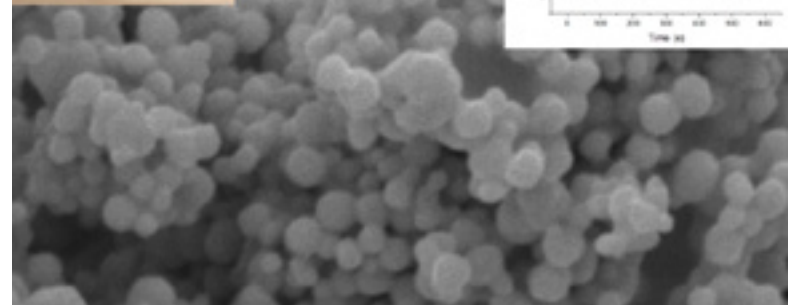
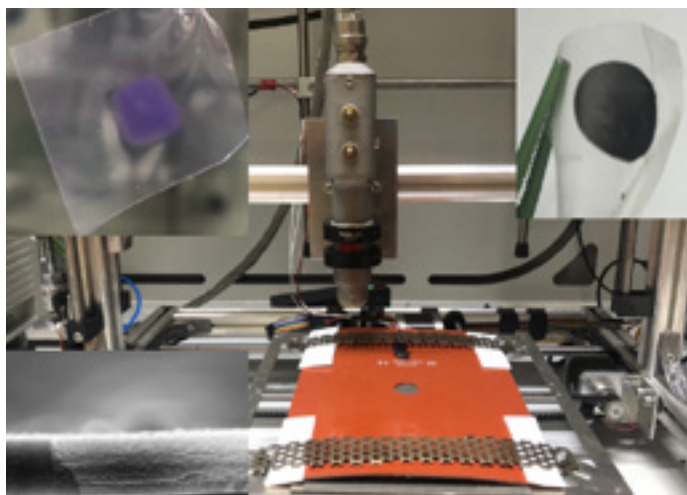
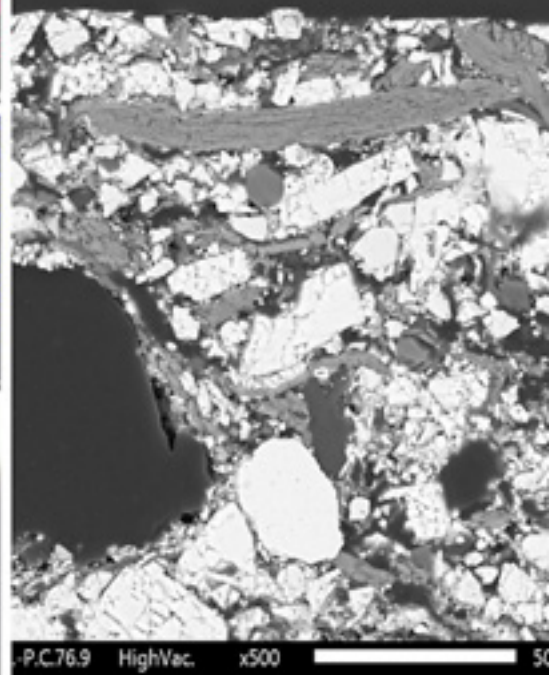
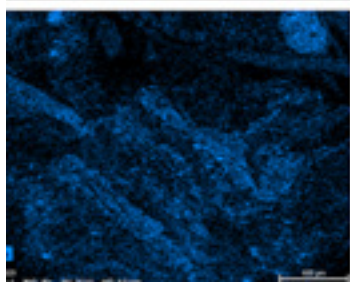
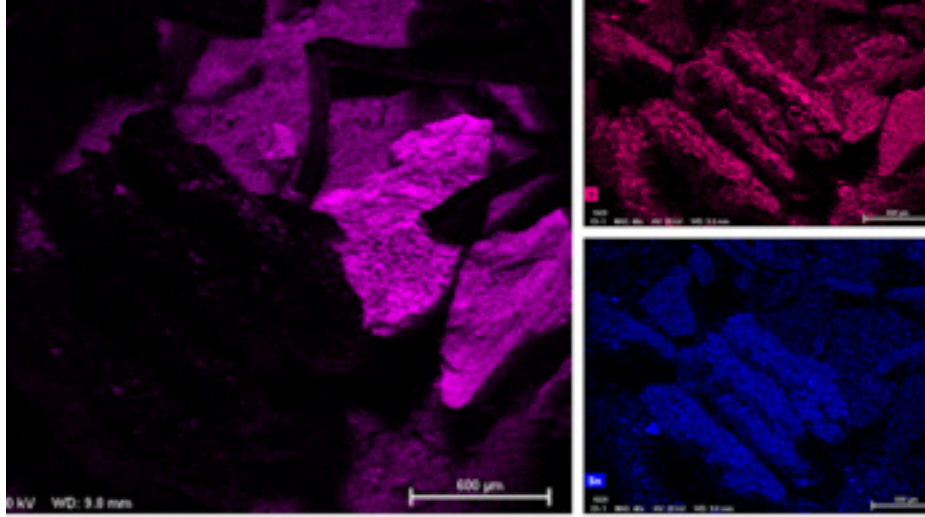


Rivista di informazione del Dipartimento di Ingegneria Industriale
 Registrazione: Tribunale Civile di Trento - Numero 10 del 21 giugno 2010 del Registro Stampa
 Poste Italiane Spa - Spedizione in Abbonamento Postale - 70% GIPAV/TN Trento n. 9/2015



DIINEWS



UNIVERSITÀ
DI TRENTO

Dipartimento di
Ingegneria Industriale

Rivista di informazione del Dipartimento di Ingegneria Industriale

www.unitn.it/dii

Numero 18, Anno 10, aprile 2020

DII, Dipartimento di Eccellenza



DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA

I progetti di ricerca del DII nell'ambito dell'azione Dipartimenti di Eccellenza

WINTER SCHOOL

Innovation in Autonomous Systems

RICERCA

EPMA Club Project Design for Sintering

LA VOCE AGLI STUDENTI

I rappresentanti degli studenti si presentano

DIRETTORE RESPONSABILE

Giovanni Straffelini

REDAZIONE

Antonella Motta, Gian Franco Dalla Betta,
Mariolino De Cecco, Michele Fedrizzi

SEGRETERIA DI REDAZIONE

Michela Monselesan

PROGETTO GRAFICO

Direzione Comunicazione e Relazioni Esterne,
Università di Trento

FOTO

Luca Benedetti e altri

STAMPA

Tipografia PUBLISTAMPA

REGISTRAZIONE

Tribunale Civile di Trento - Numero 10 del 21 giugno 2010
del Registro Stampa

Eventi 2020

Ciclo di seminari Il futuro dell'ingegneria industriale a.a. 2019-20

4 marzo - 27 maggio 2020

dii.unitn.it/futuro_ii

NDRA2020

4th Summer School on Neutron Detectors and Related Applications

22-25 giugno 2020

dii.unitn.it/ndra2020

Workshop finale ECOPADS

10 luglio 2020

Riva del Garda

Rising Stars Summer School

Luglio 2020

Manipulation of materials by electromagnetic fields Summer School

Settembre 2020

Darmstadt (Germany)

Metrology for Archaeology and Cultural Heritage

22-24 ottobre 2020

<http://www.metroarcho.com/home>

Chiedi il tuo DII NEWS

Se vuoi ricevere gratuitamente il periodico in formato cartaceo (o la newsletter per quello in formato elettronico), inviaci una mail di richiesta all'indirizzo dii.supportstaff@unitn.it comunicandoci: nominativo, via, città, cap, e-mail e autorizzando l'Università di Trento al trattamento dei dati personali secondo l'ex art. 13 D. Lgs. 196/2003.

Chi siamo

Il Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Trento (DII) si occupa prevalentemente di tecnologie avanzate nei settori dell'ingegneria dei materiali, meccanica intelligente, elettronica per l'industria e di ricerca operativa. L'obiettivo che lo anima è quello di qualificarsi a livello dei migliori standard internazionali nelle attività di ricerca, formazione e innovazione.

La missione del Dipartimento è di creare, sviluppare e trasferire conoscenze e tecnologie al mondo industriale, per il progresso sociale ed economico a livello locale, nazionale e internazionale. Tale missione si sviluppa tramite una stretta rete di collaborazioni e progetti di ricerca con un approccio strettamente multidisciplinare. Molti progetti di ricerca sono condotti in collaborazione con istituzioni universitarie, enti di ricerca internazionali e nazionali, e in collaborazione con partner industriali.

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE - DII

Via Sommarive, 9

Edificio "Polo Ferrari 2" (Povo 2)

38123 Povo, Trento

<http://www.unitn.it/dii>

Direttore

Dario Petri

Segreteria

tel. +0461 282500



I progetti di ricerca del DII nell'ambito dell'azione Dipartimenti di Eccellenza

Dario Petri



Dario Petri

Direttore DII, area di ricerca: Ingegneria industriale e dell'informazione

L'iniziativa "Dipartimenti di eccellenza" del Ministero dell'Università e della Ricerca intende sostenere lo sviluppo e l'attività dei 180 Dipartimenti universitari che sono stati selezionati nel 2018 nel panorama universitario italiano in base alla qualità della ricerca prodotta e dei progetti di sviluppo. Il DII è risultato tra i 19 Dipartimenti nell'area dell'Ingegneria Industriale e dell'Informazione che sono stati premiati, ottenendo un finanziamento di 6.635.000 euro finalizzato allo sviluppo di progetti di ricerca interdisciplinari della durata di cinque anni, l'attività didattica a livello di dottorato, le dotazioni strumentali dei laboratori e l'assunzione di nuovi ricercatori.

