in the Department laboratories. During the following years, the Department hosted other exhibitions, dance performances, piano concerts and extra performances. Sadly, everything had to stop due to the pandemic tragic consequences.

ἐπί ... after

... but there is always a day after, always a future... Even after the most difficult times. Cutura Meccanica is ready to re-start with the *Epi-genesis* exhibition by Guaitamacchi.

Marco Bocciolone



Epi-Genesis e Bovisa

I lavori di Jonathan Guaitamacchi nascono dalla forte esperienza compiuta dall'artista nel luogo simbolo dell'industrializzazione milanese, l'officina del Gas AEM in Bovisa. Per lunghi mesi nel 1997, l'autore ha trasformato la vecchia sala della pressione nel proprio atelier: strato dopo strato, pensiero dopo pensiero, l'esperienza di Bovisa è stata per Guaitamacchi momento di profonda trasformazione.

"Quando ero solo nella sala della pressione - racconta - percepivo il vuoto e al contempo una presenza importante: era come entrare in una cattedrale, un tempio vuoto dove si sentiva la grandezza di quello che c'era stato, del significato che aveva avuto. Ho provato momenti di grande spaesamento, silenzio, paura. Solo con il tempo sono riuscito ad esorcizzare il disorientamento che mi ha procurato. Ho capito dopo l'importanza di vivere un luogo. È stata una lezione importante che mi ha portato al lavoro attuale".

Primo ospite del progetto Cultura Meccanica, Guaitamacchi, dopo la mostra *Bovisa from '97 to '17* allestita nel Dipartimento di Meccanica, ha realizzato per lo stesso un'imponente opera che avrà collocazione permanente dal titolo Epi-Genesis.

Ma cos'è l'epigenesi? In geologia indica l'attività che si manifesta o si origina in tempo successivo rispetto al fenomeno principale, in embriologia è la teoria secondo la quale le cellule embrionali si differenziano in successivi stadi di sviluppo, per lo psicologo Jean Piaget è "la reciproca interazione tra genotipo e ambiente per costruire il fenotipo in funzione dell'esperienza", per Guaitamacchi è tutte queste cose e nessuna di queste. La sua Epi-Genesis altro non è che l'evoluzione di un processo mentale che ha "sovrimposto" negli anni le esperienze accumulate, le sensazioni, il fluire del pensiero, il rapporto con la storia, la memoria, l'oblio. Tutto il lavoro degli ultimi 20 anni risente dell'esperienza di Bovisa, nei suoi dipinti Guaitamacchi non racconta le case, le fabbriche, le strade, ma la loro eco, dettaglia e generalizza aprendo un varco verso una realtà umanamente confusa, equivoca, sfuggente, sola: astrae.

Rigorosamente in bianco e nero, Epi-Genesis è un polittico composto da 7 opere di grandi dimensioni. Il punto di partenza sono gli scatti fotografici impressi 20 anni fa nell'area dei gasometri, il resto è poesia. Metafora in grande scala di un taccuino alla Chatwin, Epi-Genesis è un viaggio dentro la memoria, l'emozione, l'inconscio, che, grazie a nuove "sovrimposizioni", divengono e cambiano con il divenire della vita.

Francesca Brambilla

Curatrice progetto Cultura Meccanica

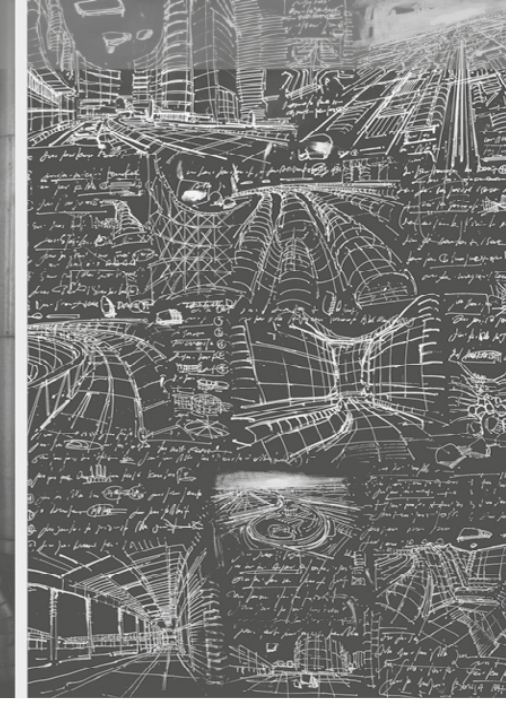
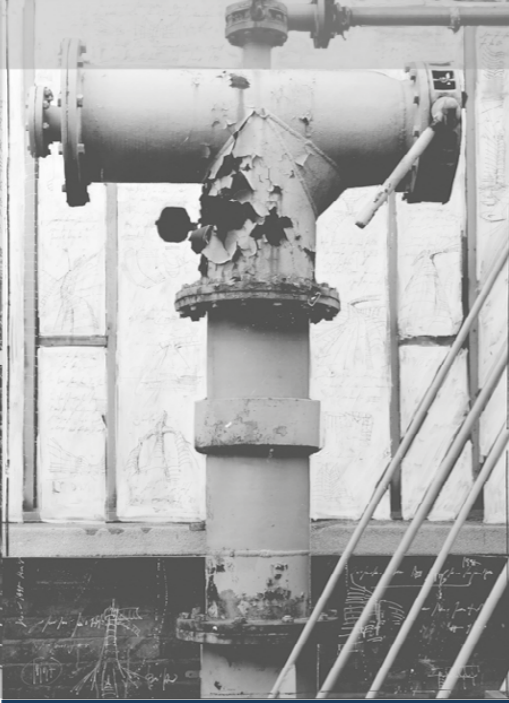
ENG Epi-Genesis and Bovisa

Jonathan Guaitamacchi's work finds its inspiration in the relevant experience the artist lived inside the Gas AEM Plant in Bovisa, the iconic symbol of the Milanese industrialisation period. For months in 1997, the artist turned the old pressure control room into his atelier: layer by layer, thought by thought this moment was for Guaitamacchi a turning point. "When in the pressure control room" - he said - "I felt the void and as well as an imposing presence. It was like walking into a cathedral, an empty temple filled with the greatness of what was there and is no more, even though strongly meaningful. In silence, I felt disoriented and sacred. Only time helped overcome this sensation of dizziness. Later I realized that it meant embracing the place. What I learned from this led to my current work". The first artist to participate in the project Cultura Meccanica with his exhibition *Bovisa from '97 to '17* held inside the Department of Mechanical Engineering, Guaitamacchi created a permanent installation called Epi-Genesis, his new massive artwork.

What does epigenesis mean? In geology, the term indicates the activity occurring after or originating from a physical phenomenon. In embryology, instead, it is a theory that explains how embryonal cells differ from each other in each phase of their evolution. Lastly, according to the psychologist Jean Piaget, epigenesis is the "interaction between the genotype and the environment which creates the required phenotype for the experience". Guaitamacchi believes it is all and none of these at the same time. His Epi-Genesis represents the evolution of a mental process that with time leads to "overlapping" past experiences, sensations, the flux of thoughts, the relationship with history, memory, and oblivion. His Bovisa experience influenced the next 20 years of his career. In his paintings, Guaitamacchi doesn't represent houses, factories, or roads, but he paints their echo. The details he paints and the generalisation he makes reveal a humanly confused, ambiguous, elusive, and lonely reality: abstraction.

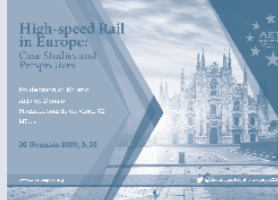
In black and white only, Epi-Genesis is a polyptych made of 7 big-size oeuvres. The artist's starting point of this work is old pictures of the Bovisa gas plant taken about 20 years ago, to which he added pure poetry. A bigger-scaled metaphor reminding of some block notes in a Chatwin-like style, Epi-Genesis is a journey through memory, emotions and subconscious, which at every "onlap" becomes and changes with life going on.

Francesca Brambilla



Jonathan Guaitamacchi

Epi-Genesi



L'ALTA VELOCITÀ IN EUROPA: CASI DI STUDIO E PROSPETTIVE

Si è tenuta il 30 gennaio la conferenza "High-speed Rail in Europe: case studies and perspectives" organizzata dalla Association for European Transport (AET) con il Politecnico di Milano e DMEC, come evento introduttivo alla 48ª Conferenza Europea dei Trasporti che si è tenuta a settembre 2020. Il prof. Pierluigi Coppola ha introdotto gli esperti del mondo accademico e del settore ferroviario.

HIGH-SPEED RAIL IN EUROPE: CASE STUDIES AND PERSPECTIVES

The conference "High-speed Rail in Europe: case studies and perspectives" has been organized on January 30th by the Association for European Transport (AET) with Politecnico di Milano and DMEC, as an introductory event to the 48th European Transport Conference held in September 2020. Prof. Pierluigi Coppola introduced noted speakers from academia and the rail sector.



ELIA VIVIANI AL POLITECNICO DI MILANO: VERSO TOKYO

A quattro anni da Rio de Janeiro e dallo straordinario successo nell'omnium, l'oro olimpico Elia Viviani torna nella Galleria del Vento del Politecnico di Milano per perfezionare le sue prestazioni aerodinamiche in vista di Tokyo. In Galleria del Vento, Viviani ha effettuato una serie di prove aerodinamiche per trovare la configurazione ottimale dell'attrezzatura che utilizzerà in gara: con il supporto dello staff tecnico della Galleria, guidato da Stefano Giappino e Luca Ronchi, insieme a Umberto Spinelli, Claudio Somaschini e Simone Omarini, e in collaborazione con la Federazione Ciclistica Italiana, l'atleta ha sperimentato diversi pacchetti aerodinamici per verificare le prestazioni di body e confrontarne poi i risultati, identificando quella che sarà la combinazione ideale per le Olimpiadi.

ELIA VIVIANI AT POLITECNICO DI MILANO: TOWARDS TOKYO

Four years after Rio de Janeiro and the extraordinary success in the omnium, Olympic gold medalist Elia Viviani returns to the Wind Tunnel of Politecnico di Milano (GVPM) to enhance his aerodynamic performance in view of Tokyo. Inside the Wind Tunnel Viviani carried out a series of aerodynamic tests to find the optimal configuration of the equipment he will use during the race: with the support of the technical staff of the GVPM, Stefano Giappino, Luca Ronchi, Umberto Spinelli, DMEC researchers Claudio Somaschini and Simone Omarini, and in collaboration with the Italian Cycling Federation, the athlete tested different aerodynamic solutions to investigate the performance of different bodysuits. By comparing the results, they were able to identify what will be the ideal combination for the Olympics.



COVID-19: DIDATTICA ONLINE E SMARTWORKING, I NUMERI DMEC

L'emergenza Covid-19 ha profondamente cambiato in Marzo e Aprile l'organizzazione del nostro Dipartimento, che prosegue la sua attività soprattutto attraverso il lavoro agile e nel rispetto delle direttive regionali e nazionali. Nel secondo semestre sono stati attivati esami di laurea da remoto (176 studenti hanno ottenuto la laurea triennale) e sono stati erogati 128 insegnamenti online, che vedono coinvolti sui diversi corsi di studio docenti, ricercatori e ricercatrici DMEC, con il supporto dei dottorandi.

COVID-19: ONLINE TEACHING AND SMARTWORKING, THE NUMBERS DMEC

The Covid-19 emergency that reached Italy in March and April has profoundly changed the organization of our Department, yet we carried on the majority of our activities through smartworking and remote teaching, in compliance with regional and national directives. In this second semester the classes and graduations are guaranteed online: in March, 176 students graduated at bachelor level, with remote sessions, and we were delivered 128 courses overall, with the involvement of DMEC professors and researchers and with the support of doctoral candidates.



IL GRUPPO DI RICERCA DI DINAMICA DEL VEICOLO DEL DMEC

Gli ambiti di ricerca del Dipartimento di Meccanica coprono oggi un ampio numero di attività all'avanguardia: il nostro team di Dinamica del Veicolo, in particolare, è coinvolto nello studio, progettazione e ottimizzazione di veicoli terrestri (auto, moto, scooter elettrici, camion, trattori e mezzi pesanti) e si occupa di ricerca innovativa nell'ambito di pneumatici, guida autonoma, mobilità sostenibile e ottimizzazione dell'aerodinamica, per citare solo alcuni dei settori principali.

DMEC VEHICLE DYNAMICS TEAM

DMEC expertise and research lines cover a number of activities at the forefront of technology: our Vehicle Dynamics Team, in particular, is involved in the study, design and optimization of ground vehicles (cars, motorcycles, e-scooters, truck, tractors and heavy vehicles), and deals with innovative research in the field of tires, autonomous driving, sustainable mobility and optimization of aerodynamics, to name just a few of the main sectors.



OPENDAYS ONLINE AL POLITECNICO DI MILANO

Quest'anno il classico appuntamento dedicato alle future matricole del Politecnico di Milano rinnova e moltiplica la sua proposta "da remoto": la nostra università trasforma il format tradizionale e offre due settimane di incontri e sessioni live, permettendo a tutti i potenziali studenti di conoscere il Politecnico in modo diverso. Gli OPENDAYS, aperti il 23 aprile, sono proseguiti fino al 2 maggio con una ricca offerta di iniziative per gli studenti delle scuole superiori, interviste di Poliradio e sessioni di presentazione live dei corsi di studio e dei servizi. Inoltre, sono disponibili contenuti extra e approfondimenti sui vari canali di Ateneo e di Dipartimento.

ONLINE OPENDAYS AT POLITECNICO DI MILANO

This year, the traditional appointment dedicated to freshmen at Politecnico di Milano has not been canceled, but it multiplies its proposal: from a traditional open day event, our university renews the format and offers two weeks of meetings and live sessions, allowing prospective students to get to know Politecnico in a different way. The OPENDAYS were online until May 2nd, and presented a rich offer of initiatives over several days, including live music and interviews by Poliradio dedicated to life in the campus and live presentation sessions of courses and services; in addition, extra contents, downloadable materials and insights available on the University and Department websites and social media.

