

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

dii DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE

DII INFORMA

NEWSLETTER DEL DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE
DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Cover story



Precipitati di idrossiapatite su un substrato a base di calcio-silicato.

La figura mostra la particolare morfologia "a fiore" dei precipitati di idrossiapatite, un minerale calcio-fosfatico che costituisce la parte inorganica delle ossa, formatisi su un substrato calcio-silicatico ottenuto da polimeri preceramici e fillers. Tale materiale è stato sintetizzato allo scopo di essere impiegato come scaffold per la rigenerazione o riparazione ossea, nell'ambito dell'ingegneria tissutale.



Ing. Laura Fiocco

Nata a Motta di Livenza, il 05/05/1988. Dottoranda in Ingegneria Industriale XXVIII ciclo. Dopo aver conseguito la laurea magistrale in Ingegneria dei Materiali nell'ottobre 2012 presso l'Università di Padova, ha iniziato la sua attività di ricerca come dottoranda presso il gruppo Ceramic Avanzati e Vetri del DII. I suoi interessi di ricerca riguardano principalmente la sintesi e lo sviluppo di materiali ceramici da polimeri preceramici e fillers, con particolare riferimento a ceramici silicatici biocompatibili e bioattivi.

www.dii.unipd.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

dii DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE

Direttore: Massimo Guglielmi

Vicedirettore: Stefania Bruschi

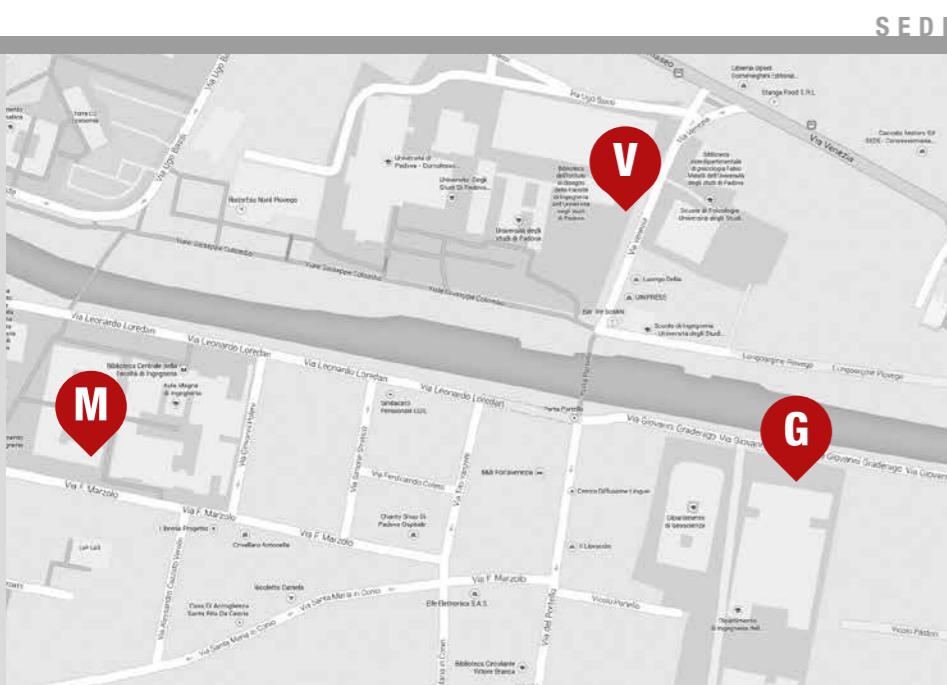
Segreteria amministrativa:
Sandra Dal Bianco

DII
Dipartimento di Ingegneria Industriale,
Università degli Studi di Padova

Sede legale e amministrativa
Via Gradenigo, 6/a - 35131 Padova
tel. +39 049 8277500
fax +39 049 8277599
segreteria@dii.unipd.it
www.dii.unipd.it

 Via Marzolo, 9 - 35131 Padova

 Via Venezia, 1 - 35131 Padova





C O P E R T I N A

Precipitati di idrossiapatite su un substrato a base di calcio-silicato.