I progetti di ricerca nell'ambito di questa azione che sono stati avviati dal DII nel gennaio 2019 si propongono di favorire la convergenza delle conoscenze disciplinari al fine di favorire lo sviluppo di attività di ricerca e di alta formazione multi e interdisciplinare. A tale scopo è in fase avanzata di realizzazione la costituzione del laboratorio "Multidisciplinary INtegrated Design Laboratory" (MIND_Lab), nel quale convergono le competenze necessarie per lo sviluppo di progetti in ambiti di frontiera.

Le attività del MIND-LAB sono state attualmente organizzate nei seguenti progetti, che riuniscono attività fortemente sinergiche: Mat4Rob, Regenera, 3-D printing of innovative materials, Flexible sensors, E-field manipulated materials, Vehicular non-exhaust emissions, DSS for Industrial applications, che sono brevemente illustrati in questo numero del DII News.

Al fine di favorire la partecipazione alle attività dei progetti di tutti gli afferenti al DII, il 5 febbraio 2020 è stata organizzata la terza edizione della Giornata di Dipartimento. Come tradizione, l'evento si è tenuto presso la sede di Trentino Sviluppo a Rovereto, accanto al Polo della Meccatronica, dove il DII, nell'ambito della PROm Facility, sta sviluppando varie attività di ricerca in collaborazione con aziende del settore.

Il programma ha previsto inizialmente la presentazione e la successiva discussione sullo stato dell'arte della ricerca del Dipartimento. I lavori sono quindi proseguiti con l'illustrazione delle attività di ricerca da parte dei responsabili dei singoli progetti. Alle presentazioni è seguita una discussione collegiale dalla quale sono emerse ulteriori interessanti iniziative di sviluppo e di collaborazione, con importanti ricadute sulla didattica a livello sia di dottorato che di laurea magistrale.

La discussione sulle attività di ricerca si è quindi conclusa con una riflessione sui punti di forza e di debolezza, oltre che sulle opportunità da cogliere. Sono stati infine condivisi gli obiettivi strategici da perseguire nello sviluppo del MindLab.



Il Direttore, prof. Dario Petri, introduce la giornata di Dipartimento.

Nuovi materiali e strutture per l'attuazione e il controllo di sistemi robotici (MAT4ROB)

Marco Fontana



Marco Fontana
DII, area di ricerca: Ingegneria industriale e dell'informazione

Le più recenti innovazioni nell'ambito della Robotica sono orientate allo sviluppo di macchine che operano in modo diffuso nell'ambiente, collaborano con l'uomo ed agiscono in modo autonomo in spazi non conosciuti. Per questo, i robot più avanzati devono risultare adattabili ad ambienti nuovi e diversi, devono essere intrinsecamente robusti, ergonomici, efficienti energeticamente e sicuri nell'interazione con l'uomo. La realizzazione di un sistema robotico che presenti simultaneamente tutte o molte di queste caratteristiche non può essere raggiunta tramite l'impiego di soluzioni di progetto convenzionali, ma solo attraverso un processo radicalmente integrato della macchina in cui la struttura, i componenti e i materiali siano appositamente concepiti per assumere specifiche e molteplici funzionalità.

In questo ambito, un gruppo di membri del DII con composizione multidisciplinare sta sviluppando un progetto di ricerca che prende il nome di "Nuovi materiali e strutture per l'attuazione e il controllo di sistemi robotici" (MAT4ROB). Il gruppo multidisciplinare include competenze nell'area dell'ingegneria dei materiali e strutture multifunzionali, elastomeri piezoresistivi ed elettroattivi. Inoltre, il gruppo di lavoro comprende competenze di estrazione mecatronica quali lo studio e il progetto di sistemi elettronici, modellazione dinamica di sistemi, analisi strutturale e controllo di sistemi non-lineari.

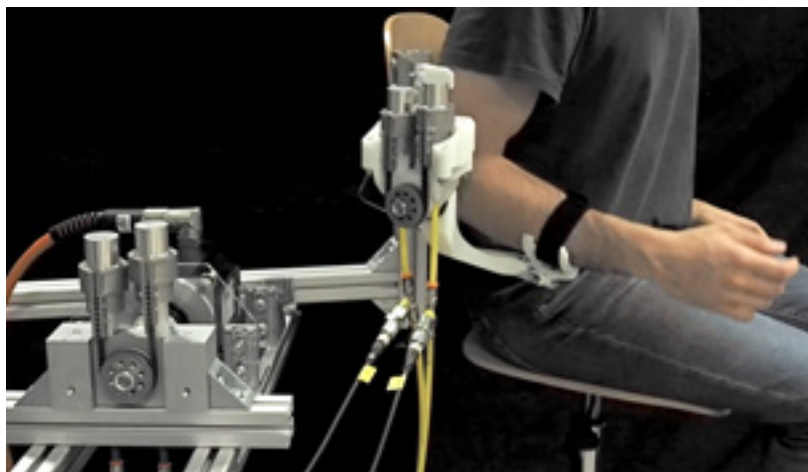
L'obiettivo di MAT4ROB è quello di sviluppare una molteplicità di tecnologie abilitanti dedicate a diversi campi emergenti per la robotica come i sistemi robotici indossabili (esoscheletri, protesi etc.), i robot collaborativi, la robotica agricola e industriale avanzata ed i robot mobili bioispirati.

Le principali attività MAT4ROB sono:

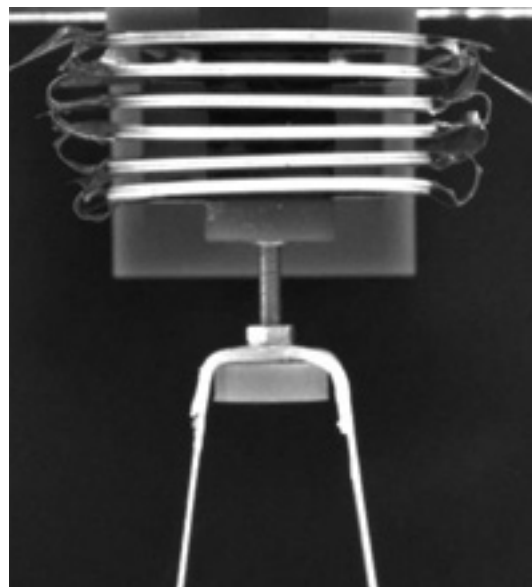
- lo sviluppo di nuovi materiali appositamente studiati per applicazioni di robotica avanzata;
- lo studio di nuovi concept di attuatori e/o strutture meccaniche;
- la definizione di procedure innovative per il manufacturing di questi componenti;
- lo studio di sistemi di controllo in grado di gestire/compensare le tipiche non-linearità meccaniche che caratterizzano questi componenti;
- la progettazione e la realizzazione di prototipi integrati e la messa in opera di sistemi integrati basati sui nuovi sistemi di attuazione.

Risultati preliminari

Le attività del progetto del primo anno hanno portato alla realizzazione di alcuni prototipi delle tecnologie abilitanti, come ad esempio, un prototipo di un attuatore contrattile basato su fluidi dielettrici che è stato progettato e testato in laboratorio. Inoltre una nuova trasmissione elettromeccanica a basso costo ma con prestazioni estremamente promettenti è stata realizzata per l'implementazione di un sistema esoscheletrico per la riabilitazione dell'arto superiore. I risultati sono stati oggetto di numerose pubblicazioni, e alcune proposte di progetto sono state sottomesse a bandi competitivi. Nell'ambito del progetto, sono state aperte cinque posizioni di dottorato.



Prototipo di esoscheletro per la riabilitazione dell'arto superiore basato su una nuova trasmissione idrostatica.



Prototipo di un attuatore contrattile elettrostatico basato su liquidi dielettrici.

Progetto REGENERA: progettazione e fabbricazione di protesi rigenerative per vertebra e per il disco intervertebrale

Antonella Motta



Antonella Motta
DII, area di ricerca: Ingegneria industriale e dell'informazione

La colonna vertebrale è una delle componenti "portanti" del corpo umano. Ha il ruolo di sostenerlo, di proteggere la spina dorsale da traumi e ancorare muscoli, legamenti ed ossa alle costole della curva toracica. Le vertebre adiacenti sono collegate da un disco intervertebrale che consiste di un anello di cartilagine fibrosa, chiamato *annulus fibrosus*, che circonda un nucleo gelatinoso conosciuto come nucleo polposo, inserito tra i piatti cartilaginei delle vertebre inferiori e superiori. Negli adulti i dischi intervertebrali presentano scarsa irrorazione sanguigna e poco tessuto nervoso, da cui deriva una bassa frequenza di rigenerazione tessutale, limitando la capacità di guarigione a seguito di traumi. Ciò porta, con l'avanzare dell'età, ad un progressivo deterioramento delle sue proprietà meccaniche, dolore e riduzione progressiva della mobilità. Le malattie della colonna vertebrale hanno un forte impatto sociale: colpiscono il 10-20% della popolazione europea e portano ad oltre 200.000 trattamenti chirurgici ogni anno, i cui principali sono la fusione spinale – che tuttavia ha un tasso di riuscita solo del 75% e un lungo decorso post-operatorio – o la sostituzione completa del disco con un costrutto artificiale, che ha dei piatti terminali simulati che possono teoricamente legarsi alle vertebre.