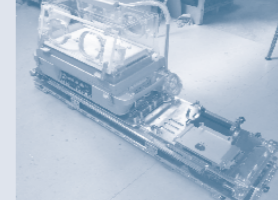


NUOVA DIREZIONE SCIENTIFICA DELLA GALLERIA DEL VENTO DEL POLITECNICO DI MILANO

Marco Belloli è il nuovo Direttore Scientifico della Galleria del Vento di Ateneo; attualmente professore ordinario di Meccanica Applicata presso DMEC, il prof. Belloli è esperto nei campi dell'Ingegneria del Vento e dell'Energia Eolica. Il prof. Alberto Zasso, che ha guidato la GVPM da settembre 2015, passa il testimone con queste parole: "La collaborazione scientifica tra ricercatori, insieme alla crescita della GVPM all'interno di una forte rete europea e di una serie di progetti internazionali, è stata il mio obiettivo più ambizioso in questi sei anni. Sono sicuro che Marco guiderà il laboratorio verso ulteriori conquiste professionali e scientifiche, supportato dalla straordinaria comunità tecnica e di ricerca che collabora con la Galleria del Vento del Politecnico di Milano".

NEW SCIENTIFIC DIRECTOR AT POLITECNICO DI MILANO WIND TUNNEL - GVPM

Marco Belloli is the new Scientific Director of PoliMi GVPM; he is currently full professor in Applied Mechanics at DMEC, expert in the fields of the Wind Engineering and Wind Energy. Professor Alberto Zasso, who led GVPM since September 2015, shared with us his salute: "The scientific collaboration among researchers, together with the growth of GVPM within a strong European network and a number of international projects, has been my successful commitment for the past challenging six years. I am sure Marco will lead the laboratory to further professional and scientific achievements, supported by the extraordinary technical and scientific community now cooperating with PoliMi Wind Tunnel".



IL KIT PER MONTARE TERMOCULLE SULLE ELIAMBULANZE STUDIATO AL TECNPOLO

Dal Laboratorio MUSP (Macchine Utensili e Sistemi di Produzione), situato presso il Tecnopolo di Piacenza, arriva un contributo nella lotta al Covid-19. Il Laboratorio, guidato dal prof. Michele Monno di DMEC, ha realizzato un kit che rende possibile il montaggio su eli-ambulanza di una termoculla destinata al trasporto aereo di neonati in situazioni di emergenza.

THE KIT TO MOUNT THERMAL CRADLES ON AMBULANCES STUDIED AT THE TECNPOLO

From the MUSP Laboratory (Machine Tools and Production Systems), located at the Tecnopolo in Piacenza, a contribution comes in the fight against Covid-19. The Laboratory, led by prof. Michele Monno of DMEC, has created a kit that makes it possible to mount a thermal cradle for air transport of welded products on a helicopter.



3DYNAMIC4.0: 3D DYNAMIC IMAGE-BASED MEASUREMENTS IN INDUSTRY 4.0

Nell'ambito del progetto PRIN 2017 stiamo attualmente sviluppando un sistema di scansione 3D volante, per ricostruire la geometria di obiettivi di grandi dimensioni, utilizzando droni dotati di diversi tipi di scanner 3D. L'obiettivo generale del progetto 3DYNAMIC4.0 è migliorare l'affidabilità e la precisione delle tecniche di misura senza contatto tramite visione 3D in applicazioni dinamiche.

3DYNAMIC4.0: 3D DYNAMIC IMAGE-BASED MEASUREMENTS IN INDUSTRY 4.0

In the ambit of the project PRIN 2017 we are currently developing a flying 3D scanning system, to reconstruct the geometry of large target, using drones equipped with different types of 3D scanners. The overall goal of the 3DYNAMIC4.0 project is to improve the reliability and accuracy of vision-based 3D measurement in dynamic applications.



COVID-19 DIGITAL TALKS - LA STAMPA 3D PER LA GESTIONE DELLE EMERGENZE

DIGITAL TALKS organizzati da Alumni: un momento di "incontro digitale" tra il Politecnico di Milano e tutta la community italiana e internazionale degli Alumni, per parlare di ricerca sul Covid-19 o di imprese innovative realizzate dai nostri Alumni nel mondo. Il webinar, a cura della Prof. ssa Bianca Maria Colosimo e del Prof. Matteo Strano, dal titolo "La Stampa 3D per la gestione delle emergenze: dal Polishied, al supporto, al manufacturing", si è tenuto venerdì 26 Giugno 2020 alle h 18.00.

COVID-19 DIGITAL TALKS - 3D PRINTING FOR EMERGENCY MANAGEMENT

DIGITAL TALKS by Alumni: a digital meeting between Politecnico di Milano and the whole Italian and international Alumni community to discuss about research on Covid-19 or innovative companies created by our Alumni around the world. Next webinar, by Prof. ssa Bianca Maria Colosimo and the Prof. Matteo Strano, "La Stampa 3D per la gestione delle emergenze: dal Polishied, al supporto, al manufacturing" was held on Friday 26th June 2020.



STUDENTI DMEC PREMIATI ALLA IEEE METROIND 4.0 AND IOT 2020

La conferenza Metrology for Industry 4.0 and IoT ha pluripremiato alcuni nostri dottorandi e studenti. Il team "Polimi MT" composto da Davide Paloschi, Sanzhar Korganbayev, Fabio Conti e Stefano Marelli ha vinto il primo premio della Wearable Device Challenge. Mentre Sanzhar Korganbayev vince anche il primo premio per il miglior lavoro presentato da un giovane ricercatore. Congratulazioni ragazzi!

DMEC STUDENTS AWARDED AT IEEE METROIND 4.0 AND IOT 2020

The Metrology for Industry 4.0 and IoT conference awarded several of our PhD and master students. The "Polimi MT" team, including Davide Paloschi, Sanzhar Korganbayev, Fabio Conti and Stefano Marelli, won the first prize of the Wearable Device Challenge, whereas Sanzhar Korganbayev also won the first prize for the best work presented by a young researcher. Congratulations guys!



POLISHIELD - LO SCHERMO FACCIALE MADE IN DMEC

Grazie alla prof.ssa Bianca Maria Colosimo, il prof. Matteo Strano e il loro team la Stampa 3D è divenuta un importante alleato per la lotta contro la pandemia: è stato progettato e realizzato il Polishield.

POLISHIELD - THE FACE SHIELD MADE IN DMEC

Thanks to Prof. Bianca Maria Colosimo, Prof. Matteo Strano, and their team, 3D printing has played a major role in the fight against Coronavirus during the pandemic when Polishield has been designed and produced.



LA CONFERENZA ANNUALE DELL'ASSOCIAZIONE FOR EUROPEAN TRANSPORT VA ONLINE!

La European Transport Conference 2020, prevista inizialmente al Politecnico di Milano dal 9 all'11 Settembre 2020, è stata organizzata on-line, ma ha mantenuto, pur in modalità a distanza, il suo caratteristico formato multidisciplinare e multi-stream.

THE ANNUAL CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR EUROPEAN TRANSPORT GOES ONLINE!

The European Transport Conference 2020, originally meant to be hosted by Politecnico di Milano from the 9th to the 11th of September 2020, was held virtually. However, even though it being completely online, the event maintained its characteristic of being a multidisciplinary and multi-stream event.



LA RICERCATRICE MARIA CHIARA MAGNANINI È LA NUOVA CIRP RESEARCH AFFILIATE

Maria Chiara Magnanini, Ricercatore a Tempo Determinato (A) del Dipartimento, è stata nominata Research Affiliate in The International Academy for Production Engineering (CIRP) sulla base dei suoi risultati e contributi nel campo dell'ingegneria di produzione. Il processo di selezione si è svolto a livello globale tra i più promettenti giovani ricercatori del settore.

MARIA CHIARA MAGNANINI IS THE NEW CIRP RESEARCH AFFILIATE

Maria Chiara Magnanini, Assistant Professor of the Department, has been nominated as Research Affiliate into The International Academy for Production Engineering (CIRP) based on her results and contributions in the field of production engineering. The selection process has been carried out at global level among the most promising young researchers of the field.



GIORNATA DI STUDI ITALO-FRANCESE A DMEC PER LA VITTORIA DEL "BANDO CASSINI JUNIOR 2020"

Martina De Landro, dottoranda presso la Sezione di "Misura e Tecniche Sperimentali", ha vinto il "Bando Cassini Junior 2020", sponsorizzato dall'Ambasciata di Francia in Italia e dall'Istituto Francese d'Italia, per organizzare una giornata di studi presso il Dipartimento di Meccanica. Il workshop proposto, dal tema "Technological innovations for the precision medicine of tomorrow" si terrà nella prima metà del 2021. L'evento vedrà la partecipazione di professori e ricercatori di istituzioni francesi ed italiane che si confronteranno su questa tematica di attualità.

ITALIAN-FRENCH WORKSHOP AT DMEC FOR THE VICTORY OF THE "BANDO CASSINI JUNIOR 2020"

The DMEC "Measurements" Ph.D. student Martina De Landro won the grant "Bando Cassini Junior 2020", sponsored by both the French Embassy and the French Institute in Italy, to organize a one-day workshop right here at DMEC. The workshop propose as theme "Technological innovations for precision medicine of tomorrow" and it will occur during the first half of 2021. Professors and researchers from all over Italy and France will attend to discuss this relevant topic.

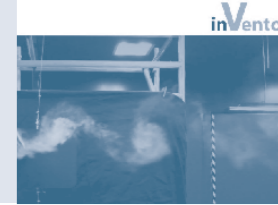


ETC2020: IL MINISTRO MANFREDI CHIUDE LA CONFERENZA ONLINE

Con l'intervento del prof. Gaetano Manfredi, Ministro dell'Università e della Ricerca Scientifica, si è conclusa la 48a European Transport Conference (ETC), tenutasi online a causa della pandemia. Nonostante le difficoltà del doversi adattare a spazi virtuali, la conferenza ha mantenuto i suoi standard qualitativi, confermandosi un appuntamento unico nel suo genere per l'approccio multi-seminariale (con 9 sessioni parallele) e la varietà dei argomenti trattati: dalla mobilità urbana sostenibile alla logistica e trasporto delle merci, dai trasporti ferroviari all'aviazione, dai big data ai modelli di simulazione.

MINISTER MANFREDI'S SPEECH ENDED THE ONLINE ECT 2020

The Italian Minister of University and Scientific Research Gaetano Manfredi's speech ended the 48th European Transport Conference (ETC) held online due to the Covid-19 pandemic. Despite some troubles caused by transforming a live event into a virtual one, the conference still met its quality standards and remained rather unique among transport conferences in Europe for the multi-seminarian approach (with 9 parallel seminars) including a variety of topics: from sustainable urban mobility to logistics and shipment of goods, from railways to aviation, from big data to simulation models.

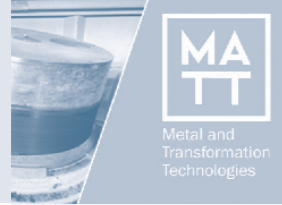


IN-VENTO 2020 - EVENTO ONLINE

La versione virtuale di IN-Vento, il Convegno dell'Associazione Italiana per l'Ingegneria del Vento, presieduto dal prof. Alberto Zasso di DMEC, ha visto la partecipazione di numerosi ospiti. Importante è stato un panel di discussione a proposito di "Nuove sfide nell'interazione vento-struttura", in cui sono stati discussi i modelli numerici e metodi sperimentali allo stato dell'arte, oltre ai requisiti normativi.

IN-VENTO 2020 - WEB EVENT

The online version of IN-Vento, the Conference of the Italian Association for Wind Engineering, chaired by prof. Alberto Zasso of DMEC, saw the participation of numerous guests. Important was a discussion panel on "New Challenges in Wind-Structure interaction" during which the enlightened audience discussed both numerical and experimental modeling, numerical codes, and regulations.



AL VIA LE ATTIVITÀ DEL JRC MATT - METAL AND TRANSFORMATION TECHNOLOGIES

Sono partite le attività del Joint Research Center MATT con la creazione dei tavoli tecnici con un'ampia partecipazione dei docenti del Dipartimento di Meccanica. Una delle linee di ricerca vede la collaborazione tra Politecnico e l'azienda Mario Frigerio SPA (MFL Group).

JRC MATT: READY, SET, RESEARCH!

The Joint Research Center MATT activities started with the creation of the technical tables, here there is a wide participation of the professors of the Department of Mechanical Engineering. One of the research lines sees the collaboration between Politecnico di Milano and the company Mario Frigerio SPA (MFL Group).



LE COLLEZIONI STORICHE DEL DIPARTIMENTO NEL MUSEO VIRTUALE DEL POLITECNICO DI MILANO

Recentemente il Politecnico ha deciso di valorizzare le collezioni di tutti i Dipartimenti, realizzando un Museo Virtuale di Ateneo. La sezione relativa a DMEC è stata sviluppata con l'aiuto del prof. Edoardo Rovida, che da lungo tempo studia e promuove la tradizione e la storia del nostro Dipartimento.

DMEC ANCIENT LAB INSTRUMENTS EXHIBITED AT THE VIRTUAL MUSEUM OF POLITECNICO DI MILANO

Recently the University has decided to enhance the value of the equipment collection of all Departments by creating a Virtual Museum of Politecnico di Milano. Professor Edoardo Rovida, expert and passionate about the history of the Department of Mechanical Engineering, has played a fundamental role in creating the DMEC section.