PAGINA

4

Bioingegneria, biotecnologia e tecnologie per la salute

Wavelet transform analysis (WTA) of Laser Doppler signals to assess skin perfusion

5

Energia

Analysis of the unstable behaviour of pump-turbines in pumped-hydro energy storage plants

6

Ingegneria dei sistemi elettrici

Strategic Project MAESTRA: Redox Flow Batteries for Energy Storage

7

Ingegneria dei sistemi meccanici

Experimental estimation of the heat energy dissipated in a volume surrounding the tip of a fatigue crack

8

Materiali avanzati

Graphene/TiO₂ based catalysts on nanostructured membranes as advanced solutions for VOCs control

9

Mobilità sicura e sostenibile

Electric Vehicle Wireless Battery Charger

10

Processi, prodotti e servizi

Surface plasmon based optical gas sensors for environmental monitoring

11

Ambiente

Layered glass-ceramics as a new solution for the valorization of inorganic waste

Didattica

12

Corso di laurea triennale in Ingegneria dell'Energia

13

Corso di laurea magistrale in Ingegneria Aerospaziale

14

Achievements

15

Young researchers

16

Cover story



La Newsletter DIInforma ha visto la nascita all'inizio di quest'anno come strumento per stimolare le collaborazioni all'interno del Dipartimento di Ingegneria Industriale (DII) e rendere visibile, all'esterno, l'intensa attività scientifica e didattica svolta in Dipartimento. Si deve all'allora direttore del DII, Andrea Stella, il merito di aver fortemente creduto nell'utilità e importanza di una Commissione Immagine, senza la quale non sarebbe probabilmente stato possibile realizzare questa Newsletter.

Questo è il quarto numero, dopo due numeri regolari ed un numero speciale. Con esso continua la presentazione delle attività di ricerca del Dipartimento di Ingegneria Industriale e l'illustrazione dei percorsi formativi nel DII. In questa Newsletter sono illustrate attività di ricerca nei settori dei materiali avanzati per l'ambiente (sensori plasmonici per il monitoraggio ambientale, produzione di vetroceramiche stratificate a partire da rifiuti inorganici, catalizzatori a base di grafene e biossido di titanio su membrane nanostrutturate per il controllo dei VOC), dell'energia (batterie redox per l'immagazzinamento elettrochimico di energia, turbine a pompa per l'immagazzinamento idroelettrico), della mobilità (caricatori di batteria senza fili per una mobilità sostenibile), della meccanica della frattura (stima sperimentale dell'energia termica dissipata nella propagazione di una cricca da fatica, stima della vita a fatica in giunti saldati), della bioingegneria (applicazione della flussimetria laser-doppler nell'analisi dell'emodinamica del microcircolo cutaneo). Nella parte dedicata alla didattica sono illustrati il Corso di Laurea Triennale in Ingegneria dell'Energia e il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale. Infine, nella pagina delle realizzazioni (Achievements) sono richiamati il premio ottenuto dagli studenti del team FELDs nella Student Competition al 66° International Astronautical Congress, il premio ottenuto dai tre migliori allievi del corso Smart Energy Management per progetti di efficientamento energetico, la nomina del collega Nicola Bianchi a IEEE fellow, uno dei riconoscimenti più prestigiosi dell'Associazione.

Come nuovo direttore del DII desidero esprimere il mio profondo riconoscimento a tutti coloro che si stanno prodigando per assicurare continuità e qualità a questo importante strumento di comunicazione e informazione, che favorisce la conoscenza e stimola la collaborazione tra le diverse discipline e culture di un Dipartimento grande ed articolato quale è il Dipartimento di Ingegneria Industriale. Primi tra tutti i membri della Commissione Immagine che curano questa attività, dedicandosi ad essa con abnegazione, passione e determinazione. Un doveroso ringraziamento va anche a coloro che contribuiscono attivamente ad elaborare il materiale con cui riempire queste pagine. Sono certo che questo sforzo sarà apprezzato da tutti coloro che leggeranno queste pagine, sia in Ateneo, sia al di fuori di esso. La diffusione delle Newsletter in altri Atenei, negli enti di ricerca pubblici e privati, nel mondo delle imprese, nelle istituzioni, mira non solo a divulgare le attività del Dipartimento a fini puramente conoscitivi, ma anche a stimolare la nascita di nuove collaborazioni, volte a rendere sempre più efficace lo sviluppo di attività di ricerca, di iniziative didattiche, di collegamenti con il territorio.