Lo scopo del progetto REGENERA, ideato dal prof. Claudio Migliaresi, è quello di sviluppare tecnologie e materiali per la fabbricazione di protesi biomedicali personalizzate, pienamente integrabili e che abbiano capacità rigenerativa, utilizzando la stampa 3D e la combinazione di materiali polimerici, inorganici e metallici.

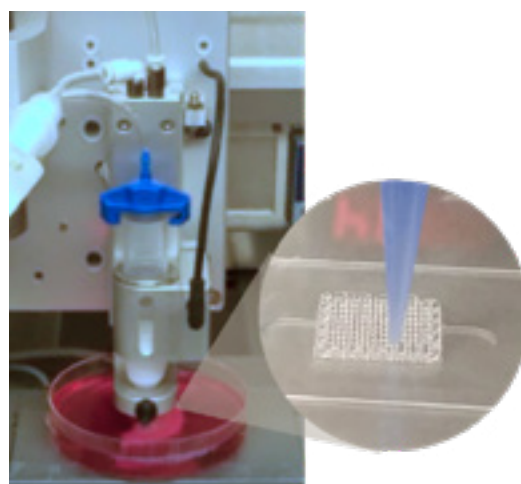
Si otterrà perciò un dispositivo completo di disco osteo-integrabile, personalizzabile dal punto di vista biomeccanico e dimensionale, con capacità rigenerative e provvisto di biosensori in grado di monitorare variazioni nelle interazioni cellula-matrice in funzione della crescita tessutale e applicabile attraverso procedure chirurgiche minimamente invasive.

Il progetto segue un approccio integrato e utilizza nanotecnologie per produrre delle superfici osteointegrabili e resistenti all'usura, "smart" gel bioattivi e nanostrutturati, e nanocompositi. La ricerca sarà validata attraverso la fabbricazione di dimostratori che saranno sottoposti a valutazione fisico-meccanica e biologica con studi *in vitro*. Le tecnologie sviluppate avranno il potenziale per essere applicate anche ad altri settori della biomedicina e della bioingegneria.

Il progetto è realizzato in collaborazione con centri di ricerca mondiali facenti parte dell'Istituto di Eccellenza Europeo in Ingegneria dei Tessuti e Medicina Rigenerativa, la Fondazione Bruno Kessler, la Tufts University (Boston, USA), il Virginia Commonwealth University (Richmond, USA), la McGill University (Canada), la Maastricht University (Belgio), varie aziende del settore biomedico e l'Istituto Ortopedico Rizzoli e il centro di ricerca Codivilla Putti di Bologna.



Esempi di materiali porosi realizzati all'interno del progetto REGENERA: A) struttura metallica realizzata in lega di titanio usando la tecnica del metal laser sintering; B) hydrogel ottenuto a partire da miscele di fibroina della seta e alginati e ottenuto per acidificazione mediante CO₂ ad alta pressione; C) spugna di fibroina della seta realizzata mediante schiumatura di soluzione acquosa con espansione gassosa (N₂).



Matrice in collagene realizzata grazie alla piattaforma di Bioprinting 3D Discovery Evolution (RegenHU) in dotazione al Laboratorio Ramses dell'Istituto ortopedico Rizzoli, che consente di integrare differenti tecnologie di stampa 3D in un unico processo.

3-D printing of innovative materials (3D-P iMAT)

Massimo Pellizzari



Massimo Pellizzari
DII, area di ricerca: Ingegneria
industriale e dell'informazione

Il grande fermento attorno alle tecnologie di manifattura additiva (alias, *Additive Manufacturing* - AM) sta dando notevole impulso alle attività di ricerca svolte presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale (DII), ed in particolare a quelle condotte nell'ambito del progetto Dipartimento di Eccellenza. È quanto emerso lo scorso 5 febbraio, in occasione della giornata di Dipartimento svoltasi presso il Polo della Meccatronica di Rovereto.

Il settore è in rapida espansione grazie al continuo e progressivo sviluppo di macchine sempre più grandi, veloci e fornite di controlli elettronici ed elettromeccanici sempre più sofisticati. Anche la PROM Facility, al Polo Meccatronica di Rovereto, con cui il DII collabora attivamente in molti campi, si è recentemente dotata di nuove apparecchiature, sia per la produzione che per la progettazione ed il controllo di componenti. Allo stesso tempo, dopo una fase iniziale in cui i materiali processabili sono stati sostanzialmente quelli già disponibili sul mercato per altre tecnologie di metallurgia delle polveri, si sta passando allo sviluppo di nuovi materiali/leghe per le tecnologie AM, ed alla realizzazione di strutture multi-materiale.

Alcuni ricercatori del DII hanno intrapreso studi specifici riguardanti le tecnologie AM, utilizzando diverse tecniche, dalla FDM (Fused Deposition Modeling) - per materiali polimerici o ceramici - alla LPBF (Laser Powder Bed Fusion), dalla P-3DP (Powder-Based 3D Printing) - per materiali inorganici - alla deposizione diretta DLMD (Direct Laser Metal Deposition) - per leghe metalliche. Tra i materiali investigati rivestono particolare interesse le leghe di titanio (mediante fusione laser), ceramici a base di carbonitruro di silicio per applicazioni biomediche e componenti a matrice inorganica per l'edilizia.

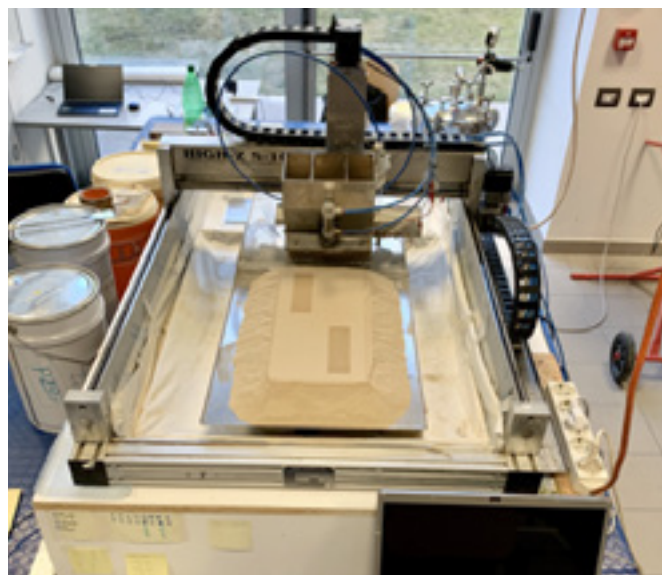
L'obiettivo generale del progetto è lo sviluppo di metodologie per la fabbricazione di componenti da implementare a livello industriale. Le principali tematiche di ricerca avviate riguardano:

- l'ottimizzazione della tecnologia P-3DP per la produzione di materiali a legante cementizio;
- la produzione di strutture cellulari Ti6Al4V per la sostituzione totale del disco intervertebrale;
- la fabbricazione di componenti in lega beta-Ti per migliorare la lavorabilità, la biocompatibilità e per evitare il trattamento termico;
- lo studio del trattamento termico e finitura di materiali e componenti AM;
- la fabbricazione di manufatti ceramici dei sistemi SiCN, SiCO o SiC mediante replica - a partire da polimeri pre-ceramici - di strutture 3D di materiali polimerici ottenute mediante il metodo della "Fused Filament Fabrication", FFF;
- la produzione di impalcature porose stampate in 3D (robocasting e P-3DP) per la rigenerazione ossea utilizzando fosfati di calcio derivati da risorse biologiche;
- la produzione di strutture metalliche multi-materiale (es. acciaio/rame, acciaio1/acciaio2) mediante deposizione laser diretta (DLMD);

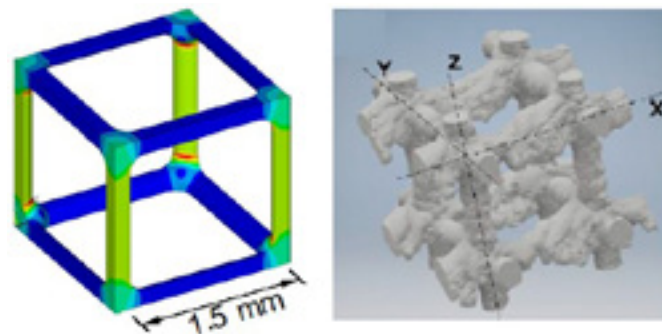
- l'elaborazione di metodi di calcolo della fatica innovativi per incorporare le peculiarità del materiale dei componenti stampati in 3D.

Lo scorso luglio è stato organizzato un workshop *Additive Manufacturing - The process chain, from designers to end-users*, mirato a presentare all'industria lo stato dell'arte delle tecnologie additive e a cercare potenziali collaborazioni e finanziamenti industriali.

Nel corso della presentazione dei risultati ottenuti ad un anno dall'inizio del progetto Dipartimento di Eccellenza e della discussione a seguire, sono emersi interessanti punti di incontro con altri progetti del Dipartimento di Eccellenza, come il REGENERA. Nel prossimo futuro, si è pensato di organizzare una serie di seminari per presentare più in dettaglio i risultati delle ricerche condotte dai ricercatori e condividere possibili idee di collaborazione. Le ricerche hanno dato vita ad una decina di pubblicazioni su riviste internazionali ed altre in atti di convegno.