IL TEAM POLIMIREHAMOVE AL DIGITAL CYBATHLON

Il Politecnico di Milano ha partecipato a CYBATHLON 2020 GLOBAL EDITION, una competizione cibernetica organizzata da ETH Zurich che vede persone affette da disabilità fisiche sfidarsi in varie discipline utilizzando dispositivi di ausilio tecnologicamente all'avanguardia, studiati da team di ricerca nel campo delle tecnologie di assistenza per la disabilità.

POLIMIREHAMOVE TEAM TO THE DIGITAL CYBATHLON

Politecnico di Milano took part in the CYBATHLON 2020 GLOBAL EDITION, a championship organized by ETH Zurich in which people with physical disabilities compete against each other to complete everyday tasks using state-of-the-art technical assistance systems. These devices are the result of researches in the field of support technologies for people suffering from handicaps carried out by different research teams.



JRC BAKER HUGHES

Baker Hughes e Politecnico di Milano hanno siglato un accordo quadro triennale di collaborazione scientifica che prevede l'avvio di numerosi contratti di ricerca. Le tematiche coinvolte spaziano dall'additive manufacturing all'aerodinamica avanzata, dal gemello digitale al knowledge management, dalla prognostics al data science, con la creazione di diverse posizioni di executive PhD in queste aree di ricerca.

JRC BAKER HUGHES

Baker Hughes and Politecnico di Milano signed a three-year scientific partnership framework agreement, which provides for the launch of many research contracts. The themes of the agreement include additive manufacturing, advanced aerodynamics, digital twins, knowledge management, prognostics and data science, with the creation of several executive PhD positions in these research areas.

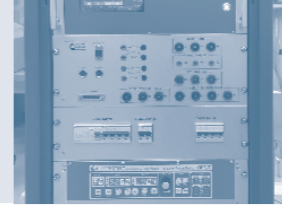


TERREMOTO ISAAC NEI LABORATORI DI DMEC

ISAAC antisismica, startup incubata in PoliHub, ha brevettato I-Pro 1: la prima tecnologia auto-adattiva, plug-and play e one-fits-all per la protezione sismica, applicabile ad edifici già esistenti. Nei laboratori del Dipartimento è stata installata la tavola vibrante dalla capacità di 250kN per eseguire i test Hardware-In-The-Loop della tecnologia I-Pro.

ISAAC EARTHQUAKE IN DMEC LABS

ISAAC anti-seismic, startup sponsored by the incubator PoliHub, just patented I-Pro 1. This is the first auto-additive, plug-and-play and one-fits-all technology against earthquakes to be applied to existing buildings. In the labs of the Department of Mechanical Engineering an earthquake shaking table has just been installed. It has a 250kN capacity and it will run the Hardware-In-The-Loop tests on the I-Pro technology.



IL CONTRIBUTO DI RPM E ELETTROTEST ALLO SVILUPPO DELLA NUOVA GENERAZIONE DI MOTORI ELETTRICI

RPM e Elettrotest, aziende appartenenti al Gruppo Giordano Riello International Group, hanno donato al Politecnico di Milano strumenti innovativi per lo sviluppo di motori elettrici per impieghi automotive. Un primo significativo passo per l'elettificazione dei veicoli del futuro pensati in Italia.

RPM AND ELETTROTEST TO PROMOTE THE NEXT GENERATION OF E-MOTORS

RPM and Elettrotest, two enterprises part of the Giordano Riello International Group, recently donated to Politecnico di Milano original innovative equipment to develop e-motors for the automotive industry. The first meaningful step towards the electrification of the vehicles of the future made in Italy.



MEETMETONIGHT 2020

Dal 2005, anno della sua istituzione, a oggi, per la Notte Europea dei Ricercatori vengono organizzati ogni anno moltissimi eventi con l'obiettivo di avvicinare il grande pubblico alla ricerca. #MEETmeTONIGHT è uno dei tanti eventi in agenda su tutto il territorio europeo al quale partecipano attivamente numerosi enti italiani, tra Centri di Ricerca e Università. Nonostante abbia toccato diverse città italiane, l'evento si è tenuto esclusivamente online a causa delle nuove restrizioni anti-Covid19 imposte per far fronte agli ultimi sviluppi della pandemia. DMEC, insieme al Politecnico di Milano, ha partecipato all'evento per illustrare due progetti di ricerche all'avanguardia in fase di sviluppo:

- "Esperienze di realtà virtuale nei musei", coordinato dalla prof. Marina Carulli;
- "Fibre ottiche intelligenti a servizio della salute", coordinato dalla prof. Paola Saccomandi.

MEETMETONIGHT 2020

Every year since its foundation in 2005, many events organized for the European Researchers' Night mean to bring researchers closer to the wide-public. Among many others organized all over Europe, #MEETmeTONIGHT is the one in which many Italian Universities and Research Centers are involved. Held in different Italian cities, the 2020 edition of this event will be held virtually, due to the latest course of events and the new anti-Covid19 restrictions. DMEC, along with Politecnico di Milano, took part to the event to illustrate two innovative and ground-breaking research projects:

- "Virtual Reality experiences in Museums", coordinated by Prof. Marina Carulli
- "Smart optical fibers to support healthcare", coordinated by Prof. Paola Saccomandi.



STUDENTI DMEC PREMIATI DALLA FONDAZIONE UCIMU

UCIMU - Sistemi per Produrre è un'associazione italiana di produttori manifatturieri di macchine utensili, robot, prodotti per l'automazione e relativi accessori che ha deciso di premiare le migliori tesi triennali e magistrali relative al settore. La cerimonia di premiazione della 44esima edizione si è tenuta durante la fiera BIMU il 17 ottobre 2020:

- Andrea Cazzani, Orthogonal cutting force modeling of metallic feed stock - Paolo Spadari, Micromilling for enabling accurate features in hybrid extrusion-based additive manufacturing of feedstock - Luca Bernini - Prognostic and Health Management in Machine Tool Hydraulic Unit (con l'azienda Mandelli) - Claudio Francesco Angelo Cornaggia, On-line algorithms for energy efficient control of machine tools: a step towards practical implementation - Alessandro Giorgi, Nuovo banco prova per elettromandri (con l'azienda MCM)

DMEC STUDENTS AWARDED BY UCIMU FOUNDATION

UCIMU - Sistemi per Produrre is the Italian organisation of manufacturers of machine tools, robots, automation, and related accessories that decided to award the best Bachelor's and Master's thesis on this industry. On October 17th, 2020, the winners of the 44th edition have been awarded during the BIMU fair:

- Andrea Cazzani, Orthogonal cutting force modeling of metallic feed stock - Paolo Spadari, Micromilling for enabling accurate features in hybrid extrusion-based additive manufacturing of feedstock - Luca Bernini - Prognostic and Health Management in Machine Tool Hydraulic Unit (with Mandelli enterprise) - Claudio Francesco Angelo Cornaggia, On-line algorithms for energy efficient control of machine tools: a step towards practical implementation - Alessandro Giorgi, Nuovo banco prova per elettromandri (with MCM enterprise)

Publicazioni

A.Zampieri, D. Rocchi, P. Schito, C. Somaschini "Numerical-experimental analysis of the slipstream produced by a high speed train" *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 196, art. no. 104022

G.W. Scurati, M. Carulli, F. Ferrise, M. Bordegoni "Sustainable behaviour: A framework for the design of products for behaviour change" *Emotional Engineering*, Vol. 8: Emotion in the Emerging World, pp. 65-83

D. Ma, A. Esmaeili, A. Manes, C. Sbarufatti, A. Jiménez-Suárez, M. Giglio, A.M. Hamouda "Numerical study of static and dynamic fracture behaviours of neat epoxy resin" *Mechanics of Materials*, 140, art. no. 103214

C. Cantoni, M. Gobbi, G. Mastinu, A. Meschini "Brake and pneumatic wheel performance assessment - A new test rig" *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 150, art. no. 107042

N. Milan, M. Sorgato, P. Parenti, M. Annoni, G. Lucchetta "Effects of micromilled NiP mold surface topography on the optical characteristics of injection molded prismatic retroreflectors" *Precision Engineering*, 61, pp. 126-135

G. Pomaranzi, N. Daniotti, P. Schito, L. Rosa, A. Zasso "Experimental assessment of the effects of a porous double skin façade system on cladding loads" *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 196, art. no. 104019

A. Acri, S. Beretta, F. Bolzoni, C. Colombo, L.M. Vergani "Influence of manufacturing process on fatigue resistance of high strength steel bolts for connecting rods" *Engineering Failure Analysis*, 109, art. no. 104330

I. Bayati, A. Facchinetti, A. Fontanella, F. Taruffi, M. Belloli "Analysis of FOWT dynamics in 2-DOF hybrid HIL wind tunnel experiments" *Ocean Engineering*, 195, art. no. 106717

A. Montalto, S. Graziosi, M. Bordegoni, L. Di Landro, M.J.L. Van Tooren "An approach to design reconfigurable manufacturing tools to manage product variability: the mass customisation of eyewear" *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), pp. 87-102

G. Bordogna, S. Muggiasca, S. Giappino, M. Belloli, J.A. Keuning, R.H.M. Huijsmans "The effects of the aerodynamic interaction on the performance of two Flettner rotors" *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 196, art. no. 104024

H. Magalhães, F. Marques, B. Liu, P. Antunes, J. Pombo, P. Flores, J. Ambrósio, J. Piotrowski, S. Bruni "Implementation of a non-Hertzian contact model for railway dynamic application" *Multibody System Dynamics*, 48(1), pp. 41-78

L. Cheng, A. Cigada "An analytical perspective about structural damage identification based on transmissibility function" *Structural Health Monitoring*, 19(1), pp. 142-155

K. Naumenko, E. Gariboldi, R. Nizinkovskiy "Stress-regime-dependence of inelastic anisotropy in forged age-hardening aluminium alloys at elevated temperature: Constitutive modeling, identification and validation" *Mechanics of Materials*, 141, art. no. 103262

L. Fiorineschi, G. Cascini, F. Rotini, A. Tonarelli "Versatile grinder technology for the production of wood biofuels" *Fuel Processing Technology*, 197, art. no. 106217

Z. Liu, H.R. Karimi, J. Yu "Passivity-based robust sliding mode synthesis for uncertain delayed stochastic systems via state observer" *Automatica*, 111, art. no. 108596

W. Qi, G. Zong, H.R. Karimi "Sliding Mode Control for Nonlinear Stochastic Singular Semi-Markov Jump Systems" *IEEE Transactions on Automatic Control*, 65(1), art. no. 8707076, pp. 361-368

J. Zhang, X. Zhao, F. Zhu, H.R. Karimi "Reduced-Order Observer Design for Switched Descriptor Systems with Unknown Inputs" *IEEE Transactions on Automatic Control*, 65(1), art. no. 8698274, pp. 287-294

E.F. Colombo, N. Shougarian, K. Sinha, G. Cascini, O.L. de Weck "Value analysis for customizable modular product platforms: theory and case study" *Research in Engineering Design*, 31(1), pp. 123-140

H. Zhao, X. Wei, H. Zhang, H.R. Karimi "Nonlinear disturbance observer-based control for a class of discrete-time stochastic systems with multiple heterogenous disturbances" *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, 42(2), pp. 180-187

H. Taghipoor, A. Eyvazian, A. Ghiaskar, A.P. Kumar, A.M. Hamouda, M. Gobbi "Experimental and numerical study of lattice-core sandwich panels under low-speed impact" *Materials Today: Proceedings*, 27, pp. 1487-1492

A. Riboldi, G. Cornacchia, M. Gelfi, L. Borgese, A. Zacco, E. Bontempi, M.V. Boniardi, A. Casaroli, L.E. Depero, "Grain size effect in elution test of electric arc furnace slag" (2020) *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(2), art. no. 477

L. Jia, N. Becattini, G. Cascini, R. Tan "Testing ideation performance on a large set of designers: effects of analogical distance" *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 8(1), pp. 31-45

G. Cascini, Y. Nagai, J. Zelaya, G.V. Georgiev "Editorial" *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 8(1), pp. 1-2

A. Esmaeili, C. Sbarufatti, D. Ma, A. Manes, A. Jiménez-Suárez, A. Ureña, D. Dellasega, A.M.S. Hamouda "Strain and crack growth sensing capability of SWCNT reinforced epoxy in tensile and mode I fracture tests" *Composites Science and Technology*, 186, art. no. 107918

M. Zago, A.P. Moorhead, F. Bertozzi, C. Sforza, M. Tarabini, M. Galli "Maturity offset affects standing postural control in youth male soccer players" *Journal of Biomechanics*, 99, art. no. 109523

D. Chadefaux, K. Goggins, C. Cazzaniga, P. Marzaroli, S. Marelli, R. Katz, T. Eger, M. Tarabini "Development of a two-dimensional dynamic model of the foot-ankle system exposed to vibration" *Journal of Biomechanics*, 99, art. no. 109547

D. Carluccio, M. Birmingham, M.S. Dargusch, A.G. Demir, L. Caprio, B. Previtali "Selective laser melting Fe and Fe-35Mn for biodegradable implants" *International Journal of Modern Physics B*, 34(1-3), art. no. 2040034

T. Argentini, D. Rocchi, C. Somaschini "Effect of the low-frequency turbulence on the aeroelastic response of a long-span bridge in wind tunnel" *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 197, art. no. 104072

L. Patriarca, S. Beretta, S. Foletti, A. Riva, S. Parodi "A probabilistic framework to define the design stress and acceptable defects under combined-cycle fatigue conditions" *Engineering Fracture Mechanics*, 224, art. no. 106784

M. Torta, P. Albertelli, M. Monno "Surface morphology prediction model for milling operations" *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 106(7-8), pp. 3189-3201

L. Rui, E. Zappa, A. Collina "Vision-based measurement of crack generation and evolution during static testing of concrete sleepers" *Engineering Fracture Mechanics*, 224, art. no. 10671

A. Del Prete, R. Franchi, S. Cacace, Q. Semeraro "Optimization of cutting conditions using an evolutive online procedure" *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(2), pp. 481-499

N. Holjevac, F. Cheli, M. Gobbi, M. "Multi-objective vehicle optimization: Comparison of combustion engine, hybrid and electric powertrains" *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 234(2-3), pp. 469-487.