Buona lettura e arrivederci al prossimo numero.



Bioingegneria, biotecnologia
e tecnologie per la salute
Bioengineering

DII research group
Chemical Bioengineering



Andrea Bagno
andrea.bagno@unipd.it
phone: +39 049 8275004

Collaborator
Myriam Ferrari

www.dii.unipd.it

This activity is carried out in collaboration
with Dr Romeo Martini
(Angiology Unit, Azienda Ospedaliera di Padova).

Main research topics:

- Innovative biomaterials: synthesis of bioactive peptides and covalent functionalization of surfaces.
- Synthesis of DNA mimetics for biosensors.
- Matrixes of self-assembling peptides chemoselectively modified for regenerative medicine.
- Biomechanical characterization of animal pericardium for prosthetic heart valves.
- Functional assessment and classification of mechanical heart valve prostheses.
- Analysis of skin perfusion by laser Doppler fluxymetry.

Wavelet transform analysis (WTA) of Laser Doppler signals to assess skin perfusion

The hemodynamics of skin microcirculation can be clinically assessed by means of Laser Doppler Fluxmetry. Laser Doppler signals show periodic oscillations because of fluctuations of microvascular perfusion (flowmotion), which are sustained by contractions and relaxations of arteriolar walls rhythmically changing vessels diameter. Wavelet Transform Analysis (WTA) applied to Laser Doppler signals displays six characteristic frequency intervals (FI) from 0.005 to 2 Hz. Each FI is assigned to a specific structure of the cardiovascular system (Table 1).

WTA is based on an oscillating function of limited duration called “mother wavelet”, the shape thereof is chosen depending on signal features. The Morlet’s wave was the most suitable to our purposes. To compare the contribution of vascular structures on skin perfusion, absolute amplitude (AA) and relative amplitude (RA), absolute power (AP) and relative power (RP) were calculated for each FI.

Peripheral arterial obstructive disease (PAOD) is a sign of atherosclerosis affecting lower limb. Intermittent claudication (IC) is one of the most frequent manifestations of PAOD. IC patients were studied before and after Post Occlusive Reactive Hyperemia (PORH). PORH was performed following three steps: rest (baseline), occlusion, and reactive hyperemia (Fig. 1). Examples of power spectra obtained by the application of WTA to original perfusion signals at rest and during reactive hyperemia are depicted in Fig. 2.

Significant differences are only detectable for respiration (FI II): RA decreases from 0.772 at rest to 0.598 during hyperemia (-23 %, p = 0.0431); RP decreases from 0.137 at rest to 0.062 during hyperemia (-55 %, p = 0.0492). The reactive hyperemia does not elicit any other structure of the cardiovascular system as compared to the baseline. When significant improvements in local endothelial, sympathetic and myogenic activities are not present, it is possible to hypothesize a primitive damage to microcirculation regardless macrocirculation impairment.

Table 1. Frequency intervals (FI) and vascular activities

FI	Frequency [Hz]	Activity
I	0.6-2.0	cardiac
II	0.145-0.6	respiratory
III	0.052-0.145	myogenic
IV	0.021-0.052	neurogenic
V	0.0095-0.021	endothelial (NO-dependent)
VI	0.005-0.0095	endothelial (NO-independent)

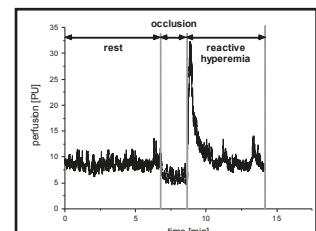


Fig. 1. A typical LDF signal acquired during PORH.