Macchina per la stampa 3D di materiali a base cemento.



Modello agli elementi finiti di struttura trabeolare confrontato con il componente reale

Il progetto FLEXIBLE SENSORS

Alberto Quaranta



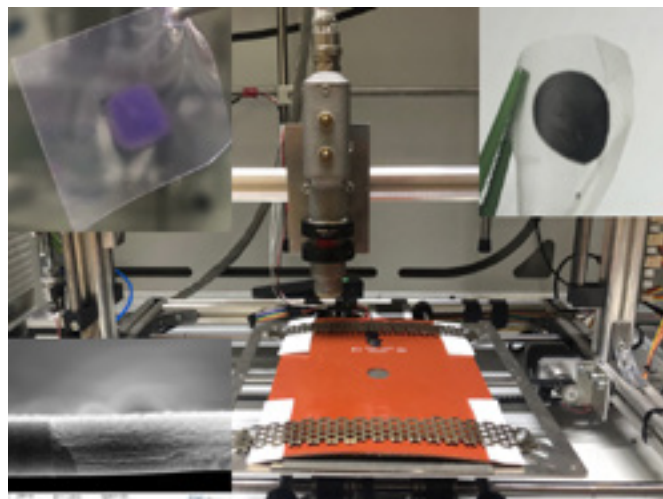
Alberto Quaranta
DII, area di ricerca:
Scienze fisiche

Lo studio e lo sviluppo di sensori flessibili nell'ambito del progetto di eccellenza denominato FLEXIBLE SENSORS ha compiuto il suo primo anno di attività. Le linee di ricerca sorte attorno a questo tema hanno visto impegnati diversi studenti di dottorato, per la maggior parte assunti con borse finanziate dal progetto, e gruppi di docenti del DII di diverse aree disciplinari. In particolare, a questa attività hanno collaborato i docenti Sandra Dirè, Riccardo Ceccato, Francesco Parrino, Lucio Pancheri, Alessandro Pegoretti, Gian-Franco Dalla Betta, Devid Maniglio e Alberto Quaranta, che, in collaborazione con laboratori internazionali, hanno contribuito ai progetti sotto elencati per lo sviluppo di materiali innovativi per sensori flessibili. I risultati si possono raggruppare in tre linee principali: sensori meccanici, bio-sensori e sensori di radiazione.

I sensori meccanici flessibili trovano largo utilizzo in sistemi di controllo per meccanismi robotizzati o di ausilio medico. In quest'ambito sono stati realizzati dei materiali plastici la cui resistenza elettrica cambia con la pressione. Questa proprietà è ottenuta con opportune combinazioni di materiali polimerici, capaci di ottimizzare la flessibilità e la resistenza meccanica, e caricati con nanoparticelle di carbonio che ne controllano la resistenza elettrica. Parallelamente, un altro gruppo di ricerca sta lavorando alla sintesi di materiali piezoelettrici eco-compatibili privi di elementi chimici pericolosi, come il piombo, presenti negli analoghi composti commerciali.

I rivelatori di radiazione sono sistemi che forniscono segnali elettrici o luminosi se sottoposti a radiazioni ionizzanti come raggi X, raggi gamma, particelle o neutroni. L'intensità del segnale è proporzionale all'energia rilasciata dalla radiazione permettendone il monitoraggio in tempo reale. Un gruppo di ricerca, in collaborazione con l'INFN, sta lavorando allo sviluppo di dosimetri organici per il monitoraggio della dose rilasciata sui tessuti sani nelle radio terapie con raggi X e con particelle pesanti. In questi ultimi mesi un altro gruppo si è dedicato allo sviluppo di un composto, il di-solfuro di molibdeno (MoS_2), le cui proprietà elettriche cambiano quando viene prodotto come sistema bi-dimensionale, cioè costituito da un solo strato di atomi. In particolari condizioni lo MoS_2 può diventare un materiale foto-conduttore utile per rivelare raggi X e UV.

Infine, un'altra attività è in corso di sviluppo nella realizzazione di bio-sensori flessibili che applicati direttamente su parti del corpo sarebbero in grado di rivelare, ad esempio, l'insorgere di infezioni. Questi sensori sono modellati su strutture di fibroina, la proteina base della seta, che opportunamente lavorata può fare da substrato per i dispositivi. Le strutture di fibroina vengono lavorate per inglobare circuiti elettrici non dannosi in grado di cambiare le loro proprietà in presenza di agenti chimici. Per inciso, l'attività sui bio-sensori fa parte anche del progetto di Dipartimento REGENERA.



Torcia al plasma atmosferico per la deposizione e il trattamento di sensori flessibili. Nelle immagini laterali, a sinistra uno strato di fibroina prodotto con la torcia e a destra uno strato di grafene reso conduttore grazie al trattamento con la torcia.

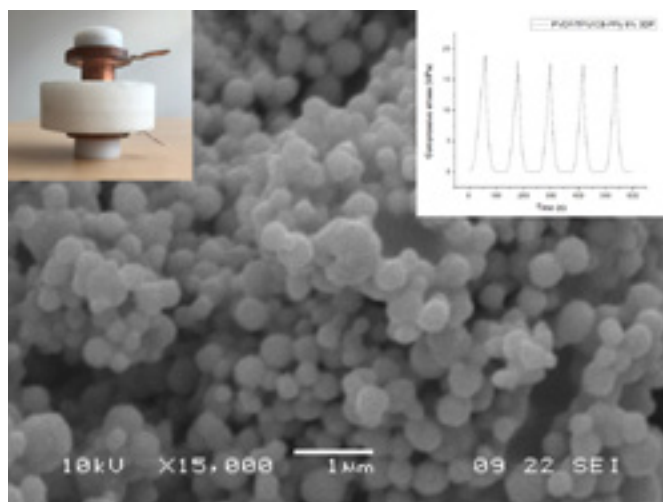


Immagine al microscopio elettronico di un nano-composito per sensori di pressione flessibili. Nelle immagini laterali, a sinistra struttura per lo studio della risposta in pressione, a destra grafico della risposta del sensore ad impulsi di pressione.

E-Mat (E-field manipulated materials)

Vincenzo M. Sglavo



Vincenzo M. Sglavo

DII, area di ricerca: Ingegneria industriale e dell'informazione

Lo studio dell'interazione tra comportamento elettrico, chimico e meccanico dei materiali alle varie temperature sta aprendo nuove opportunità di sviluppo per tecnologie di processo rapide e ad alta efficienza energetica e per la sintesi di materiali con proprietà del tutto peculiari. Di grande interesse sono in particolare il consolidamento di materiali inorganici sotto l'effetto di campi o correnti elettriche (detto anche *flash sintering*) e il rinforzo meccanico di vetro mediante processi di scambio ionico attivati da campi elettrici o microonde. La ricerca in queste due aree è ancora limitata alla fenomenologia dei processi mentre i meccanismi fisici e chimici alla base dei fenomeni osservati sono quasi totalmente sconosciuti.

Il progetto di ricerca E-Mat, coordinato da Vincenzo M. Sglavo con la collaborazione soprattutto di Sandra Dirè, Alberto Molinari, Alberto Quaranta, Gian Domenico Sorarù, Alexia Conci, Livio Zottele e Mauro Bortolotti, mira proprio a identificare, comprendere e controllare i meccanismi fondamentali alla base del flash sintering e del rinforzo meccanico mediante scambio ionico di vetro sotto l'azione di campi elettrici o microonde, e individuare tecnologie che possano essere implementate a livello industriale.

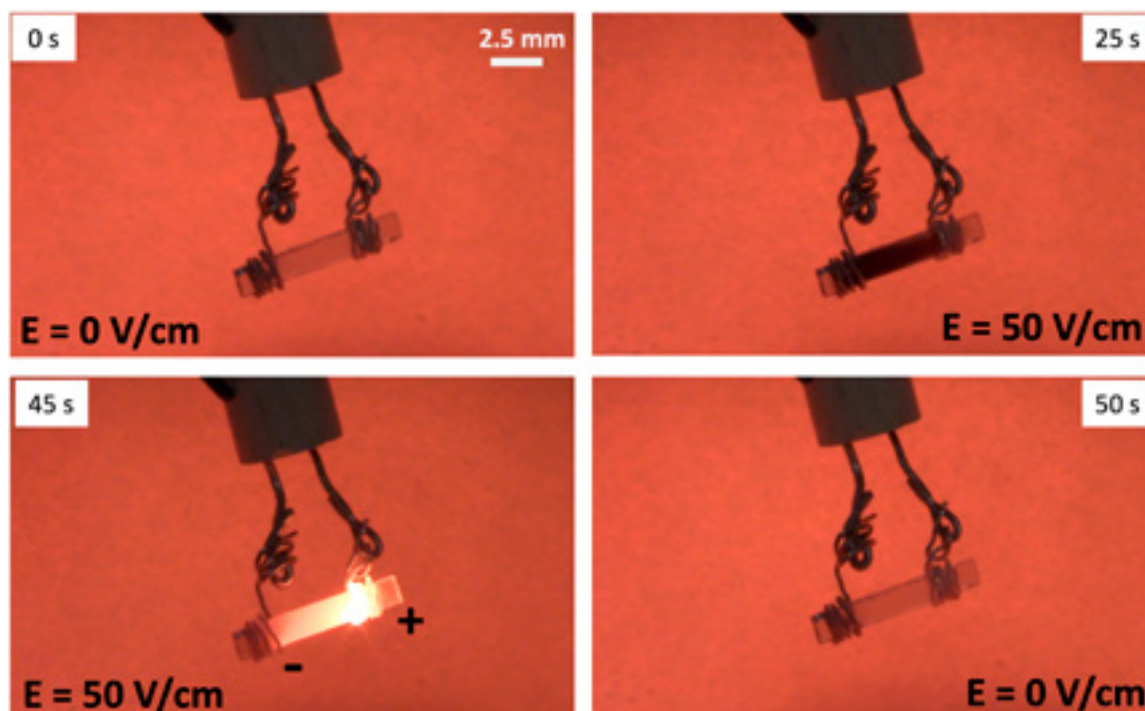
Ad oggi sono state condotte ricerche in ambiti diversi quali, fra i più significativi:

(a) analisi di possibili processi di rinforzo per vetro silicato e vetro-ceramica mediante l'applicazione di un campo elettrico, microonde o plasma;

(b) *flash sintering* di compositi ceramici e di nano-polveri a base di fosfato di calcio per applicazioni biomediche;

(c) modifica attivata da campi elettrici della chimica dei difetti puntuali e delle proprietà elettroniche di ossidi.