P. Haghdoost, A.L. Conte, S. Cinquemani, N. Lecis "Experimental and numerical characterization of high damping martensitic CuAlMn sheets" (2020) *Materials*, 13(3), art. no. 529

A. Cigada, M. Scaccabarozzi, E. Zappa, B. Mörlin Visconti Castiglione "Critical measurement issues in the use of wire potentiometers for the structural health monitoring of slender structures: the case of the Duomo di Milano main spire" (2020) *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, 10(1), pp. 119-134

J. Fiocchi, C.A. Biffi, D. Scaccabarozzi, B. Saggin, A. Tuissi "Enhancement of the Damping Behavior of Ti<inf>6</inf>Al<inf>4</inf>V Alloy through the Use of Trabecular Structure Produced by Selective Laser Melting" (2020) *Advanced Engineering Materials*, 22(2), art. no. 1900722

J. Marconi, E. Riva, M. Di Ronco, G. Cazzulani, F. Braghin, M. Ruzzene "Experimental Observation of Nonreciprocal Band Gaps in a Space-Time-Modulated Beam Using a Shunted Piezoelectric Array" *Physical Review Applied*, 13(3), art. no. 031001

R. Casati "New challenges for additive manufacturing [Nuove sfide per la manifattura additiva]" *Metallurgia Italiana*, 112(2), pp. 4-5

W. Abuzaid, L. Patriarca "A study on slip activation for a coarse-grained and single crystalline CoCrNi medium entropy alloy" *Intermetallics*, 117, art. no. 106682

C.A. Biffi, J. Fiocchi, A. Tuissi, A. Tridello, G. Chianfussi, M. Rossetto, D.S. Paolino, C. Colombo, L.M. Vergani "Development of specific heat treatments for aluminum alloys produced by SLM: Effect on residual stresses and fatigue strength [Sviluppo di trattamenti termici specifici per leghe di alluminio prodotte per SLM: Effetto su tensioni residue e resistenza a fatica]" *Metallurgia Italiana*, 112(2), pp. 38-45

D. Scaccabarozzi, B. Saggin, R. Somaschini, M. Magni, P. Valnegri, F. Esposito, C. Molfese, F. Cozzolino, G. Mongelluzzo "MicroMED- Optical Particle Counter: From Design to Flight Model" *Sensors (Switzerland)*, 20(3), art. no. 611

D. Carluccio, C. Xu, J. Venezuela, Y. Cao, D. Kent, M. Birmingham, A.G. Demir, B. Previtali, Q. Ye, M. Dargusch "Additively manufactured iron-manganese for biodegradable porous load-bearing bone scaffold applications" *Acta Biomaterialia*, 103, pp. 346-360

N. Wang, H.R. Karimi "Successive Waypoints Tracking of an Underactuated Surface Vehicle" *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 16(2), art. no. 8736351, pp. 898-908

- F. Vicentini, M. Askarpour, M.G Rossi, D. Mandrioli "Safety Assessment of Collaborative Robotics through Automated Formal Verification" IEEE Transactions on Robotics, 36(1), art. no. 8844289, pp. 42-61
- W. Qi, G. Zong, H.R. Karimi "Finite-Time Observer-Based Sliding Mode Control for Quantized Semi-Markov Switching Systems with Application" IEEE Transactions on Industrial Informatics, 16(2), art. no. 8862909, pp. 1259-1271
- Z. Liu, J. Yu, H.R. Karimi "Adaptive H_{∞} sliding mode control of uncertain neutral-type stochastic systems based on state observer" International Journal of Robust and Nonlinear Control, 30(3), pp. 1141-1155
- L. Baresi, M.M. Bersani, F. Marconi, G. Quattrocchi, M. Rossi "Using formal verification to evaluate the execution time of Spark applications" Formal Aspects of Computing, 32(1), pp. 33-70
- M. Colombo, R.H. Buzolin, E. Gariboldi, L. Rovatti, R. Vallant, C. Sommitsch "Effects of Er and Zr Additions on the As-Cast Microstructure and on the Solution-Heat-Treatment Response of Innovative Al-Si-Mg-Based Alloys" Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science, 51(2), pp. 1000-1011
- E. Zappa, R. Liu, L. Trainelli, A. Rolando, P. Cordisco, M. Terraneo, M. Redaelli "A Vision-Based Technique for in-Flight Measurement of Helicopter Blade Motion" (2020) Experimental Techniques, 44(1)
- P.E. Todmal, S. Melzi "Crank-Lever Electromagnetic Damper (CLEMD) Design for Automobile Suspension System" SAE International Journal of Passenger Cars - Mechanical Systems, 13(1)
- X.F. Sánchez-Romate, C. Sbarufatti, M. Sánchez, A. Bernasconi, D. Scaccabarozzi, F. Libonati, S. Cinquemani, A. Güemes, A. Ureña "Fatigue crack growth identification in bonded joints by using carbon nanotube doped adhesive films" Smart Materials and Structures, 29(3), art. no. 035032
- L. Caprio, A.G. Demir, G. Chiari, B. Previtali "Defect-free laser powder bed fusion of Ti-48Al-2Cr-2Nb with a high temperature inductive preheating system" JPhys Photonics, 2(2), art. no. 024001
- F. Ballo, M. Gobbi, G. Mastinu, G. Previati "Thin-walled tubes under torsion: multi-objective optimal design" Optimization and Engineering, 21(1)
- L. Caprio, A.G. Demir, B. Previtali, B.M. Colosimo "Determining the feasible conditions for processing lunar regolith simulant via laser powder bed fusion" Additive Manufacturing, 32, art. no. 101029
- K. Rane, S. Petrò, M. Strano "Evolution of porosity and geometrical quality through the ceramic extrusion additive manufacturing process stages" (2020) Additive Manufacturing, 32, art. no. 101038
- M. Baur, P. Albertelli, M. Monno "A review of prognostics and health management of machine tools" International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 107(5-6), pp. 2843-2863
- D. Ma, M. Giglio, A. Manes "An investigation into mechanical properties of the nanocomposite with aligned CNT by means of electrical conductivity" Composites Science and Technology, 188, art. no. 107993
- B.M. Colosimo, E. Grossi, F. Caltanissetta, M. Grasso "Penelope: A Novel Prototype for In Situ Defect Removal in LPBF" JOM, 72(3), pp. 1332-1339.
- J. Fiocchi, C.A. Biffi, C. Colombo, L.M. Vergani, A. Tuissi "Ad Hoc Heat Treatments for Selective Laser Melted AlSi10Mg Alloy Aimed at Stress-Relieving and Enhancing Mechanical Performances" JOM, 72(3), pp. 1118-1127
- A. Alfieri, A. Matta, E. Pastore "The time buffer approximated Buffer Allocation Problem: A row-column generation approach" Computers and Operations Research, 115, art. no. 104835
- M.T.D. Giovanni, J.T.O.D. Menezes, E. Cerri, E.M. Castrodeza, "Influence of microstructure and porosity on the fracture toughness of Al-Si-Mg alloy" Journal of Materials Research and Technology, 9(2), pp. 1286-1295
- M. Colombo, M. Albu, E. Gariboldi, F. Hofer "Microstructural changes induced by Er and Zr additions to A356 alloy investigated by thermal analyses and STEM observations" Materials Characterization, 161, art. no. 110117
- J. Marconi, P. Tiso, F. Braghin "A nonlinear reduced order model with parametrized shape defects" Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 360, art. no. 112785
- G. Mastinu, D. Biggio, F. Della Rossa, M. Fainello "Straight running stability of automobiles: experiments with a driving simulator" Nonlinear Dynamics, 99(4), pp. 2801-2818
- X. Meng, Y. Kao, H.R. Karimi, C. Gao "Global Mittag-Leffler stability for fractional-order coupled systems on network without strong connectedness" Science China Information Sciences, 63(3), art. no. 132201
- B. Fu, R.L. Giossi, R. Persson, S. Stichel, S. Bruni, R. Goodall "Active suspension in railway vehicles: a literature survey" Railway Engineering Science, 28(1), pp. 3-35
- C. Messina, L.P. Piodi, L. Rinaudo, C. Buonomenna, L.M. Sconfienza, L. Vergani, F.M. Ulivieri "Reproducibility of DXA-based bone strain index and the influence of body mass: an in vivo study" Radiologia Medica, 125(3), pp. 313-318
- C. Yang, W. Gui, Z. Chen, J. Zhang, T. Peng, C. Yang, H.R. Karimi, S.X. Ding "Voltage Difference Residual-Based Open-Circuit Fault Diagnosis

Approach for Three-Level Converters in Electric Traction Systems" IEEE Transactions on Power Electronics, 35(3), art. no. 8744398, pp. 3012-3028

F. Taruffi, A. Fontanella, S. Muggiasca, S. Di Carlo, M. Belloli "Numerical design of a wind observer and feedforward control of wind turbines" Journal of Physics: Conference Series, 1452(1), art. no. 012003

P. Antunes, J. Ambrósio, J. Pombo, A. Facchinetti "A new methodology to study the pantograph-catenary dynamics in curved railway tracks" Vehicle System Dynamics, 58(3), pp. 425-452

M. Zago, M. Luzzago, T. Marangoni, M. De Cecco, M. Tarabini, M. Galli "3D Tracking of Human Motion Using Visual Skeletonization and Stereoscopic Vision" Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 8, art. no. 181

A. Bernasconi, R.A.A. Lima, S. Cardamone, R.B. Campbell, A.H. Slocum, M. Gigli "Effect of temperature on cohesive modelling of 3M Scotch-Weld™ 7260 B/A epoxy adhesive" Journal of Adhesion, 96(1-4), pp. 437-460

Z. Wu, B. Jiang, H.R. Karimi "A logarithmic descent direction algorithm for the quadratic knapsack problem" Applied Mathematics and Computation, 369, art. no. 124854

A. Rivolta, R. Gerosa, F. Tavasci "Heat treatment and impact toughness of the f55-grade steel" Materials Performance and Characterization, 9(1), pp. 126-138

A. Gruttadauria, S. Barella, C. Mapelli, D. Mombelli "Influence of different soaking times at 1050 °C on the U_T response due to microstructure evolution of 2205 duplex stainless steel" Metals, 10(4), art. no. 503

M. Grasso, G. Valsecchi, B.M. Colosimo "Powder bed irregularity and hot-spot detection in electron beam melting by means of in-situ video imaging" Manufacturing Letters, 24, pp. 47-51

C. Yu, A. Matta, Q. Semeraro "Group decision making in manufacturing systems: An approach using spatial preference information and indifference zone" Journal of Manufacturing Systems, 55, pp. 109-125

G. Lugaresi, E. Lanzarone, N. Frigerio, A. Matta "A robust cardinality-constrained model to address the machine loading problem" Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 62, art. no. 101883

L. Mazzoleni, A.G. Demir, L. Caprio, M. Pacher, B. Previtali "Real-Time Observation of Melt Pool in Selective Laser Melting: Spatial, Temporal, and Wavelength Resolution Criteria" IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 69(4), art. no. 8694818, pp. 1179-1190

S. Bruni "Special issue on -Contact Mechanics 2018-" Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 234(4), p. 361

K. Rane, T. Barriere, M. Strano "Role of elongational viscosity of feedstock in extrusion-based additive manufacturing of powder-binder mixtures" International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 107(11-12), pp. 4389-4402

F. Rossi, C. Mele, M. Boniardi, B. Bozzini "Electrodeposition of Zinc from Alkaline Electrolytes Containing Quaternary Ammonium Salts and Ionomers: Impact of Cathodic-Anodic Cycling Conditions" ChemElectroChem, 7(7), pp. 1752-1764

Z. Cao, Y. Niu, H.R. Karimi "Sliding mode control of automotive electronic valve system under weighted try-once-discard protocol" Information Sciences, 515, pp. 324-340

D. Yang, G. Zong, H.R. Karimi "H ∞ Refined Antidisturbance Control of Switched LPV Systems with Application to Aero-Engine" IEEE Transactions on Industrial Electronics, 67(4), art. no. 8701605, pp. 3180-3190

S. Romano, P.D. Nezhadfar, N. Shamsaei, M. Seifi, S. Beretta, "High cycle fatigue behavior and life prediction for additively manufactured 17-4 PH stainless steel: Effect of sub-surface porosity and surface roughness" Theoretical and Applied Fracture Mechanics, 106, art. no. 102477

B. Jiang, H.R. Karimi, Y. Kao, C. Gao "Takagi-Sugeno Model Based Event-Triggered Fuzzy Sliding-Mode Control of Networked Control Systems with Semi-Markovian Switchings" IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 28(4), art. no. 8701657, pp. 673-683

J.M. De Ponti, E. Riva, R. Ardito, F. Braghin, A. Corigliano "Wide low frequency bandgap in imperfect 3D modular structures based on modes separation" (2020) Mechanics Research Communications, 105, art. no. 103512

F. Palacios-Quiñonero, J. Rubió-Massegú, J.M. Rossell, H.R. Karimi, "Distributed passive actuation schemes for seismic protection of multibuilding systems" Applied Sciences (Switzerland), 10(7), art. no. 2383

T. F. Ding, M. F. Ge, Z. W. Liu, Y.W. Wang, H.R. Karimi "Discrete-Communication-Based Bipartite Tracking of Networked Robotic Systems via Hierarchical Hybrid Control" IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers, 67(4), art. no. 8956057, pp. 1402-1412

K. Jiang, H. Zhang, H.R. Karimi, J. Lin, L. Song "Simultaneous input and state estimation for integrated motor-transmission systems in a controller area network environment via an adaptive unscented kalman filter" IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 50(4), art. no. 8288812, pp. 1570-1579