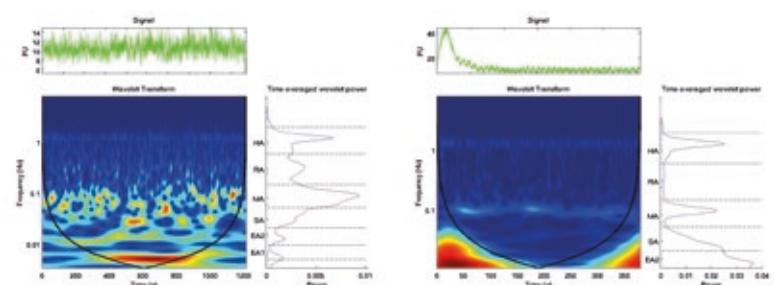


Fig. 2. Left: the original perfusion signal (baseline), the corresponding scalogram and the spectrum. Right: the original perfusion signal (hyperemia), the corresponding scalogram and the spectrum.

Analysis of the unstable behaviour of pump-turbines in pumped-hydro energy storage plants

Reversible pump-turbine machines are the most common mechanical equipment used in the new generation of pumped-hydro energy storage plants and they are generally preferred to other technical arrangements because of their cost effectiveness. Indeed, pump storage plants have the ability to act as a battery and can support fast grid changes, thanks to their flexibility. Therefore, they are the ideal complimentary solution for intermittent renewable energies. However, to do this they require faster and more frequent changes between pumping and generating modes and more operation of the machine under off-design conditions. Even though varying the rotational speed of pump turbines has allowed increasing the continuous operating range of pump-turbines, some hydraulic instabilities at part load in both pump and turbine modes still exist. This represents a limit for the exploitation of a more extended continuous operating range of pump-turbines.

Experimental analyses were carried out on a pump-turbine in pump mode to study the characteristics and the development of the unsteady phenomena in saddle-instabilities region. Both the pressure variation in time and frequency domains and high-speed flow visualizations were used to detect and analyze the unsteady patterns developing in the instability region from 45% to 70% of the design flow rate (Fig. 1).

In turbine mode, the unstable behavior of a pump-turbine during a load rejection scenario with servomotor was investigated by a numerical analysis of the speed-discharge characteristic up to the pump-turbine brake zone. The onset of unsteady phenomena in the pump-turbine resulted not to be a sufficient condition for giving rise to the unstable behaviour. Only when they evolved in a fully-developed rotating stall (Fig. 2) characterized by a well-defined frequency, did the head start to increase causing the S-shape, suggesting the development of proper design criteria as a possible solution to limit or eliminate the unstable behavior.

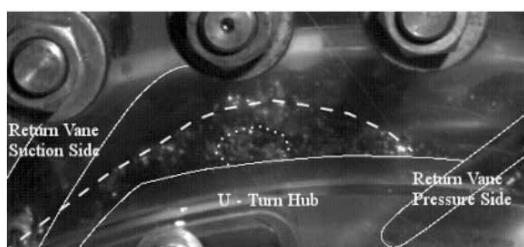


Fig. 1

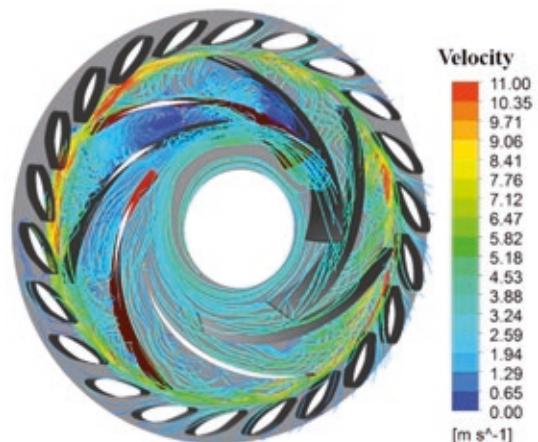


Fig. 2

Energia
Energy

DII research group
TES – Macchine a Fluido
e Sistemi Energetici



Giovanna Cavazzini
giovanna.cavazzini@unipd.it
phone: +39 0498276800



Giorgio Pavesi
giorgio.pavesi@unipd.it
phone: +39 0498276768



Guido Ardizzon
guido.ardizzon@unipd.it
phone: +39 0498276763

Assisted by
Eng. Alberto Covi
Eng. Jun Yang

www.dii.unipd.it/macchine-fluido-e-sistemi-energetici

The research project was supported by the University of Padova (No. CPDA130025/13), National Natural Science Foundation of China (Grant No. 51409123), and China Postdoctoral Science Foundation funded project (Grant No. 2014M560402).