Hanno lavorato al progetto i post-doc Giovanna Pintori e Mattia Biesuz assieme a numerosi studenti impegnati nella tesi di laurea magistrale in Materials and Production Engineering. Molte anche le collaborazioni attivate a livello internazionale nell'ambito di E-Mat con prestigiosi istituti di ricerca o università quali il Dept. Mechanical Engineering, University of Colorado at Boulder (CO, USA), l'Instituto de Cerámica y Vidrio, di Madrid (Spagna), l'Institute of Energy and Climate Research, Forschungszentrum Jülich GmbH (Germania), l'Institute of Inorganic and Applied Chemistry, University of Hamburg (Germania), la Southwest Jiaotong University, Chengdu (Cina). I risultati ottenuti sono stati in parte pubblicati su riviste internazionali di elevato livello quali *Scripta Materialia*, il *Journal of the European Ceramic Society* o il *Journal of Physical Chemistry*. Nell'ambito di una di queste collaborazioni è in fase di co-organizzazione (assieme al prof. O. Guillon del Forschungszentrum di Jülich) una Summer School dal titolo *Manipulation of materials by electromagnetic fields* quale evento satellite della conferenza internazionale MSE (Materials Science and Engineering) 2020 che si terrà a Darmstadt (Germania) nel settembre 2020.



Prova di flash sintering su monocristallo di zirconia che evidenzia il fenomeno del "blackening".

Decision support systems for industrial applications

Matteo Brunelli



Matteo Brunelli
DII, area di ricerca: Scienze
economiche e statistiche

Il progetto “Decision support systems for industrial applications” si propone di aggregare tutte le iniziative che prevedono l'utilizzo di tecniche di ricerca operativa applicate a problemi industriali. Un obiettivo comune fondamentale è la gestione della complessità delle decisioni operate in un contesto industriale che, nella quasi totalità dei casi, non possono essere giudicate da un unico punto di vista. Per questo viene dato ampio spazio a modelli e algoritmi capaci di considerare e di valutare obiettivi decisionali multipli, favorendo un approccio sistemico ed olistico. Al momento le iniziative in corso possono essere suddivise in tre gruppi.

Il primo gruppo di attività si concentra sull'ottimizzazione della manutenzione di sistemi ed impianti industriali. In particolare, la ricerca si interessa della comparazione e dello studio - attraverso simulazioni numeriche e la costruzione di modelli di systems dynamics - di differenti politiche di manutenzione in modo da individuare la politica ottimale, dal punto di vista dei costi di manutenzione e da quello dell'affidabilità del sistema. Uno dei modi per ottimizzare la manutenzione è, per esempio, il raggruppamento in un'unica data delle diverse attività richieste (Figura 1).

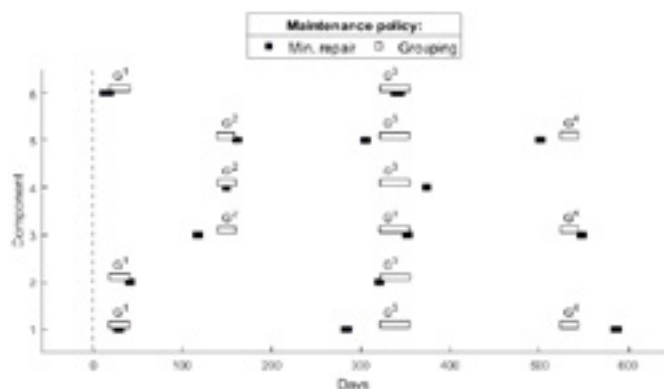


Figura 1: Raggruppamento di attività in manutenzione (immagine di Michele Urbani).

La ricerca coinvolge un dottorando finanziato sui fondi dell'azione “Dipartimenti di eccellenza”. L'attività ha attirato anche l'attenzione di Autostrada del Brennero SpA, che ha deciso di finanziare una borsa di studio nell'ambito del Dottorato in Innovazione industriale recentemente attivato. L'attività di ricerca associata alla borsa riguarda l'analisi dei rischi e delle loro cause, oltre alla formulazione di un modello matematico per l'allocazione ottima di un budget con l'obiettivo di minimizzare il rischio.

Il secondo gruppo di attività riguarda il posizionamento e il dimensionamento ottimo di strumentazione su smart grids. Uno dei temi è inerente il piazzamento ottimale di phasor measurement units (PMUs). Anche in questo caso la ricerca della soluzione coinvolge una serie di criteri di ottimalità come, per esempio, il numero di PMUs che si andranno a posizionare, l'incertezza e la sensibilità delle loro misurazioni (Figura 2).

La terza e ultima area di interesse riguarda lo sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni in ambito *Additive Manufacturing* (AM). Uno dei problemi da affrontare riguarda la selezione della tecnologia di stampa 3D, la quale si presta naturalmente ad essere valutata secondo svariati profili/criteri (tra cui il costo operativo, le dimensioni del pezzo e le caratteristiche del pezzo). Per tale motivo il problema di scelta verrà modellato applicando un metodo per le decisioni multicriteriali. Un altro aspetto che verrà affrontato sarà il dimensionamento ottimale di un insieme di stampanti 3D data una previsione sulla domanda di pezzi da stampare.

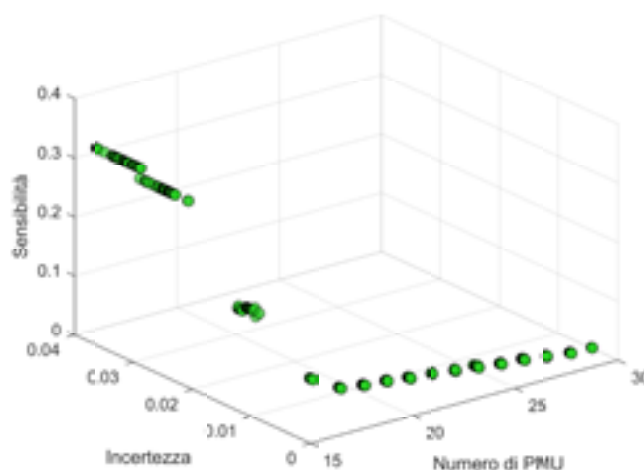


Figura 2: Frontiera efficiente per il piazzamento di PMU nella rete di trasmissione IEEE 30-bus (Riccardo Andreoni: master thesis).

Ridurre le emissioni dei veicoli stradali non dovute a combustione: il contributo dei sistemi frenanti

Stefano Gialanella



Stefano Gialanella
DII, area di ricerca: Ingegneria industriale e dell'informazione

Il traffico veicolare stradale è una delle principali cause dell'inquinamento atmosferico, particolarmente in aree urbane e metropolitane. Grazie alle migliorate efficienze dei motori a combustione interna, alle prestazioni sempre più spinte dei catalizzatori, unitamente alla diffusione di veicoli a trazione completamente elettrica e ibrida, è aumentata significativamente la frazione di emissioni solide da veicolo ascrivibili a parti soggette ad usura, quali i freni e gli pneumatici, questi ultimi in associazione con l'usura del fondo stradale, i.e., asfalto e cemento. Tale situazione è destinata altresì ad aggravarsi, allorché i veicoli elettrici diventeranno una parte significativa o addirittura maggioritaria della flotta veicolare circolante. Pertanto, sebbene a livello nazionale e internazionale non siano state ancora implementate delle regole e raccomandazioni specifiche in merito al controllo delle emissioni non-motore, pur tuttavia è realistico pensare che ci si muoverà in tale direzione in un prossimo futuro. Questo stato di cose ha indotto diversi produttori, sia di componenti originali sia di ricambi, a sviluppare nuovi prodotti con un'attenzione particolare nei riguardi della certificazione delle emissioni, in particolare quelle solide, in atmosfera. In questo contesto agisce il gruppo di lavoro ReVeNEE (Reducing Vehicular Non-Exhaust Emissions) che opera presso il DII nell'ambito del Progetto "Dipartimento di Eccellenza".