M.J. Mirzaali, F. Libonati, C. Böhm, L. Rinaudo, B.M. Cesana, F.M. Ulivieri, L. Vergani "Fatigue-caused damage in trabecular bone from clinical, morphological and mechanical perspective" International Journal of Fatigue, 133, art. no. 105451

- G. Cascini, Y. Nagai, J. Zelaya, G.V. Georgiev Editorial (2020) *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 8 (2), p. 69
- J. O'Hare, E. Dekoninck, M. Mombeshora, P. Martens, N. Becattini, J.F. Boujut "Defining requirements for an Augmented Reality system to overcome the challenges of creating and using design representations in co-design sessions" *CoDesign*, 16 (2), pp. 111-134
- M.M. Bersani, M. Rossi, P. San Pietro "On the initialization of clocks in timed formalisms" (2020) *Theoretical Computer Science*, 813, pp. 175-198
- A. Di Gerlando, M. Gobbi, G. Mastinu, A. Miotto "Electric Motor for Brakes-Optimal Design" (2020) *SAE Technical Papers*, 2020-April (April)
- E. Riva, M. Di Ronco, A. Elabd, G. Cazzulani, F. Braghin "Non-reciprocal wave propagation in discretely modulated spatiotemporal plates" *Journal of Sound and Vibration*, 471, art. no. 115186
- G. Belingardi, A. Bernasconi, M. Chessari, S. MacCarinelli, G. Mastinu, G. Previati, A. Scattina, E. Spini "A McPherson Lightweight Suspension Arm" *SAE Technical Papers*, 2020-April
- D. Gregori, R. Scazzosi, S.G. Nunes, S.C. Amico, M. Giglio, A. Manes, "Analytical and numerical modelling of high-velocity impact on multilayer alumina/aramid fiber composite ballistic shields: Improvement in modelling approaches" *Composites Part B: Engineering*, 187, art. no. 107830
- M. Carboni, A. Collina, E. Zappa "An acoustic emission-based approach to structural health monitoring of pre-stressed concrete railway sleepers" *Insight: Non-Destructive Testing and Condition Monitoring*, 62 (5), pp. 280-291
- B.M. Colosimo, S. Cavalli, M. Grasso, "A cost model for the economic evaluation of in-situ monitoring tools in metal additive manufacturing" *International Journal of Production Economics*, 223, art. no. 10753
- D. Cristiani, L. Colombo, W. Zielinski, C. Sbaruffati, F. Cadini, M. Dziendzikowski, M. Giglio "On the evaluation of a coupled sequential approach for rotorcraft landing simulation" *Sensors (Switzerland)*, 20 (9), art. no. 2540
- L. Xu, P. Pennacchi, S. Chatterton "A new method for the estimation of bearing health state and remaining useful life based on the moving average cross-correlation of power spectral density" *Mechanical Systems and Signal Processing*, 139, art. no. 106617
- S. Turrisi, E. Zappa, A. Cigada, T. Hotzer "Large structures natural frequencies estimation using a limited number of sensors" *I2MTC 2020 - International Instrumentation and Measurement Technology Conference, Proceedings*, art. no. 9129009
- M.G. Scaramuccia, A.G. Demir, L. Caprio, O. Tassa, O., Previtali, B. "Development of processing strategies for multigraded selective laser melting of Ti6Al4V and IN718" *Powder Technology*, 367, pp. 376-389
- A. Armillotta, "Selection of parameters in cost-tolerance functions: review and approach" *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 108 (1-2), pp. 167-182
- F. Libonati, A.E. Vellwock, F. El Louizi, R. Hoffmann, C. Colombo, G. Ziegmann, L. Vergani "Squeeze-winding: A new manufacturing route for biomimetic fiber-reinforced structures" *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 132, art. no. 105839
- A.L. Ramirez-Ledesma, P. Roncagliolo-Barrera, C. Paternoster, R. Casati, H. Lopez, M. Vedani, D. Mantovani "Microstructural precipitation evolution and in vitro degradation behavior of a novel chill-cast zn-based absorbable alloy for medical applications" *Metals*, 10 (5), art. no. 586
- S. Bagherifard, A. Heydari Astarae, M. Locati, A. Nawaz, S. Monti, J. Kondás, R. Singh, M. Guagliano "Design and analysis of additive manufactured bimodal structures obtained by cold spray deposition" *Additive Manufacturing*, 33, art. no. 101131
- G. Cascini, F. Montagna "Design computing and cognition" *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing: AIEDAM*, 34 (2), pp. 128-131
- S. Paganoni, E. Zappa, S. Turrisi "Classification reliability of 3D shapes using neural networks in case of partial and noisy models" *I2MTC 2020 - International Instrumentation and Measurement Technology Conference, Proceedings*, art. no. 9128469
- L. Fiorineschi, N. Becattini, Y. Borgianni, F. Rotini "Testing a new structured tool for supporting requirements' formulation and decomposition" *Applied Sciences (Switzerland)*, 10 (9), art. no. 3259
- C. Menghi, M.M. Bersani, M. Rossi, P.S. Pietro "Model Checking MITL Formulae on Timed Automata: A Logic-based Approach" *ACM Transactions on Computational Logic*, 21 (3), art. no. 26
- W. Qi, G. Zong, H.R. Karimi "Sliding Mode Control for Nonlinear Stochastic Semi-Markov Switching Systems with Application to SRMM" *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 67 (5), art. no. 8733210, pp. 3955-3966
- S. Bruni, J.P. Meijaard, G. Rill, A.L. Schwab "State-of-the-art and challenges of railway and road vehicle dynamics with multibody dynamics approaches" *Multibody System Dynamics*, 49 (1)
- S. Loffredo, C. Paternoster, N. Giguère, M. Vedani, D. Mantovani "Effect of Silver on Corrosion Behavior of Plastically Deformed Twinning-Induced Plasticity Steel for Biodegradable Stents" *JOM*, 72 (5), pp. 1892-1901
- J. Na, H.R. Karimi, C. Hu, Y. Qin, H. Du "Guest editorial: AI applications to intelligent vehicles for advancing intelligent transport systems" *IET Intelligent Transport Systems*, 14 (5), pp. 267-269

- B. Jiang, H.R. Karimi "Further criterion for stochastic stability analysis of semi-Markovian jump linear systems" *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 30 (7), pp. 2689-2700
- M. Gatto, E. Bertuzzo, L. Mari, S. Miccoli, L. Carraro, R. Casagrandi, A. Rinaldo "Spread and dynamics of the COVID-19 epidemic in Italy: Effects of emergency containment measures" *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117 (19), pp. 10484-10491
- M. Berardengo, J. Høgsberg, S. Manzoni, M. Vanali, A. Brandt, T. Godi "LRLC-shunted piezoelectric vibration absorber" (2020) *Journal of Sound and Vibration*, 474, art. no. 115268
- O. El Beshbichi, C. Wan, S. Bruni, E. Kassa "Complex eigenvalue analysis and parameters analysis to investigate the formation of railhead corrugation in sharp curves" *Wear*, 450-451, art. no. 203150
- E. Mossali, N. Picone, L. Gentilini, O. Rodriguez, J.M. Pérez, M. Colledani "Lithium-ion batteries towards circular economy: A literature review of opportunities and issues of recycling treatments" *Journal of Environmental Management*, 264, art. no. 110500
- C. Colombo, C.A. Biffi, J. Fiocchi, D. Scaccabarozzi, B. Saggin, A. Tuissi, L.M. Vergani "Modulating the damping capacity of SLMed AISi10Mg trough stress-relieving thermal treatments" *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 107, art. no. 102537
- L. Patriarca, S. Foletti, S. Beretta, A. Riva "A low-cycle fatigue life prediction model for Alloy625 arc wire welding repairs of gas turbine blades" *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 107, art. no. 102558
- M. Gobbi, F. Comolli, F.M. Ballo, G. Mastinu "Measurement data obtained by an instrumented steering wheel for driver model development" *Data in Brief*, 30, art. no. 105485
- S. Petró, G. Moroni "3D Identification of Face and Flank in Micro-mills for Automatic Measurement of Rake Angle" *Nanomanufacturing and Metrology*, 3 (2), pp. 151-163
- F. Zanelli, F. Castelli-Dezza, D. Tarsitano, M. Mauri, M.L. Bacci, G. Diana, "Sensor Nodes for Continuous Monitoring of Structures Through Accelerometric Measurements" *2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, MetroInd 4.0 and IoT 2020 - Proceedings*, art. no. 9138286, pp. 152-157
- V. Marcotuli, S. Marelli, R. Casartelli, D. Scaccabarozzi, B. Saggin, M. Tarabini "Compensation of Temperature Effects on an Automatic System for Diameter Measurement" *2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, MetroInd 4.0 and IoT 2020 - Proceedings*, art. no. 9138279, pp. 283-287
- D. Scaccabarozzi, M. Magni, B. Saggin, M. Tarabini, C. Cioffi, S. Nasatti "Measurement method for quality control of cylinders in roll-to-roll printing machines" *Machines*, 8 (2), art. no. 16
- L.L. Micoli, G. Caruso, G. Guidi "Design of digital interaction for complex museum collections" *Multimodal Technologies and Interaction*, 4 (2), art. no. 31, pp. 1-20
- S. Kuriakose, S. Cataldo, P. Parenti, M. Annoni "Debinding and presintering of high aspect ratio micro-lumen tubes produced by extrusion of 17-4PH feedstock" *Journal of Micro and Nano-Manufacturing*, 8 (2), art. no. 024506-1
- S. Ambrosini, I. Bayati, A. Facchinetti, M. Belloli "Methodological and technical aspects of a two-degrees-of-freedom hardware-in-the-loop setup for wind tunnel tests of floating systems" *Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, Transactions of the ASME*, 142 (6), art. no. 61002
- V. Marcotuli, N. Lal, D. Scaccabarozzi, M. Tarabini "A Vision-based Measurement System for Semi-Finished Cylindrical Geometries" *2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, MetroInd 4.0 and IoT 2020 - Proceedings*, art. no. 9138254, pp. 288-292
- A. Mardalizad, T. Saksala, A. Manes, M. Giglio "Numerical modeling of the tool-rock penetration process using FEM coupled with SPH technique" *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 189, art. no. 107008
- D. Marchisotti, P. Marzaroli, R. Sala, M. Sculati, H. Giberti, M. Tarabini, "Automatic measurement of hand dimensions using consumer 3D cameras" *Acta IMEKO*, 9 (2), pp. 75-82
- G. Lorenzini, F. Conti, G.R.M. Parenti, D. Scaccabarozzi, M. Roveri, M. Tarabini "Prototyping and Metrological Characterization of a Data Acquisition and Processing System Based on Edge Computing" *2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, MetroInd 4.0 and IoT 2020 - Proceedings*, art. no. 9138188, pp. 162-166
- M.C. Magnanini, T. Tolio "Switching- and hedging- point policy for preventive maintenance with degrading machines: application to a two-machine line" *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 32 (2), pp. 241-271
- D.M. Fabris, R. Sala, T. Marco "3DOPE-DL: Accuracy Evaluation of a Deep Learning Framework for 3D Object Pose Estimation" *2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, MetroInd 4.0 and IoT 2020 - Proceedings*, art. no. 9138271, pp. 384-389
- H. Giberti, M. Carnevale, M. Boccione "A power recirculating test rig for ball screws: A new perspective for endurance tests" *Machines*, 8 (2), art. no. 18
- S. Colnago, M. Mauri, S. Carmeli, L. Piegari "Cost and efficiency analysis of different powertrain architectures for fuel cell electric vehicles" *2020 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, SPEEDAM 2020*, art. no. 9161889, pp. 275-280