The research project is carried out in collaboration with Alstom Power (France), University of Madrid (Spain) and Jiangtsu University (China)

Main research topics:

- Optimal design and management of hydro and pumped-hydro power plants
- Design and optimization of hydraulic and wind turbines (VAWT and HAWT)
- Cavitation, instability and pressure pulsations in turbomachines at design and off-design operation conditions
- Design and management optimization of energy systems by means of multi-criteria methods, Life Cycle Assessment (LCA)
- Gas turbines: development of numerical codes for performance prediction
- Aerodynamic optimization of rotors of helicopters and of high efficiency profiles isolated and detached

Ingegneria dei sistemi
elettrici
Electric systems

DII research group
Accumulo energetico e
modellistica elettromagnetica
e multifisica



Massimo Guarnieri
massimo.guarnieri@unipd.it
phone: +39 049 8277524



Piergiorgio Alotto
piergiorgio.alotto@unipd.it
phone: +39 049 8277567



Federico Moro
federico.moro@unipd.it
phone: +39 049 8277550

www.dii.unipd.it/grp/eces/

Project:

MAESTRA - "From Materials for Membrane-Electrode Assemblies to Electric Energy Conversion and Storage Devices" (cod. STPD11XNRY_002)

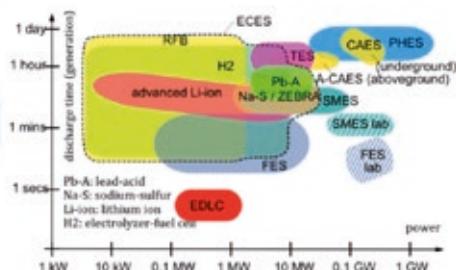
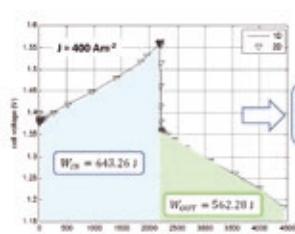
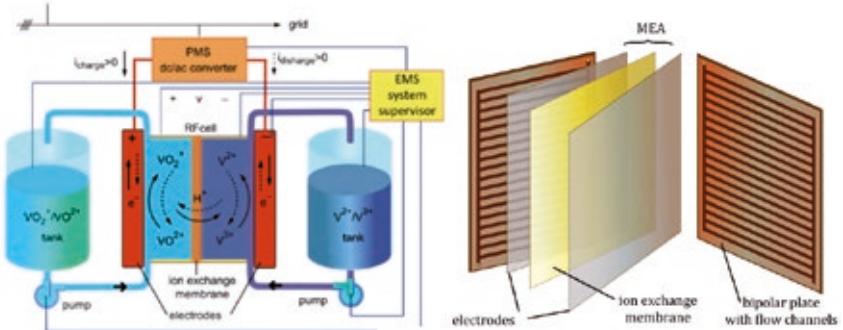
Progetti strategici UniPD 2011

Strategic Project MAESTRA: Redox Flow Batteries for Energy Storage

Renewable energy sources are estimated to increase their penetration to more than 25% by 2030. Unlike conventional power plants, wind, solar, and other renewable sources are intermittent because they generate electricity according to time and climatic conditions. Recent studies have suggested that traditional electrical grids can become unstable if power from intermittent sources exceeds 20% of the whole generated power without energy storage.

Redox Flow Batteries are a recent and a highly promising technology for stationary applications. The principle behind them is a couple of electrochemical reduction and oxidation reactions occurring in two liquid electrolytes containing metal ions. Both half-cells where the reactions occur are connected to external storage tanks provided with circulating pumps. Since RFBs operate by changing the metal ion valence, without consuming ion metals, they allow for long cycle service life. Other appealing features of this technology are: high round-trip efficiency (up to 85%), long durability, fast response. Moreover, RFB reactions are completely reversible, enabling the same cell to operate as converter of electricity into chemical energy and vice-versa.