I capisaldi di ReVeNEE riguardano la progettazione di nuovi materiali d'attrito, per la messa a punto dei quali è stato sviluppato un protocollo di caratterizzazione tribologica, che prevede l'uso di tribometri, del tipo pin-on-disc (Figura 1 a), e di un banco (Figura 1 b) che opera su simulacri di pastiglie freno ai quali si possono altresì applicare dei cicli di sollecitazioni (frenate ripetute, accelerazioni e decelerazioni, surriscaldamenti indotti da attrito, etc.) analoghi a quelli impiegati nelle prove a banco su componenti reali (pastiglie e dischi, nella fattispecie). Tale strumentazione è stata opportunamente modificata, in modo da permettere il collegamento con campionatori e contatori di polveri emesse, essenziali per definire i principali meccanismi di usura, che intervengono nei diversi regimi di prova. Per una piena validazione dei diversi materiali per sistemi frenanti risulta fondamentale la caratterizzazione cristallografica dei prodotti di usura: tracce di usura, sia sul disco sia sul materiale di attrito; frammenti emessi, con dimensioni che vanno dalla decina di micrometri (PM10), giù sino a dimensioni dell'ordine delle centinaia di nanometri. A tal riguardo sono stati sviluppati diversi protocolli di indagine basati su tecniche di microscopia elettronica sia a scansione sia in trasmissione, in associazione con spettroscopia X a dispersione di energia. Per diversi aspetti, la combinazione dell'imaging, anche ad altissime risoluzioni, e della informazione spettroscopica ha consentito di ottenere risultati decisivi ai fini della interpretazione di fenomeni tribologici macroscopici (Figure 2 a) e b)). La composizione di fase è basata essenzialmente sulla diffrazione elettronica e, laddove possibile, sulla diffrazione X. Tale base di conoscenze è stata efficacemente sfruttata nell'ambito di due progetti europei, finanziati dalla KIC Raw Materials: ECOPADS (Eliminating COpper from brake PADS & recycling); ECODISC (Environmentally COmpatible reuse of brake DISCS).

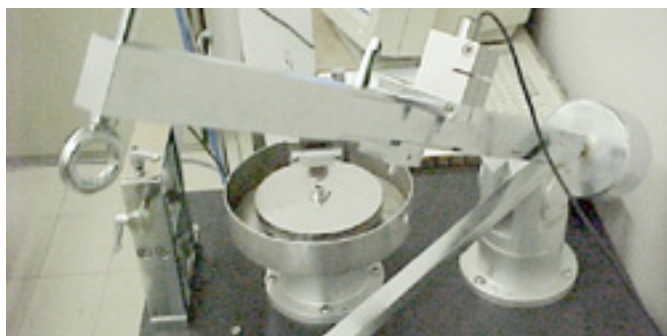


Figura 1: Strumentazione per il testing tribologico dei materiali di attrito; a) Tribometro pin-on-disc; b) Banco mini-dyno.

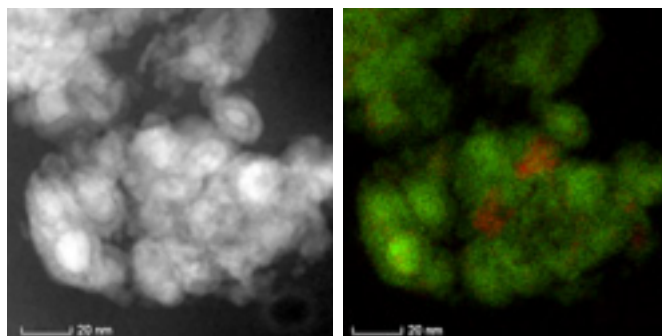


Figura 2: a) Immagini STEM (scanning transmission electron microscopy) e relative mappe X di frammenti di usura; b) parti verdi - ferro; parti rosse - rame.

WINTER SCHOOL

Innovation in Autonomous Systems (WSIAS2020)

Daniele Fontanelli



Daniele Fontanelli
DII, area di ricerca: Ingegneria
industriale e dell'informazione

Il DII in collaborazione con la School of Innovation, Università di Trento, ha organizzato la prima edizione della Winter School on Innovation in Autonomous Systems (WSIAS 2020, <https://event.unitn.it/wsias2020/>) nei giorni 27-31 gennaio 2020. La scuola ha visto la partecipazione di 23 studenti di master e dottorato. Il tema di base è stato *Next Industry Generation* e le lezioni frontali, nella forma di seminari tematici, sono state intervallate a lezioni di gruppo sui concetti propri dell'innovazione.

L'idea della scuola ha avuto come filo conduttore i sistemi autonomi, sistemi complessi derivanti dalla fusione di sensori, automazione, computer e tecnologie di comunicazione. La ricerca interdisciplinare in questo campo si concentra principalmente sullo sviluppo di sistemi intelligenti in grado di interagire in modo dinamico con le complessità del mondo reale e prendere decisioni autonome, specialmente in condizioni non pianificate, mutevoli o imprevedibili. A causa del potenziale impatto dirompente su molti aspetti della vita quotidiana e dell'industria, il mercato dei sistemi autonomi sta attirando un'attenzione crescente da parte di alcune delle aziende tecnologiche più rilevanti a livello mondiale. In questo scenario variegato, i seminari tematici, tenuti da relatori italiani e stranieri, hanno avuto come oggetto: l'intelligenza artificiale fra azione e percezione, i sensori per i sistemi autonomi (radar e telecamere per l'automotive), i micro robot per la caratterizzazione dei materiali industriali e l'ontologia dei sistemi autonomi.

A fianco dei seminari tematici, la scuola ha programmato interventi relativi all'innovazione ed allo sviluppo di prodotti innovativi. In particolare, tre relatori hanno proposto i temi dell'innovazione e del concepimento di idee di prodotto centrate sulle necessità dell'utilizzatore; è stata fornita anche una panoramica sui modelli di business in ambito automotive. Gli studenti hanno sviluppato progetti innovativi aventi come tema di fondo i sistemi autonomi. I gruppi hanno prodotto sei progetti: *Tourentino* - Optimise tourism for green tourists, *ST Light* - Smoothing road congestion through AI Traffic Light System, *EasyBusRider* - AI to schedule public transportation, *LUMA* - The (eco)friendly trash bin, *Bikey* - Unlock your freedom, *AR Fit* - Augmented reality fitting. Nell'ultimo giorno della scuola i sei progetti sono stati valutati ed è stato nominato vincitore il progetto *Bikey* formato da Alessandro Piotti (studente in Data Science), Nguyen Minh Quang (studente di Ingegneria Meccatronica), Naturinda Rahab (studentessa di ICT), Elisa Reginato (studentessa di Economia).

In generale, la soddisfazione dei partecipanti è stata elevata; particolarmente apprezzata è stata l'opportunità offerta dalla scuola di aumentare le possibilità di incontro, di confronto e di ampliamento della propria rete di conoscenze. Inoltre, il valore aggiunto offerto dal susseguirsi di momenti di accrescimento tecnico tramite i seminari tematici, e di momenti di attività in gruppi di persone con diverse conoscenze e diverse attitudini è stata una importante esperienza formativa per molti studenti. Gli stessi mentori, di provata esperienza in scuole di innovazione, hanno apprezzato molto la presenza di studenti di diverse discipline in quanto questo ha permesso di focalizzarsi su idee di rilievo e allo stesso tempo fattibili. Dal questionario online compilato dagli studenti al termine del corso, più dell'80% si è detto soddisfatto dell'esperienza formativa, sia dal punto di vista tecnico che logistico; è stata comunque suggerita una maggiore integrazione tra seminari tecnici e di management ed una più efficace organizzazione delle sessioni di lavoro di gruppo. Molti studenti hanno inoltre segnalato l'importanza formativa di eventi sociali, che purtroppo non è possibile organizzare a causa di vincoli amministrativi.



Alcuni momenti durante lo svolgimento della scuola.

EVENTI

Autumn Career Day 2019

Vincenzo M. Sglavo



Vincenzo M. Sglavo
DII, area di ricerca: Ingegneria
industriale e dell'informazione

Si è svolto lo scorso 27 novembre l'*Autumn Career Day 2019*, organizzato dal DII - Dipartimento di Ingegneria Industriale presso il Polo F. Ferrari a Povo. Sulla scorta di iniziative analoghe promosse negli anni precedenti, l'evento era stato voluto soprattutto per far conoscere agli studenti di Ingegneria Industriale possibili sbocchi e opportunità occupazionali, i percorsi formativi dalla laurea magistrale al dottorato e le attività di ricerca caratterizzanti il Dipartimento.

L'*Autumn Career Day 2019* è stato preceduto qualche giorno prima da due attività satelliti: la prima, dal titolo *Imparo a preparare il mio CV*, è stata organizzata in collaborazione col Servizio Job Guidance di Ateneo ed è consistita in una vera e propria lezione durante la quale sono state fornite agli studenti opportune informazioni e conoscenze così da poter redigere al meglio un proprio curriculum vitae da sottoporre alle aziende; l'ASI (Associazione Studenti di Ingegneria) Leonardo ha invece organizzato l'*Asi Innovation Day*, una competizione tra gruppi di studenti ai quali veniva richiesto di realizzare modelli semoventi programmabili utilizzando, oltre a un microcontrollore, materiali molto semplici quali cannucce, bacchette per il cibo e cose simili.