- A. Lavatelli, R. Balcaen, E. Zappa, D. Debruyne "An Experimental Investigation on Uncertainty in Measuring Vibration Deflection Shapes with Digital Image Correlation" *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 69(6), art. no. 8767035, pp. 2826-2836
- X. Li, Y. Tang, H.R. Karimi "Consensus of multi-agent systems via fully distributed event-triggered control" *Automatica*, 116, art. no. 108898
- J.M.G. Smith, H. Tempelmeier, M. Di-Mascolo, T. Tolio "Preface for the special issue on stochastic models of manufacturing and service operations" *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 32(2), pp. 237-240
- Y. Wang, H.R. Karimi, H.K. Lam, H. Yan "Fuzzy output tracking control and filtering for nonlinear discrete-time descriptor systems under unreliable communication links" *IEEE Transactions on Cybernetics*, 50(6), art. no. 8737862, pp. 2369-2379
- H. Ren, H.R. Karimi, R. Lu, Y. Wu "Synchronization of Network Systems via Aperiodic Sampled-Data Control with Constant Delay and Application to Unmanned Ground Vehicles" *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 67(6), art. no. 8771373, pp. 4980-4990
- A. Esmaeili, C. Sbarufatti, A. Jiménez-Suárez, A. Ureña, A.M.S. Hamouda "A comparative study of the incorporation effect of SWCNT-OH and DWCNT with varied microstructural defects on tensile and impact strengths of epoxy based nanocomposite" *Journal of Polymer Research*, 27(6), art. no. 152
- M. Tarabini, D. Magnani, H. Giberti, G. Gianola, P. Marzaroli, S. Marelli "Test bench for the measurement of scissors' cutting torque" 2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, MetroInd 4.0 and IoT 2020 - Proceedings, art. no. 9138284, pp. 413-417
- D. Paloschi, S. Korganbayev, K. Bronnikov, A. Wolf, A. Dostovalov, P. Saccomandi "Transformation matrices for 3D shape sensing with polyimide-coated multicore optical fiber" 2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, MetroInd 4.0 and IoT 2020 - Proceedings, art. no. 9138221, pp. 250-254
- S. Korganbayev, R. Pini, A. Orrico, A. Wolf, A. Dostovalov, P. Saccomandi "Towards temperature-controlled laser ablation based on fiber Bragg grating array temperature measurements" 2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, MetroInd 4.0 and IoT 2020 - Proceedings, art. no. 9138171, pp. 268-272
- M.D. Landro, M. Barberio, E. Felli, V. Agnus, M. Pizzicannella, M. Diana, M., P. Saccomandi "Hyperspectral imaging system for monitoring laser-induced thermal damage in gastric mucosa" *IEEE Medical Measurements and Applications, MeMeA 2020 - Conference Proceedings*, art. no. 9137230
- A. Riboldi, L. Borgese, I. Vassalini, G. Cornacchia, M. Gelfi, M.V. Boniardi, A. Casaroli, L.E. Depero "Micro-Raman spectroscopy investigation of crystalline phases in EAF slag" *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(12), art. no. 4115, p. 4115
- F. Sorgini, G.A. Farulla, N. Lukic, I. Danilov, L. Roveda, M. Milivojevic, T.B. Pulikottil, M.C. Carrozza, P. Prinetto, T. Tolio, C.M. Oddo, P.B. Petrovic, B. Bojovic "Tactile sensing with gesture-controlled collaborative robot" 2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, MetroInd 4.0 and IoT 2020 - Proceedings, art. no. 9138183, pp. 364-368
- A. Bernasconi, M. Carboni, R. Ribani, "On the combined use of Digital Image Correlation and Micro Computed Tomography to measure fibre orientation in short fibre reinforced polymers" *Composites Science and Technology*, 195, art. no. 108182
- C. Catania Bortolan, C. Paternoster, S. Turgeon, C. Paoletti, M. Cabibbo, N. Lecis, D. Mantovani "Plasma-immersion ion implantation surface oxidation on a cobalt-chromium alloy for biomedical applications" *Biointerphases*, 15(4), p. 041004
- Z. Sajedi, R. Casati, M.C. Poletti, M. Skalon, M. Vedani "Thermal fatigue testing of laser powder bed fusion (L-PBF) processed AISi7Mg alloy in presence of a quasi-static tensile load" *Materials Science and Engineering A*, 789, art. no. 139617
- M. Askarpour, M. Rossi, O. Tiryakiler "Co-simulation of human-robot collaboration: From temporal logic to 3d simulation" *Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science, EPTCS*, 319, pp. 1-8
- G. Cascini, Y. Nagai, G.V. Georgiev, J. Zelaya "What can we learn from COVID-19 pandemic for design creativity research?" *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 8(3), pp. 141-143
- G. Diana, S. Stoyanoff, K. Aas-Jakobsen, A. Allsop, M. Andersen, T. Argenti, M. Cid Montoya, S. Hernández, J.Á. Jurado, H. Katsuchi, I. Kavrakov, H.K. Kim, G. Larose, A. Larsen, G. Morgenthal, O. Øiseth, S. Omarini, D. Rocchi, M. Svendsen, T. Wu "IABSE Task Group 3.1 Benchmark Results. Part 2: Numerical Analysis of a Three-Degree-of-Freedom Bridge Deck Section Based on Experimental Aerodynamics" *Structural Engineering International*, 30(3), pp. 411-420
- G. Diana, S. Stoyanoff, K. Aas-Jakobsen, A. Allsop, M. Andersen, T. Argenti, M. Cid Montoya, S. Hernández, J.Á. Jurado, H. Katsuchi, I. Kavrakov, H.K. Kim, G. Larose, A. Larsen, G. Morgenthal, O. Øiseth, S. Omarini, D. Rocchi, M. Svendsen, T. Wu, "IABSE Task Group 3.1 Benchmark Results. Part 1: Numerical Analysis of a Two-Degree-of-Freedom Bridge Deck Section Based on Analytical Aerodynamics" *Structural Engineering International*, 30(3), pp. 401-410
- P. Schito, C. Somaschini, G. Tomasini, D. Rocchi "Aerovehicles 3" *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 202, art. no. 104262



- F. Zanardi, C. Mapelli, S. Barella "Reclassification of Spheroidal Graphite Ductile Cast Irons Grades According to Design Needs" *International Journal of Metalcasting*, 14(3), pp. 622-655
- A. Gilioli, A. Manes, M. Giglio "Calibration of the material parameters of a CFRP laminate for numerical simulations" *Journal of Composite Materials*, 54(17), pp. 2313-2326
- J. Rong, S. Arrigoni, N. Luan, F. Braghin "Attention-based Sampling Distribution for Motion Planning in Autonomous Driving" *Chinese Control Conference, CCC, 2020-July*, art. no. 9189020, pp. 5671-5676
- N. Becattini, Y. Borgianni, G. Cascini, F. Rotini "Investigating users' reactions to surprising products" *Design Studies*, 69, art. no. 100946
- E. Riva, V. Casieri, F. Resta, F. Braghin "Adiabatic pumping via avoided crossings in stiffness-modulated quasiperiodic beams" *Physical Review B*, 102(1), art. no. 014305
- V. Finazzi, A.G. Demir, C.A. Biffi, F. Migliavacca, L. Petrini, B. Previtali "Design and functional testing of a novel balloon-expandable cardiovascular stent in CoCr alloy produced by selective laser melting" *Journal of Manufacturing Processes*, 55, pp. 161-173
- D. Carluccio, A.G. Demir, M.J. Bermingham, M.S. Dargusch "Challenges and Opportunities in the Selective Laser Melting of Biodegradable Metals for Load-Bearing Bone Scaffold Applications" *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*, 51(7), pp. 3311-3334
- A.A.X. Silva, J.A. Souza, A. Manes, S.C. Amico "In-plane Permeability and Mechanical Properties of R-Glass/Aramid Hybrid Composites" *Journal of Materials Engineering and Performance*, 29(7), pp. 4484-4492
- R. Yang, Y. Yu, J. Sun, H.R. Karimi "Event-based networked predictive control for networked control systems subject to two-channel delays" *Information Sciences*, 524, pp. 136-147
- Z. Du, Y. Kao, H.R. Karimi, X. Zhao "Interval Type-2 Fuzzy Sampled-Data \mathcal{H}_∞ Control for Nonlinear Unreliable Networked Control Systems" *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 28(7), art. no. 8691803, pp. 1434-1448
- A. Esmaeili, C. Sbarufatti, A. Jiménez-Suárez, A. Ureña, A.M. Hamouda "Piezoresistive characterization of epoxy based nanocomposites loaded with SWCNTs-DWCNTs in tensile and fracture tests" *Polymer Composites*, 41(7), pp. 2598-2609
- M.M. Bersani, M. Soldo, C. Menghi, P. Pelliccione, M. Rossi "PuRSUE -from specification of robotic environments to synthesis of controllers" *Formal Aspects of Computing*, 32(2-3), pp. 187-227
- L. Lestingi, M. Askarpour, M. Mbersani, M. Rossi "Statistical model checking of human-robot interaction scenarios" *Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science, EPTCS*, 319, pp. 9-17
- M. Belloli, I. Bayati, A. Facchinetti, A. Fontanella, H. Giberti, F. La Mura, F. Taruffi, A. Zasso "A hybrid methodology for wind tunnel testing of floating offshore wind turbines" *Ocean Engineering*, 210, art. no. 107592
- M. Hamidi Nasab, S. Romano, D. Gastaldi, S. Beretta, M. Vedani "Combined effect of surface anomalies and volumetric defects on fatigue assessment of AISi7Mg fabricated via laser powder bed fusion" (2020) *Additive Manufacturing*, 34, art. no. 100918
- D. Regazzi, S. Cantini, S. Cervello, S. Foletti, A. Pourheidar, S. Beretta "Improving fatigue resistance of railway axles by cold rolling: Process optimisation and new experimental evidences" (2020) *International Journal of Fatigue*, 137, art. no. 105603
- D. Liu, G. Marita Tomasini, D. Rocchi, F. Cheli, Z. Lu, M. Zhong "Correlation of car-body vibration and train overturning under strong wind conditions" *Mechanical Systems and Signal Processing*, 142, art. no. 106743
- N. Debattisti, M.L. Bacci, S. Cinquemani "Distributed wireless-based control strategy through Selective Negative Derivative Feedback algorithm" *Mechanical Systems and Signal Processing*, 142, art. no. 106742
- G. Lugaresi, V.V. Alba, A. Matta "An Internet of Things Architecture for Lab-scale Prototypes of Real-Time Simulation" *IEEE International Conference on Automation Science and Engineering, 2020-August*, art. no. 9216980, pp. 226-231
- L. Liu, R. Corradi, F. Ripamonti, Z. Rao "Data on the flexural vibration of thin plate with elastically restrained edges: Finite element method and wave based method simulations" *Data in Brief*, 31, art. no. 105883

W. Ji, J. Qui, H.R. Karimi "Fuzzy-Model-Based Output Feedback Sliding-Mode Control for Discrete-Time Uncertain Nonlinear Systems" IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 28(8), art. no. 8715456, pp. 1519-1530

D. Carluccio, A.G. Demir, M.J. Bermingham, M.S. Dargusch - Correction to "Challenges and Opportunities in the Selective Laser Melting of Biodegradable Metals for Load-Bearing Bone Scaffold Applications (Metallurgical and Materials Transactions A, (2020), 51, 7, (3311-3334), 10.1007/s11661-020-05796-z)" Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science, 51(8), pp. 4327-4328

R. Longo, P. Nicastrò, M. Natalini, P. Schito, R. Mereu, A. Parente "Impact of urban environment on Savonius wind turbine performance: A numerical perspective" Renewable Energy, 156, pp. 407-422

F. Berto, J. Torgersen, M. Benedetti, S. Bagherifard, C. Bo, G. Qian, "Special issue ESIAM19 theoretical and applied fracture mechanics" Theoretical and Applied Fracture Mechanics, 108, art. no. 102616

L. Massari, E. Schena, C. Massaroni, P. Saccomandi, A. Menciassi, E. Sinibaldi, C.M. Oddo "A Machine-Learning-Based Approach to Solve Both Contact Location and Force in Soft Material Tactile Sensors" Soft Robotics, 7(4), pp. 409-420

X. Chen, X. Tan, G. Berselli, X. Chen, G. Clayton, S. Jeon, H.R. Karimi, S. Katsura, J. Kober, C.C. Lan, A. Leonessa, Z. Li, G. Liu, D. Oeromo, K. Oldham, Y.J. Pan, T. Shimono, Z. Sun, M. Tavakoli, J. Ueda, H. Vallery, Q. Xu, J. Yi, L. Zhang, L. Zuo "Guest Editorial: Focused Section on Inaugural Edition of TMECH/AIM Emerging Topics" IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 25(4), art. no. 9166906, pp. 1695-1697

F. Concli, L. MacCioni, C. Gorla "Development of a computational fluid dynamics simulation tool for lubrication studies on cycloidal gear sets" International Journal of Computational Methods and Experimental Measurements, 8(3), pp. 220-232

C. Somaschini, D. Rocchi, P. Schito, G. Tomasin "A new methodology for assessing the actual number of impacts due to the ballast-lifting phenomenon" Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 234(8), pp. 847-858

M. Vignati, E. Sabbioni "Force-based braking control algorithm for vehicles with electric motors" Vehicle System Dynamics, 58(9), pp. 1348-1366

P.V. Dang, S. Chatterton, P. Pennacchi "Static characteristics of a tilting five-pad journal bearing with an asymmetric geometry" Actuators, 9(3), art. no. 89

M.L. Bacci, F.L. Mapelli, S. Mossina, D. Tarsitano, M. Vignati "Wide-speed range sensorless control of an ipm motor for multi-purpose applications" Inventions, 5(3), art. no. 24

F. Morra, M. De Landro, S. Korganbayev, A. Wolf, A. Dostovalov, A. Cigada, P. Saccomandi "Spatially resolved thermometry during laser ablation in tissues: Distributed and quasi-distributed fiber optic-based sensing" Optical Fiber Technology, 58, art. no. 102295

C. Yu, P. Andreotti, Q. Semeraro "Multi-objective scheduling in hybrid flow shop: Evolutionary algorithms using multi-decoding framework" Computers and Industrial Engineering, 147, art. no. 106570

C. Confalonieri, A.T. Grimaldi, E. Gariboldi "Ball-milled Al-Sn alloy as composite Phase Change Material" Materials Today Energy, 17, art. no. 100456

A. Siami, H.R. Karimi "Modelling and identification of the hysteretic dynamics of inerters" Designs, 4(3), art. no. 27, pp. 1-15

L. Zhu, J. Qiu, H.R. Karimi "Region Stabilization of Switched Neural Networks with Multiple Modes and Multiple Equilibria: A Pole Assignment Method" IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, 31(9), art. no. 8879695, pp. 3280-3293

G. Lamberti, L. Amerio, G. Pomaranzi, A. Zasso, C. Gorlé "Comparison of high resolution pressure measurements on a high-rise building in a closed and open-section wind tunnel" Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 204, art. no. 104247

M. Askarpour, L. Lestingi, F. Buran, M. Rossi, F. Vicentini "Model-driven Risk Analysis for the Design of Safe Collaborative Robotic Applications" Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Human-Machine Systems, ICHMS 2020, art. no. 9209450

J. Rubió-Massegú, F. Palacios-Quiñonero, J.M. Rossell, H.R. Karimi "A novel iterative linear matrix inequality design procedure for passive inter-substructure vibration control" Applied Sciences (Switzerland), 10(17), art. no. 5859

L. Franceschetti, M. Pacher, M. Tanelli, S.C. Strada, B. Previtali, S.M. Savaresi "Dross attachment estimation in the laser-cutting process via Convolutional Neural Networks (CNN)" 2020 28th Mediterranean Conference on Control and Automation, MED 2020, art. no. 9183275, pp. 850-855

G. Orzes, A.M. Moretto, M. Rossi, M. Sartor, F. Caniato, G. Nassimbeni "The impact of the United Nations global compact on firm performance: A longitudinal analysis" International Journal of Production Economics, 227, art. no. 107664