The MAESTRA project, funded by the University of Padova with 809 k€, aims at developing state-of-the-art technologies, which are needed for the production of more durable, more flexible, and cheaper RFB. The final goal is to make innovative ECES technologies available to Italian industry for the implementation of products suitable for future grid requirements. Engineering efforts are centred on system scale-up and optimization as regards cell and stack flow geometries, power management and supervisor systems.



Main research topics:

- Electrical Energy Storage
- Electrical Engineering
- Multiphysics Modelling
- Electrochemical Devices
- Electrical Systems
- Power Conversion and Storage

Experimental estimation of the heat energy dissipated in a volume surrounding the tip of a fatigue crack

Fatigue crack initiation and propagation involve plastic strains that require some work, W , to be done on the material. Most of this irreversible energy is dissipated as heat, Q , and consequently the material temperature increases during fatigue loading processes. On the basis of a theoretical model proposed by Meneghetti (2007), the heat energy dissipated in a unit volume of material per cycle has been averaged in a volume V surrounding the tip of a propagating crack. Such energy per cycle parameter, Q^* , is estimated experimentally on the basis of the radial temperature profiles measured from the crack tip outward by means of an infrared camera, according to Eq.1 (see Fig. 1). S_{cd} , S_{cv} and S_{ir} are parts of the control volume surface, through which Q is transferred to the surroundings by conduction, convection and radiation, respectively. Since the thermal power extracted from V by conduction is far greater than that dissipated by convection and radiation, it can be calculated from the thermal flux, h , through its boundary:

$$\int_V H \cdot dV \cong \int_{S_{cd}} -\lambda \cdot \text{grad} \bar{T}_m \cdot \vec{n} \cdot dS_{cd} \rightarrow = -\lambda \cdot z \cdot R \cdot \int_{-\pi}^{+\pi} \frac{\partial T_m(r, \theta)}{\partial r} \Big|_{r=R} \cdot d\theta \quad (1)$$

So far the averaged heat loss Q^* has been estimated on cracked AISI 304L stainless steel specimens subjected to push-pull fatigue loads. The experimental temperatures close to the crack tip have also been compared successfully with an analytical solution available in the literature. It is anticipated that Q^* is a promising parameter to evaluate experimentally the crack propagation rate, i.e. the residual service life of components and structures subjected to fatigue loadings.

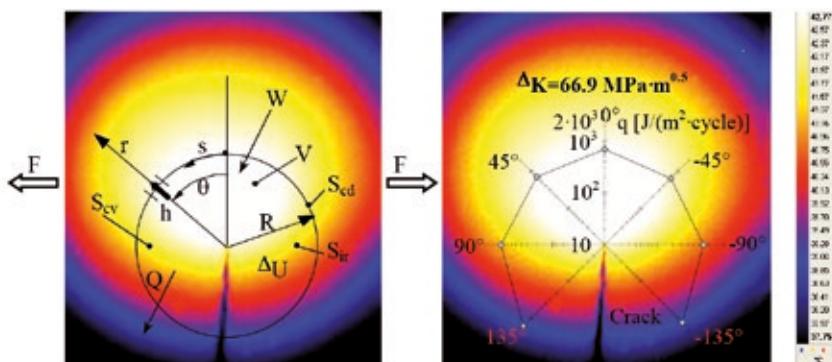


Fig.1. Energy balance for a volume of material V surrounding a crack tip subject to Mode I fatigue loadings.

Fig. 2. Experimental distribution of the energy flux per cycle q along the boundary of the control volume V at different angles θ .

Ingegneria dei sistemi meccanici <i>Mechanical systems</i>	DII research group Management and Entrepreneurship
---	---

	Giovanni Meneghetti giovanni.meneghetti@unipd.it phone: +39 049 8276751
	Mauro Ricotta mauro.ricotta@unipd.it phone: +39 049 8276762

www.dii.unipd.it/costruzione-di-macchine

Collaborazioni e progetti:

This work was carried out as a part of the Italian Research Program PRIN 2009Z55NWC of the Ministry of University and Scientific Research and of the project CODE CPDA145872 of the University of Padova.