Molto intenso il programma proposto per l'*Autumn Career Day 2019*. La mattina, a partire dalle 9.30, dopo i saluti di rito del Direttore del Dipartimento, prof. Dario Petri, del Pro-rettore, prof. Flavio Deflorian, e del rappresentante di Confindustria Trento, ing. Luca Arighi, si sono tenute alcune conferenze plenarie. Maurizio Melis, noto divulgatore di scienza e tecnologia e conduttore della trasmissione radiofonica "Smat City" su Radio24, ha affascinato e interessato tutti i partecipanti col tema "Dalla città ideale alla città intelligente", parlando di come la nascita di nuove reti ha segnato e segna ancora oggi la storia dell'uomo, dello sviluppo tecnologico e dell'economia, soffermandosi sul concetto sempre più attuale di "complessità" che deve spingere la formazione nel privilegiare soprattutto le "basi" più che le "specialità". È stata poi la volta del dott. Dino Cecconi, vice-direttore generale di Italscania Spa (Scania - gruppo Volkswagen) che, a partire dalla sua più che ventennale esperienza in qualità di responsabile delle risorse umane, si è soffermato su quelle che sono le doti richieste ai moderni ingegneri – curiosità, coraggio e ambizione – offrendo anche utili consigli agli studenti per la loro formazione universitaria e per un approccio positivo e di successo col mondo del lavoro.

Il prof. Vigilio Fontanari, responsabile del DII per la didattica, ha presentato i percorsi formativi offerti dal Dipartimento, dalla laurea triennale al dottorato di ricerca, mentre il prof. Gian Domenico Sorarù, delegato del DII per l'internazionalizzazione, ha mostrato le varie possibilità di studio all'estero possibili per gli studenti di ingegneria industriale. Per ultima, la dott.ssa Valeria Breuker ha presentato i risultati del progetto "Ta Vie" realizzato dall'Ateneo trentino in collaborazione con alcune prestigiose università europee e avente come obiettivo quello di analizzare l'impatto delle esperienze internazionali dei laureati in ingegneria con particolare riferimento allo sviluppo delle soft skill normalmente non acquisite all'interno dei curriculum accademici.

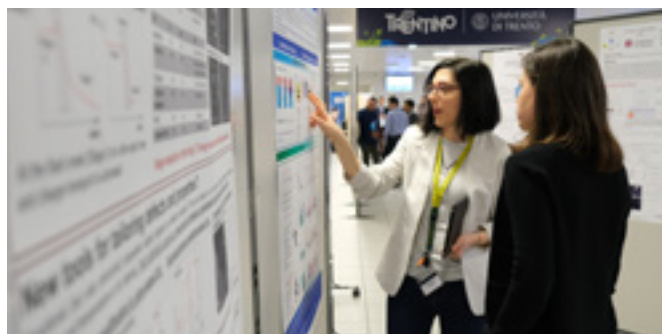
In tarda mattinata sono quindi iniziate le presentazioni aziendali e diciotto società hanno mostrato agli studenti le loro attività, le opportunità di lavoro offerte e i potenziali sviluppi di carriera.

Diverse le attività proposte nel pomeriggio. Ovviamente i colloqui presso i ventiquattro stand aziendali opportunamente allestiti nell'atrio di Povo 2 che hanno visto la partecipazione di più di 120 studenti. E poi gli incontri con i "testimonial", già laureati in Ingegneria dei materiali o in Ingegneria Meccatronica a Trento, ormai affermati professionisti presso aziende di rilievo nel panorama europeo, che hanno presentato le loro esperienze formative e di lavoro. Da non dimenticare poi la "poster competition", anche questa allestita presso l'atrio di Povo 2, durante la quale i dottorandi della scuola in "Materials, Mechatronics and Systems Engineering" hanno presentato i loro progetti di ricerca attraverso pannelli appositamente preparati.

Alla fine, in tardo pomeriggio, dopo la premiazione dell'*Asi Innovation Day* e della poster competition, tutti i partecipanti hanno potuto rilassarsi di fronte al ricco aperitivo offerto dal Dipartimento, mettendo le basi per una nuova edizione dell'*Autumn Career Day*!



I colloqui aziendali.



La poster competition.

EPMA Club

Project Design for Sintering

Ilaria Cristofolini



Ilaria Cristofolini
DII, area di ricerca: Ingegneria industriale e dell'informazione

La produzione di componenti industriali attraverso tecnologia *press and sinter* è ormai consolidata e diffusa. Le polveri metalliche, con l'aggiunta di lubrificante, vengono pressate in stampi rigidi al fine di ottenere il cosiddetto "verde", che viene successivamente sinterizzato ad alta temperatura in atmosfera controllata per garantire la resistenza meccanica richiesta. La tecnologia si qualifica come *net shape/near net shape*, caratteristica che la rende particolarmente interessante nell'ambito delle *green technologies*, consentendo un utilizzo ottimale delle materie prime ed il risparmio di lavorazioni secondarie. Di qui la necessità di garantire accuratezza e precisione delle dimensioni dei sinterizzati, aspetto di particolare criticità in uno dei settori nei quali la tecnologia è più diffusamente utilizzata, quale il settore automobilistico.

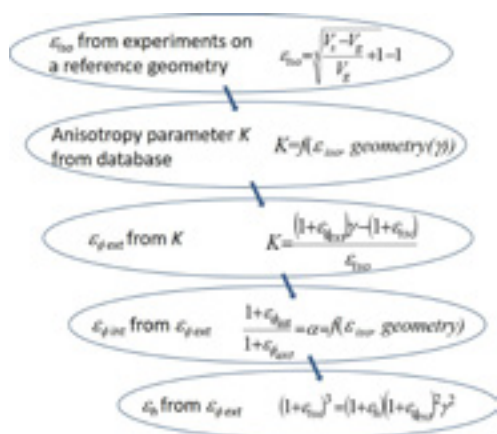
Il processo di sinterizzazione comporta necessariamente variazioni dimensionali, anisotrope a causa della disomogenea distribuzione della densità determinata dalla pressatura uniassiale. L'anisotropia delle variazioni dimensionali è un elemento critico nella progettazione dei componenti sinterizzati, e dipende, in modo spesso imprevedibile a priori, da diversi parametri, legati sia al materiale (composizione chimica, granulometria, lubrificante...) che al processo (strategia di pressatura, parametri di sinterizzazione...) e alla geometria dei componenti. Lo studio dell'anisotropia delle variazioni dimensionali è stato approfondito dal gruppo di ricerca di Metallurgia delle polveri del DII con un approccio sperimentale, analizzando l'effetto delle diverse variabili e sviluppando una procedura di progettazione che permettesse di prevedere tali variazioni dimensionali. Pezzi semplici di forma assialsimmetrica (dischi e anelli con diverse dimensioni) sono stati prodotti con diversi materiali in diverse condizioni di processo, misurando le dimensioni al verde (dopo pressatura) e sul pezzo finito (dopo sinterizzazione). Le dimensioni sono state misurate con la macchina di misura a coordinate (CMM) del laboratorio di metrologia del DII, utilizzando una procedura di misura che ha permesso di ricostruire la geometria dei pezzi. I diametri sono stati ricavati dalla superficie cilindrica ottenuta dall'involuppo di circonferenze misurate a diversi livelli in scansione continua, e questo ha permesso di evidenziare l'influenza della distribuzione della densità in direzione assiale. Le altezze sono state ricavate dalla distanza tra due piani e confrontate con le altezze ricavate misurando punti contrapposti, evidenziando così eventuali disomogeneità nella fase di riempimento dello stampo. Elaborando i dati sperimentali è stato sviluppato un modello di previsione delle variazioni dimensionali basato sul parametro di anisotropia K , definito in funzione di una teorica variazione dimensionale isotropa, collegata al ritiro (rigonfiamento) del materiale attraverso la variazione di volume. Sulla base del parametro K è stata definita una procedura di progettazione che permettesse di ricavare, partendo dalle dimensioni del sinterizzato, le dimensioni del verde e quindi dello stampo da utilizzare in pressatura.

Design for Sintering

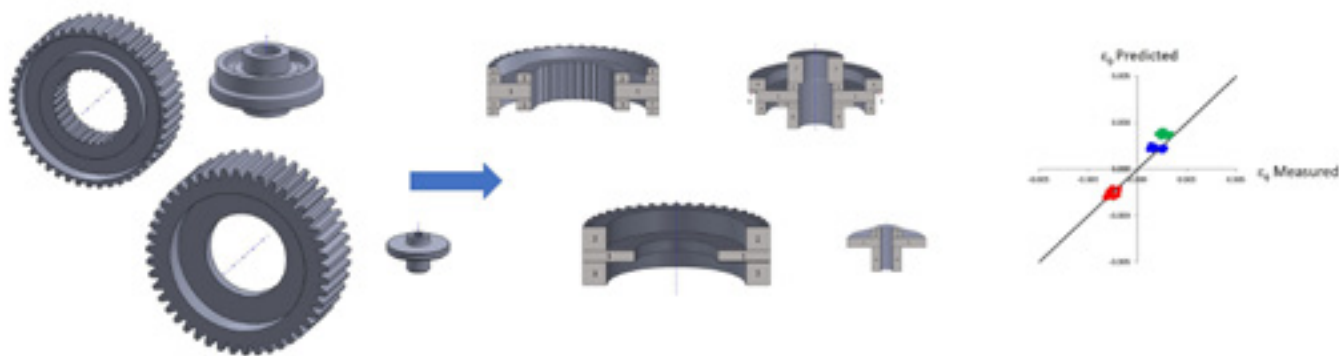


Logo del progetto.