M. Astolfi, G. Guandalini, M. Belloli, A. Hirn, P. Silva, S. Campanari "Preliminary design and performance assessment of an underwater compressed air energy storage system for wind power balancing" Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 142(9), art. no. 091001

M.E. Giménez, C.F. Davrieux, P. Saccomandi, E. Serra, G. Quero, M. Palermo, J. Marescaux "Applications of Elastography in Ablation Therapies: An Animal Model in Vivo Study" Journal of Laparoendoscopic and Advanced Surgical Techniques, 30(9), pp. 980-986

N. Delcey, P. Baucour, D. Chamagne, G. Wimmer, G. Bucca, N. Bruyere, O. Bouger, G. Auditeau, T. Bausseron "Analysis of the thermal variations

in a moving pantograph strip using an electro-thermal simulation tool and validating by experimental tests" Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 234(8), pp. 859-868

M. Gandolla, A. Antonietti, V. Longatelli, E. Biffi, E. Diella, M.D. Fave, M. Rossini, F. Molteni, G. D'Angelo, M. Boccione, A. Pedrocchi "Test-retest reliability of the Performance of Upper Limb (PUL) module for muscular dystrophy patients" PLoS ONE, 15(9 September), art. no. e0239064

S. Derosa, P. Nàvik, A. Collina, G. Bucca, A. Rønquist "A heuristic wear model for the contact strip and contact wire in pantograph - Catenary interaction for railway operations under 15 kV 16.67 Hz AC systems" Wear, 456-457, art. no. 203401

S. Bruni, S. Kaewunruen "Editorial: Best Practices on Advanced Condition Monitoring of Rail Infrastructure Systems" Frontiers in Built Environment, 6, art. no. 592913

S. Cacace, V. Furlan, R. Sorci, Q. Semeraro, M. Boccadoro "Using recycled material to produce gas-atomized metal powders for additive manufacturing processes" Journal of Cleaner Production, 268, art. no. 122218

R. Beltrami, E. Mercadelli, C. Baldisserrri, C. Galassi, F. Braghin, N. Lecis "Synthesis of KNN powders: Scaling effect of the milling step" Powder Technology, 375, pp. 101-108

A. Vergaerde, T.D. Troyer, S. Muggiasca, I. Bayati, M. Belloli, M.C. Runacres "Influence of the direction of rotation on the wake characteristics of closely spaced counter-rotating vertical-axis wind turbines" Journal of Physics: Conference Series, 1618(6), art. no. 062017

A. Fontanella, M. Al, D. Van Der Hoek, Y. Liu, J.W. Van Wingerden, M. Belloli "A control-oriented wave-excited linear model for offshore floating wind turbines" Journal of Physics: Conference Series, 1618(2), art. no. 022038

M. Al, A. Fontanella, D. Van Der Hoek, Y. Liu, M. Belloli, J.W. Van Wingerden "Feedforward control for wave disturbance rejection on floating offshore wind turbines" Journal of Physics: Conference Series, 1618(2), art. no. 022048

A. Fontanella, Y. Liu, J. Azcona, O. Pires, I. Bayati, S. Gueydon, E.J. De Ridder, J.W. Van Wingerden, M. Belloli "A hardware-in-the-loop wave-basin scale-model experiment for the validation of control strategies for floating offshore wind turbines" Journal of Physics: Conference Series, 1618(3), art. no. 032038

O. Pires, J. Azcona, F. Vittori, I. Bayati, S. Gueydon, A. Fontanella, Y. Liu, E.J. De Ridder, M. Belloli, J.W. Van Wingerden "Inclusion of rotor moments in scaled wave tank test of a floating wind turbine using SiL hybrid method" Journal of Physics: Conference Series, 1618(3), art. no. 032048

M. Lamanuzzi, J.A. Di Antonio, F. Foidelli, M. Longo, A. Labombarda, N. Dozio, F. Ferrise "Analysis of Energy Consumption in an Electric Vehicle through Virtual Reality Set-Up" 12th AEIT International Annual Conference, AEIT 2020, art. no. 9241187

A. Heydari Astaraee, S. Bagherifard, A. Bradanini, P. Duó, S. Henze, B. Taylor, M. Guagliano "Application of shot peening to case-hardened steel gears: the effect of gradient material properties and component geometry" Surface and Coatings Technology, 398, art. no. 126084

L. Liu, R. Corradi, F. Ripamonti, Z. Rao "Wave based method for flexural vibration of thin plate with general elastically restrained edges" Journal of Sound and Vibration, 483, art. no. 115468

K. Park, D. Scaccabarozzi, C. Sbaruffati, A. Jimenez-Suarez, A. Ureña, S. Ryu, F. Libonati "Coupled health monitoring system for CNT-doped self-sensing composites" Carbon, 166, pp. 193-204

G.W. Scurati, F. Ferrise, A. Stork, R.C. Basole "Looking into a Future Which Hopefully Will Not Become Reality: How Computer Graphics Can Impact Our Behavior - A Study of the Potential of VR" IEEE Computer Graphics and Applications, 40(5), art. no. 9175071, pp. 82-88

S. Bagherifard, M. Guagliano "Fatigue performance of cold spray deposits: Coating, repair and additive manufacturing cases" International Journal of Fatigue, 139, art. no. 105744

S. Kuriakose, P. Parenti, M. Annoni "Micro extrusion of high aspect ratio bi-lumen tubes using 17-4PH stainless steel feedstock" Journal of Manufacturing Processes, 58, pp. 443-457

D. Mombelli, C. Mapelli, S. Barella, A. Gruttadauria, M. Ragona, M. Pisu, A. Viola "Characterization of cast iron and slag produced by red muds reduction via Arc Transferred Plasma (ATP) reactor under different smelting conditions" Journal of Environmental Chemical Engineering, 8(5), art. no. 104293

S. Beretta, M. Gourgoumotlagh, S. Foletti, A. Du Plessis, M. Riccio "Fatigue strength assessment of "as built" AISi10Mg manufactured by SLM with different build orientations" International Journal of Fatigue, 139, art. no. 105737

A. Pourheidar, D. Regazzi, S. Cervello, S. Foletti, S. Beretta "Fretting fatigue analysis of full-scale railway axles in presence of artificial micro-notches" Tribology International, 150, art. no. 106383

R. Etzi, A. Gallace, G. Massetti, M. D'Agostino, V. Cinquetti, F. Ferrise, M. Bordegoni "Conveying trunk orientation information through a wearable tactile interface" Applied Ergonomics, 88, art. no. 103176

D. Jafari, W.W. Wits, T.H.J. Vaneker, A.G. Demir, B. Previtali, B.J. Geurts, I. Gibson "Pulsed mode selective laser melting of porous structures: Structural and thermophysical characterization" Additive Manufacturing, 35, art. no. 101263

M. Carboni, D. Crivelli "An acoustic emission based structural health monitoring approach to damage development in solid railway axles" International Journal of Fatigue, 139, art. no. 105753

- A. Du Plessis, S. Beretta "Killer notches: The effect of as-built surface roughness on fatigue failure in AISi10Mg produced by laser powder bed fusion" *Additive Manufacturing*, 35, art. no. 101424
- B. Mohammadikalakoo, P. Schito, M. Mani "Passive flow control on Ahmed body by rear linking tunnels" *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 205, art. no. 104330
- C. Confalonieri, P. Bassani, E. Gariboldi "Microstructural and thermal response evolution of metallic form-stable phase change materials produced from ball-milled powders" *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 142 (1), pp. 85-96
- G. Bianchi, S. Cinquemani, H. Giberti "Violin training with a magnetostrictive actuator" *Sensors and Actuators, A: Physical*, 313, art. no. 112180
- D. Giannini, F. Braghin, N. Aage, "Topology optimization of 2D in-plane single mass MEMS gyroscopes" *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 62 (4), pp. 2069-2089
- Z. Wu, H.R. Karimi, C. Dang "A Deterministic Annealing Neural Network Algorithm for the Minimum Concave Cost Transportation Problem" *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 31 (10), art. no. 8936853, pp. 4354-4366
- H. Shao, G. Moroni, A. Li, X. Liu, L. Xu "Simultaneously solving the transfer line balancing and buffer allocation problems with a multi-objective approach" *Journal of Manufacturing Systems*, 57, pp. 254-273
- S. Cholostiakow, M. Di Benedetti, K. Pilakoutas, E. Zappa, M. Guadagnini "Experimental Analysis of Shear Resisting Mechanisms in FRP RC Beams with Shear Reinforcement" *Journal of Composites for Construction*, 24 (5), art. no. 04020037
- F. Sobas, E. Jousselme, K. Bourazas, M.O. Geay-Baillat, M. Beghin, C. Nougier, P. Tsiamyrtzis "Estimation of uncertainty in measurement: interest of short-term Bayesian model as a complement to the conventional approach" *Blood coagulation & fibrinolysis : an international journal in haemostasis and thrombosis*, 31 (7), pp. 492-495
- F. Cozzolino, V. Mennella, A.C. Ruggeri, G. Mongelluzzo, G. Franzese, C.I. Popa, C. Molfese, F. Esposito, C. Porto, D. Scaccabarozzi "Martian environmental chamber: Dust system injection" *Planetary and Space Science*, 190, art. no. 104971
- C. Somaschini, T. Argentini, E. Brambilla, D. Rocchi, P. Schito, G. Tomasini "Full-scale experimental investigation of the interaction between trains and tunnels" *Applied Sciences (Switzerland)*, 10 (20), art. no. 7189, pp. 1-20
- F. Comolli, M. Gobbi, G. Mastinu "Study on the driver/steering wheel interaction in emergency situations" *Applied Sciences (Switzerland)*, 10 (20), art. no. 7055, pp. 1-12
- J.M. De Ponti, A. Colombi, E. Riva, R. Ardito, F. Braghin, A. Corigliano, R.V. Craster "Experimental investigation of amplification, via a mechanical delay-line, in a rainbow-based metamaterial for energy harvesting" *Applied Physics Letters*, 117 (14), art. no. 143902
- Rossi, M., Karamanakos, P., Castelli-Dezza, F. "Indirect Model Predictive Control for a Grid-Tied Three-Level Neutral Point Clamped Converter with an LCL Filter" *ECCE 2020 - IEEE Energy Conversion Congress and Exposition*, art. no. 9236228, pp. 6245-6252
- Lestingi, L., Askarpour, M., Bersani, M.M., Rossi, M. "A Model-driven Approach for the Formal Analysis of Human-Robot Interaction Scenarios" *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 2020-October, art. no. 9283204, pp. 1907-1914
- L. Roveda, M. Magni, M. Cantoni, D. Piga, G. Bucca "Assembly Task Learning and Optimization through Human's Demonstration and Machine Learning" *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 2020-October, art. no. 9282911, pp. 1852-1859
- A.A. Shahid, L. Roveda, D. Piga, F. Braghin "Learning Continuous Control Actions for Robotic Grasping with Reinforcement Learning" *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 2020-October, art. no. 9282951, pp. 4066-4072
- R. Scazzosi, M. Giglio, A. Manes "FE coupled to SPH numerical model for the simulation of high-velocity impact on ceramic based ballistic shields" *Ceramics International*, 46 (15), pp. 23760-23772
- S. Cardamone, A. Bernasconi, M. Giglio "Characterization of the 3M Scotch-Weld™ 7260 B/A epoxy adhesive by cohesive damage models and application to a full-scale bonded sub-structure" *Journal of Adhesion*, 96 (14), pp. 1270-1301
- S. Korganbayev, M. De Landro, F. Morra, A. Cigada, P. Saccomandi "Fiber Optic Sensors for Distributed and Quasi-distributed Temperature Measurement" *Proceedings of IEEE Sensors*, 2020-October, art. no. 9278937
- L. Bianchi, R. Mooney, Y.R. Cornejo, C. Hyde, E. Schena, J.M. Berlin, K.S. Aboody, P. Saccomandi "Fiber Bragg Grating Sensors for Thermometry during Gold Nanorods-mediated Photothermal Therapy in Tumor Model" (2020) *Proceedings of IEEE Sensors*, 2020-October, art. no. 9278580
- G. Guidi, U.S. Malik, A. Manes, S. Cardamone, M. Fossati, C. Lazzari, C. Volpato, M. Giglio "Laser scanner-based 3D digitization for the reflective shape measurement of a parabolic trough collector" *Energies*, 13 (21), art. no. 5607