Main research topics:

- Structural Integrity
- Fatigue behaviour of Metallic Materials and Structures
- Fracture Mechanics of Metallic Materials
- Fatigue and Fracture design methods of Metallic and Polymer materials

Materiali avanzati Advanced Materials

DII research group
Polymer Engineering
Group (PEG)



Michele Modesti
michele.modesti@unipd.it
Phone: +39 049 8275541



Alessandra Lorenzetti
alessandra.lorenzetti@unipd.it
Phone: +39 049 8275556



Martina Roso
martina.roso@unipd.it
Phone: +39 049 8275735



This study was carried out in collaboration with:

Dr. Carlo Boaretti
(PhD student at University of Padova)
Dr. Denis Hrelja
(Research fellow at University of Padova)

This project started thanks to the cooperation
with the research group of
Prof. Seeram Ramakrishna at the Centre of
Nanofibers & Nanotechnology,
National University of Singapore (NUS), Singapore.

Main research topics:

- Physical and chemical recycling of polymeric materials
- Thermal stability and fire behavior of polymeric materials
- Polymeric nanocomposites
- Polymer and biopolymer processing
- Nanostructured membranes based on nanofibers (electrospinning and electrospraying)

Graphene/TiO₂ based catalysts on nanostructured membranes as advanced solutions for VOCs control

Photocatalytic oxidation processes (PCO) represent more and more promising technologies for air purification and the development of new solutions in pollution sensing and prevention by using adequate nanostructures with unique properties has gained more interest in the scientific community.

The present work is meant to show the production, characterization and the photocatalytic performance of nanostructured membranes based on electrospun polyacrylonitrile (PAN) scaffolds and graphene/titania based catalysts. Three different systems of photocatalyst were chosen (Fig.1) in order to compare their photocatalytic properties: pristine TiO₂, TiO₂ plus a few-layers graphene (Fig.2) and TiO₂/reduced-graphene composite obtained by hydrothermal method from graphene oxide. Results of the photocatalytic performance on methanol gas-phase degradation, revealed a higher reaction rate of the graphene based photocatalysts wherein an effective charge transfer, enhanced by graphene, has been supposed to reduce the charge recombination increasing the photocatalytic activity of TiO₂ nanoparticles. Moreover, it has been found that the performance of the nanostructured membranes can be restored by stripping with an inert gas several times and this property makes them a good candidate as active filter media.

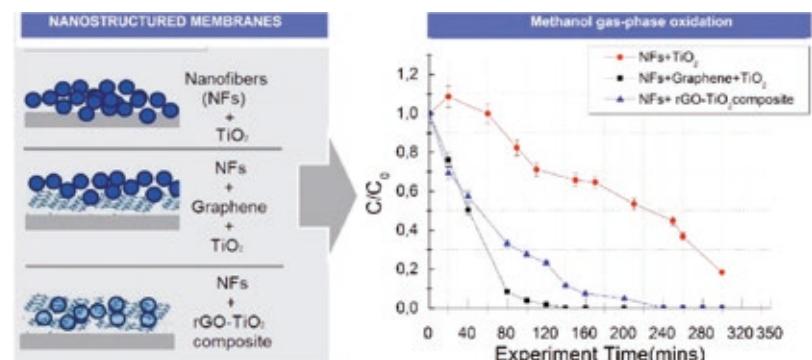


Fig.1. Left: Outline of the membrane production steps: Type A, PAN nanofibers and pristine TiO₂ nanoparticles; Type B, multilayered PAN nanofibers, graphene layer and TiO₂ nanoparticles; Type C, PAN nanofibers and TiO₂/graphene composite; Right: Plot of the ratio C/C₀ vs time for different nanostructured membranes