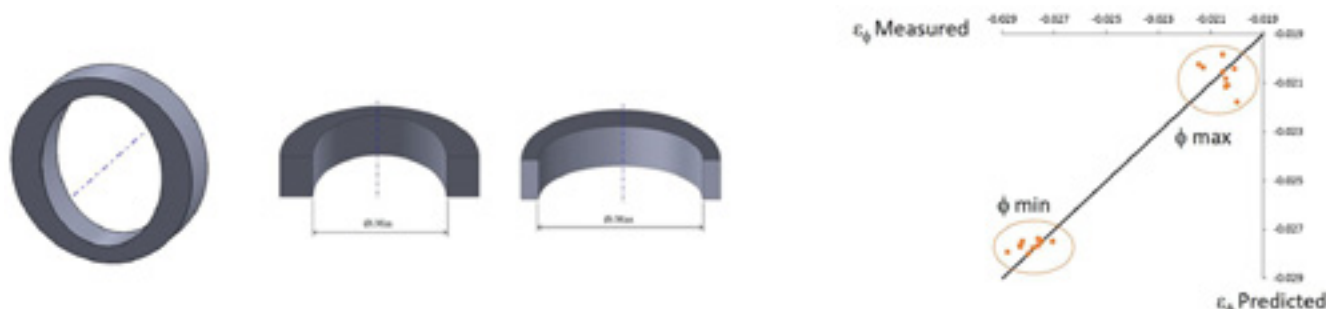
Il progetto *Design for Sintering* è un club project EPMA (European Powder Metallurgy Association) cui partecipano, unitamente a Höganäs (Svezia), leader nella produzione di polveri metalliche, i principali produttori europei di componenti sinterizzati: AMES (Spagna), GKN Sintermetals (Germania), Miba (Austria) e Sintex (Danimarca), che coprono circa l'85% della produzione europea nel settore automotive. Scopo del progetto è applicare la procedura di progettazione, definita su geometrie semplici, a componenti di forma complessa della produzione industriale, per verificarne l'affidabilità nel prevedere le variazioni dimensionali anisotrope. Sono stati considerati componenti differenti per materiale, dimensioni, geometria, prodotti nelle condizioni industriali standard. Data la complessa geometria dei componenti è stato necessario "scomporli" per evidenziare anelli concentrici cui applicare la procedura; relazioni di congruenza hanno quindi permesso di associare le variazioni dimensionali dei singoli anelli a quelle del componente intero. Le variazioni dimensionali sono state previste con accuratezza molto buona (differenza fra dimensioni previste e dimensioni reali pari a 0.1-0.2%). Inoltre è stata sviluppata una funzione correttiva che ha permesso di prevedere con analoga accuratezza anche le variazioni dimensionali di elementi non cilindrici (nello specifico, un foro ovale). Questi primi risultati sono stati considerati molto promettenti dai partners, che hanno deciso di approfondire lo studio dell'anisotropia delle variazioni dimensionali partecipando ad un ulteriore progetto. L'attuale progetto *Design for Sintering - 2*, della durata di tre anni, approfondirà lo studio dei meccanismi responsabili dell'anisotropia analizzando diversi materiali e diverse geometrie, concentrando l'attenzione in particolare sull'effetto di diverse strategie di pressatura. L'ampliamento del database e l'implementazione della procedura di progettazione con i risultati ottenuti, permetteranno di migliorarne ulteriormente l'affidabilità.



Procedura per la previsione delle variazioni dimensionali anisotrope.



Applicazione della procedura a componenti reali assiasimmetrici e confronto tra variazioni dimensionali previste e misurate.



Applicazione della procedura a componente reale ovale e confronto tra variazioni dimensionali previste e misurate.

LA VOCE AGLI STUDENTI

I rappresentanti degli studenti si presentano

Se vi state chiedendo chi sono i rappresentanti degli studenti all'interno del Dipartimento di Ingegneria Industriale, allora questo articolo potrebbe chiarirvi un po' le idee e darvi le informazioni di cui non eravate a conoscenza.

Chi siamo e cosa facciamo?

Siamo un gruppo di ragazzi che contribuisce in prima persona a migliorare l'esperienza degli studenti del Dipartimento di Ingegneria Industriale oltre che a rappresentarli.

Il compito principale che ci è assegnato è quello di fare da tramite: capire le necessità e le difficoltà dello studente e riportarle al corpo docente in modo efficace, interfacciandoci con i diversi delegati del Dipartimento. Cerchiamo di risolvere problematiche quotidiane riguardo orari, appelli di esami e altre questioni affini. Crediamo nel valore della partecipazione degli studenti alla vita dell'Università, per questo promuoviamo svariate attività e iniziative. Siamo a disposizione per domande e costantemente alla ricerca di consigli per migliorare l'esperienza dello studente, forti dell'appoggio da parte dei docenti sempre disponibili al dialogo.

Oltre a questo, partecipiamo attivamente all'amministrazione universitaria, prendiamo parte ai Consigli di Dipartimento e abbiamo la possibilità di presenziare in tutti i vari corpi amministrativi dell'Ateneo tra cui: Senato, CDA e il Consiglio degli Studenti, tutti essenziali per la gestione dell'intera Università.

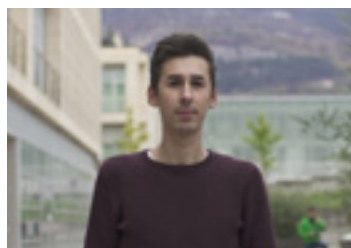
Cosa abbiamo imparato da questa esperienza?

Possiamo dire che la rappresentanza sia parte complementare di ciò che impariamo nei vari corsi di studio. Oltre a scoprire le dinamiche che regolano l'amministrazione di un organismo complesso come l'Università, abbiamo acquisito molte delle cosiddette "soft skill" che le aziende tanto cercano nei profili dei futuri ingegneri come: l'importanza del team working, prendersi la responsabilità di una decisione e risolvere problemi organizzativi o legati alla didattica. Tutto questo ci ha dato modo di sentirci parte della comunità studentesca attivamente così da non essere solo di passaggio ma di lasciare un segno della nostra esperienza nell'Ateneo.

Vuoi fare anche tu quest'esperienza?

Vuoi metterti alla prova e migliorarti come persona a 360° andando oltre alle conoscenze didascaliche date dai vari corsi? Il mandato dei rappresentanti ha una durata di due anni, e veniamo votati durante le elezioni studentesche dove, oltre alla carica citata, si vota anche per altri quattro organi centrali dell'Università, ovvero Senato Accademico, Commissione Paritetica, Consiglio dell'Opera Universitaria, Commissione Sport. A novembre di quest'anno si tornerà a votare, quindi se volete mettervi in gioco e avere la possibilità di vivere questa meravigliosa esperienza, non esitate a contattarci per chiederci informazioni e per capire meglio come funziona la candidatura. In ogni caso vi invitiamo a votare perché riteniamo che sia fondamentale la vostra partecipazione nella scelta di chi vi rappresenterà.

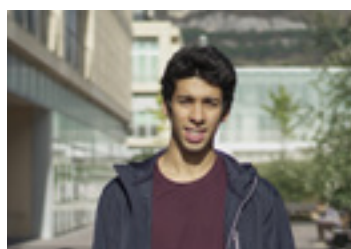
rapp.stud.dii@unitn.it



Giovanni Poletti
22 anni, iscritto al terzo anno di Ingegneria Industriale indirizzo Meccatronica.



Federico Borin
22 anni, iscritto al terzo anno di Ingegneria Industriale indirizzo Meccatronica.



Yahia El Ourrak
21 anni, iscritto al terzo anno di Ingegneria Industriale indirizzo Meccatronica.



Simone Gobbi
22 anni, in procinto di laurearsi in Ingegneria Industriale indirizzo Materiali.



Davide Pierobon
24 anni, in procinto di laurearsi in Ingegneria Industriale indirizzo Meccatronica.



Matteo Berlato
23 anni, iscritto al secondo anno di LM Ingegneria Meccatronica.



Nicole Soligo
22 anni, iscritta al primo anno di LM in Materials and Production Engineering.

In questo numero:

PROGETTO DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA	1
I progetti di ricerca del DII nell'ambito dell'azione Dipartimenti di Eccellenza	
Dario Petri	
PROGETTO DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA	2
Nuovi materiali e strutture per l'attuazione e il controllo di sistemi robotici (MAT4ROB)	
Marco Fontana	
PROGETTO DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA	3
Progetto REGENERA: progettazione e fabbricazione di protesi rigenerative per vertebra e per il disco intervertebrale	
Antonella Motta	
PROGETTO DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA	4
3-D printing of innovative materials (3D-P iMAT)	
Massimo Pellizzari	
PROGETTO DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA	5
Il progetto FLEXIBLE SENSORS	
Alberto Quaranta	
PROGETTO DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA	6
E-Mat (E-field manipulated materials)	
Vincenzo M. Sglavo	
PROGETTO DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA	7
Decision support systems for industrial applications	
Matteo Brunelli	
PROGETTO DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA	8
Ridurre le emissioni dei veicoli stradali non dovute a combustione: il contributo dei sistemi frenanti	
Stefano Gialanella	
WINTER SCHOOL	9
Innovation in Autonomous Systems (WSIAS2020)	
Daniele Fontanelli	
EVENTI	10
Autumn Career Day 2019	
Vincenzo M. Sglavo	
RICERCA	11
EPMA Club Project Design for Sintering	
Ilaria Cristofolini	
TESTIMONIANZE	13
La voce agli studenti	