- J. Zhai, F. Shu, H.R. Karimi "Global output feedback control for a class of uncertain nonlinear systems using dynamic gain method" *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 30 (17), pp. 7690-7705
- L.B. Peral, A. Zafra, S. Bagherifard, M. Guagliano, I. Fernández-Pariente "Effect of warm shot peening treatments on surface properties and corrosion behavior of AZ31 magnesium alloy" *Surface and Coatings Technology*, 401, art. no. 126285
- A. Esmaeili, D. Ma, A. Manes, T. Oggioni, A. Jiménez-Suárez, A. Ureña, A.M.S. Hamouda, C. Sbarufatti "An experimental and numerical investigation of highly strong and tough epoxy based nanocomposite by addition of MWCNTs: Tensile and mode I fracture tests" *Composite Structures*, 252, art. no. 112692
- L. Fiorineschi, R. Barsanti, G. Cascini, F. Rotini "Application of systematic design methods to cultural heritage preservation" *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 949 (1), art. no. 012029
- A. Esmaeili, C. Sbarufatti, A. Jiménez-Suárez, A.M.S. Hamouda, L. Rovatti, A. Ureña "Synergistic effects of double-walled carbon nanotubes and nanoclays on mechanical, electrical and piezoresistive properties of epoxy based nanocomposites" *Composites Science and Technology*, 200, art. no. 108459
- S. Korganbayev, A. Orrico, L. Bianchi, M. De Landro, A. Wolf, A. Dostovalov, A., P. Saccomandi "Closed-loop temperature control based on fiber bragg grating sensors for laser ablation of hepatic tissue" *Sensors (Switzerland)*, 20 (22), art. no. 6496, pp. 1-16
- M. De Landro, J. Ianniello, M. Yon, A. Wolf, B. Quesson, E. Schena, P. Saccomandi "Fiber bragg grating sensors for performance evaluation of fast magnetic resonance thermometry on synthetic phantom" *Sensors (Switzerland)*, 20 (22), art. no. 6468, pp. 1-17
- T. Willms, T. Echthor, S. Steinlechner, M. Aula, A. Abdelrahim, T. Fabritius, D. Mombelli, C. Mapelli, S. Preiss "Investigation on the chemical and thermal behavior of recycling agglomerates from EAF by-products" *Applied Sciences (Switzerland)*, 10 (22), art. no. 8309, pp. 1-14
- F. Cadini, S.S. Lombardo, M. Giglio "Global reliability sensitivity analysis by Sobol-based dynamic adaptive kriging importance sampling" *Structural Safety*, 87, art. no. 101998
- L. Pagani, P. Parenti, S. Cataldo, P.J. Scott, M. Annoni "Indirect cutting tool wear classification using deep learning and chip colour analysis" *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 111 (3-4), pp. 1099-1114
- M. Garavaglia, A.G. Demir, S. Zarini, B.M. Victor, B. Previtali "Fiber laser welding of AA 5754 in the double lap-joint configuration: process development, mechanical characterization, and monitoring" *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 111 (5-6), pp. 1643-1657
- M. Abdelwahed, R. Casati, S. Bengtsson, A. Larsson, M. Riccio, M. Vedani "Effects of powder atomisation on microstructural and mechanical behaviour of l-pbf processed steels" *Metals*, 10 (11), art. no. 1474, pp. 1-21
- A. Vergaerde, T. De Troyer, S. Muggiasca, I. Bayati, M. Belloli, J. Kluczevska-Bordier, N. Parneix, F. Silvert, M.C. Runacres "Experimental characterisation of the wake behind paired vertical-axis wind turbines" *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 206, art. no. 104353
- M. Zhang, A. Matta "Models and algorithms for throughput improvement problem of serial production lines via downtime reduction" *IIEE Transactions*, 52 (11), pp. 1189-1203
- G. Guidi, U.S. Malik, L.L. Micoli "Optimal lateral displacement in automatic close-range photogrammetry" *Sensors (Switzerland)*, 20 (21), art. no. 6280, pp. 1-24
- D. Giannini, G. Bonaccorsi, F. Braghin "Size optimization of MEMS gyroscopes using substructuring" *European Journal of Mechanics, A/Solids*, 84, art. no. 104045
- M. Chen, H.R. Karimi, J. Sun "Observer-based finite time H_{∞} control of nonlinear discrete time-varying systems with an adaptive event-triggered Mechanism" *Journal of the Franklin Institute*, 357 (16), pp. 11668-11689.
- H.R. Karimi, Z. Xiang, P. Shi, Y. Zhang "Finite-time stability analysis and synthesis of complex dynamic systems" *Journal of the Franklin Institute*, 357 (16), pp. 11111-11113
- E. Copertaro, F. Perotti, P. Castellini, P. Chiariotti, M. Martarelli, M. Annoni "Focusing tube operational vibration as a means for monitoring the abrasive waterjet cutting capability" *Journal of Manufacturing Processes*, 59, pp. 1-10
- J. Cheng, J.H. Park, X. Zhao, H.R. Karimi, J. Cao "Quantized Nonstationary Filtering of Networked Markov Switching RSNSs: A Multiple Hierarchical Structure Strategy" *IEEE Transactions on Automatic Control*, 65 (11), art. no. 8930308, pp. 4816-4823
- M. Pacher, L. Franceschetti, S.C. Strada, M. Tanelli, S.M. Savaresi, B. Previtali, "Real-time continuous estimation of dross attachment in the laser cutting process based on process emission images" *Journal of Laser Applications*, 32 (4), art. no. 145
- H. Su, Y. Hu, H.R. Karimi, A. Knoll, G. Ferrigno, F. De Momi "Improved recurrent neural network-based manipulator control with remote center of motion constraints: Experimental results" *Neural Networks*, 131, pp. 291-299
- L. Roveda, J. Maskani, P. Franceschi, A. Abdi, F. Braghin, L. Molinari Tosatti, N. Pedrocchi "Model-Based Reinforcement Learning Variable Impedance Control for Human-Robot Collaboration" *Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications*, 100 (2), pp. 417-433
- B. Bozzini, A. Gianoncelli, G. Kourousias, M. Boniardi, A. Casaroli, S. Dal Zilio, R. Hussain, M.K. Abyaneh, M. Kiskinova, C. Mele, S. Tedeschi, G.P. De

Gaudenzi "The role of chromium in the corrosion performance of cobalt- and cobalt-nickel based hardmetal binders: A study centred on X-ray absorption microspectroscopy" *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 92, art. no. 105320

D.F. Redaelli, V. Abbate, F.A. Storm, A. Ronca, A. Sorrentino, C. De Capitani, E. Biffi, L. Ambrosio, G. Colombo, P. Fraschini "3D printing orthopedic scoliosis braces: a test comparing FDM with thermoforming" *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 111(5-6), pp. 1707-1720

D. Giannini, G. Bonaccorsi, F. Braghin "Size optimization of MEMS gyroscopes using substructuring" (2020) *European Journal of Mechanics, A/ Solids*, 84, art. no. 104045

F. Ballo, G. Previali, G. Mastinu, F. Comolli "Impact tests of wheels of road vehicles: A comprehensive method for numerical simulation" *International Journal of Impact Engineering*, 146, art. no. 103719

F. Ripamonti, V. Furlan, A. Savio, A.G. Demir, F. Cheli, P. Ossi, B. Previtali "Dynamic behaviour of miniature laser textured skis" *Surface Engineering*, 36(12), pp. 1250-1260

S. Cacace, Q. Semeraro "Influence of the atomization medium on the properties of stainless steel SLM parts" *Additive Manufacturing*, 36, art. no. 101509

S. Graziosi, F. Cannazza, M. Vedani, A. Ratti, F. Tamburrino, M. Bordegoni "Design and testing of an innovative 3D-printed metal-composite junction" *Additive Manufacturing*, 36, art. no. 101311

L. Caprio, A.G. Demir, B. Previtali "Observing molten pool surface oscillations during keyhole processing in laser powder bed fusion as a novel method to estimate the penetration depth" *Additive Manufacturing*, 36, art. no. 101470

L. Pagani, M. Grasso, P.J. Scott, B.M. Colosimo "Automated layerwise detection of geometrical distortions in laser powder bed fusion" *Additive Manufacturing*, 36, art. no. 101435

A. Purnama, V. Furlan, D. Dessi, A.G. Demir, R. Tolouei, C. Paternoster, L. Levesque, B. Previtali, D. Mantovani "Laser surface texturing of SS316L for enhanced adhesion of HUVECs" *Surface Engineering*, 36(12), pp. 1240-1249

G. Cascini, J. O'Hare, E. Dekoninck, N. Becattini, J.F. Boujut, F. Ben Guefrache, I. Carli, G. Caruso, L. Giunta, F. Morosi "Exploring the use of AR technology for co-creative product and packaging design" *Computers in Industry*, 123, art. no. 103308

L. Xu, S. Chatterton, P. Pennacchi, C. Liu "A tachless order tracking method based on inverse short time fourier transform and singular value decomposition for bearing fault diagnosis" *Sensors (Switzerland)*, 20(23), art. no. 6924, pp. 1-20

A. Esmaeili, C. Sbarufatti, R. Casati, A. Jiménez-Suárez, A. Ureña, A.M.S. Hamouda "Effective addition of nanoclay in enhancement of mechanical and electromechanical properties of SWCNT reinforced epoxy: Strain sensing and crack-induced piezoresistivity" *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 110, art. no. 102831

A. Armillotta "Concurrent optimization of dimensions and tolerances on structures and mechanisms" *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 111(11-12), pp. 3141-3157

P. Coppola, F. Silvestri "Assessing travelers' safety and security perception in railway stations" *Case Studies on Transport Policy*, 8(4), pp. 1127-1136

C. Confalonieri, E. Gariboldi "Combined powder metallurgy routes to improve thermal and mechanical response of Al-Sn composite phase change materials" *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 30(12), pp. 3226-3239

S. Barella, D. Ripamonti "Mechanical and microstructural characterization of metals and alloys" *Crystals*, 10(12), art. no. 1111, pp. 1-2

C. Masclet, M. Poulin, J.F. Boujut, N. Becattini, "Real-time coding method and tool for artefact-centric interaction analysis in co-design situations assisted by augmented reality" *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 14(4), pp. 1141-1157

C. Colombo, A. Zafra Garcia, J. Belzunce, I. Fernandez Pariente "Sensitivity to hydrogen embrittlement of AISI 4140 steel: A numerical study on fracture toughness" *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 110, art. no. 102810

L.B. Peral, Z. Amghouz, C. Colombo, I. Fernández-Pariente "Evaluation of hydrogen trapping and diffusion in two cold worked CrMo(V) steel grades by means of the electrochemical hydrogen permeation technique" *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 110, art. no. 102771

P. Coppola, A. Carbone, C. Aveta, P. Stangherlin "Assessing transport policies for tourist mobility based on accessibility indicators" *European Transport Research Review*, 12(1), art. no. 56

J.P. Chen, L. Gu, W.S. Zhao, M. Guagliano "Modeling of flow and debris ejection in blasting erosion arc machining in end milling mode" *Advances in Manufacturing*, 8(4), pp. 508-518

M. Chen, J. Sun, H.R. Karimi "Input-Output Finite-Time Generalized Dissipative Filter of Discrete Time-Varying Systems with Quantization and Adaptive Event-Triggered Mechanism" *IEEE Transactions on Cybernetics*, 50(12), art. no. 8825490, pp. 5061-5073

L. Roveda, F. Bussolan, F. Braghin, D. Piga "6d virtual sensor for wrench estimation in robotized interaction tasks exploiting extended kalman filter" *Machines*, 8(4), art. no. 67, pp. 1-18

Y. Li, H.R. Karimi, D. Zhao, Y. Li "Fault Estimation for Discrete-Time Systems with Lipschitz Perturbation and Time-Variant Coefficients" *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs*, 67(12), art. no. 9003239, pp. 3137-3141

E. Bertuzzo, L. Mari, D. Pasetto, S. Miccoli, R. Casagrandi, M. Gatto, A. Rinaldo "The geography of COVID-19 spread in Italy and implications for the relaxation of confinement measures" *Nature Communications*, 11(1), art. no. 4264

J. Song, L.Y. Huang, H.R. Karimi, Y. Niu, J. Zhou "ADP-Based Security Decentralized Sliding Mode Control for Partially Unknown Large-Scale Systems under Injection Attacks" *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, 67(12), art. no. 9164891, pp. 5290-5301

J.J. Rath, M. Defoort, C. Sentouh, H.R. Karimi, K.C. Veluvolu "Output-Constrained Robust Sliding Mode Based Nonlinear Active Suspension Control" *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 67(12), art. no. 9032311, pp. 10652-10662

A. Moridi, E.J. Stewart, A. Wakai, H. Assadi, F. Gartner, M. Guagliano, T. Klassen, M. Dao "Solid-state additive manufacturing of porous Ti-6Al-4V by supersonic impact" *Applied Materials Today*, 21, art. no. 100865

L.A. Kumar, B.M. Raj, V. Vijayakumar, V. Indragandhi, V. Subramaniaswamy, H.R. Karimi, K.C. Veluvolu "Analysis of electric motor magnetic core loss under axial mechanical stress" *Sensors (Switzerland)*, 20(23), art. no. 6818, pp. 1-14

Z. Ashikbayeva, A. Aitkulov, M. Jelbuldina, A. Issatayeva, A. Beisenova, C. Molardi, P. Saccomandi, W. Blanc, V.J. Inglezakis, D. Tosi "Distributed 2D temperature sensing during nanoparticles assisted laser ablation by means of high-scattering fiber sensors" *Scientific Reports*, 10(1), art. no. 12593

S. Donadello, V. Finazzi, A.G. Demir, B. Previtali "Time-resolved quantification of plasma accumulation induced by multi-pulse laser ablation using self-mixing interferometry" *Journal of Physics D: Applied Physics*, 53(49), art. no. 495201

S. Mancini, K. Boorsma, M. Caboni, M. Cormier, T. Lutz, P. Schito, A. Zasso "Characterization of the unsteady aerodynamic response of a floating offshore wind turbine to surge motion" *Wind Energy Science*, 5(4), art. no. 101, pp. 1713-1730

B. Saggini, D. Scaccabarozzi, A. Valiesfahani, P. Valnegri, M. Magni, F. Esposito, C. Molfese, G. Mongelluzzo "Development and characterization of a volume flow measurement system for low-pressure gases" *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 166, art. no. 108230

S. Sorti, C. Petrone, S. Russenschuck, F. Braghin "A magneto-mechanical model for rotating-coil magnetometers" *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 984, art. no. 164599

H. Liu, W. Zhu, C. Jiang, M. Guagliano, S. Xing, L. Wang, V. Ji, K. Zhan "Microstructure evolution and residual stress distribution of nanostructured Mg-8Gd-3Y alloy induced by severe shot peening" *Surface and Coatings Technology*, 404, art. no. 126465







7286

VIA PRIVATA

GIUSEPPE LA MASA

GARIBALDINO 1819 - 1881



Politecnico di Milano
Dipartimento di Meccanica
Campus Bovisa Sud
Via La Masa, 1
20156 Milano
Tel. 02.23998500
Fax. 02.23998202

www.mecc.polimi.it

meccanica magazine