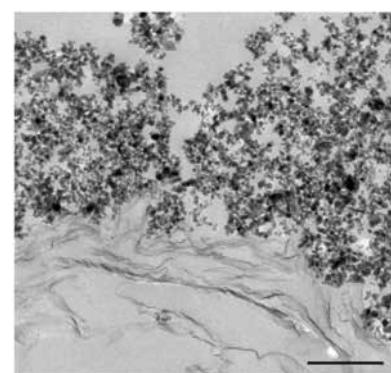


Fig. 2.
TEM micrograph of the membrane based on electrospun nanofibers, plus graphene layer and TiO₂ layer (bar scale 500 nm)

Electric Vehicle Wireless Battery Charger

The battery chargers (BCs) fitted onboard today's electric vehicles (EVs) need a wired connection to draw power from the grid. They exploit a rather simple and well-grounded technology, but oblige the driver to tinker with cables and plugs, expose him to hazards especially under adverse weather conditions, and so on. Recently, BCs based on the wireless power transfer (WPT) paradigm have been proposed. They use two separate stages, one is buried in the charging area and is fed by the grid, whilst the other one is still fitted onboard EV. Both the stages have a coil, with a certain mutual inductance between them when the EV-onboard coil is over the buried one. WPT occurs thanks to the inductive coupling between the two coils. By WPT, charging of the EV battery becomes user-friendly and safe. Furthermore, WPT opens the way to the chance of charging the battery of moving EVs, thus overcoming their nowadays limitations, namely the short range and the long recharging time.

At the Laboratory of Electric System for Automation and Automotive, in the frame of a research contract with ENEA, a prototypal WPT BC for an electric city-car (ECC) with a rated BC power of 560 W has been studied, designed, built up and tested. ECC referred to above is a marketed electric vehicle, available in the Laboratory for experimental purposes. A picture of it is given in Fig. 1. The scheme of the prototype is sketched in Fig. 2. The buried and EV-onboard stages as well as their respective coil are commonly termed transmitting and receiving, respectively. To enhance the efficiency in WPT, two solutions have been adopted: i) the transmitting coil of the prototype is fed at a somewhat high frequency, set at 85 kHz according to the SAE

guidelines, and ii) the reactive power associated to both the coils is compensated for by capacitor networks that make the two stages resonant. As illustrated by Fig. 2, the transmitting stage is supplied by the grid through a power factor correction (PFC) rectifier with capacitive output filter whilst the receiving stage is cascaded by a chopper that provides for proper charging the ECC battery. The transmitting stage includes a high-frequency inverter that feeds the transmitting coil through a compensating network. The receiving stage includes the receiving coil that feeds a diode rectifier with capacitor output filter through another compensating network. Figs. 3 and 4 show an overview of the setup of WPT BC and of a coil (without the upper cover), respectively. Fig. 5 reports the measured output-input efficiency of the two WPT stages.



Fig. 1 Electric city-car

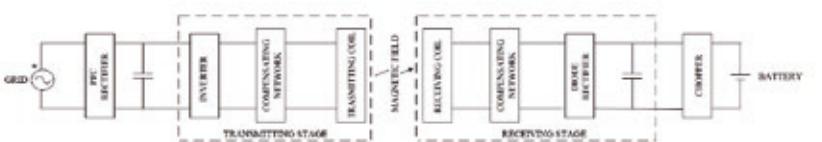


Fig. 2 WPT BC scheme



Fig. 3
WPT BC setup



Fig. 4
Coil setup

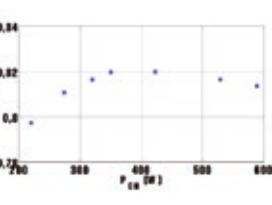


Fig. 5
Power transfer efficiency
vs. transferred power

Mobilità sostenibile *Sustainable mobility*

DII research group
Machine Design



Giuseppe Buja
giuseppe.buja@unipd.it
Phone +39 049 827 7765



Manuele Bertoluzzo
manuele.bertoluzzo@unipd.it
Phone +39 049 827 7923

Assisted by
Kundan Kumar, PhD student
Syamnaresh Garlapati,
PhD student
Hemant Dashora, PhD student
Christian Fontana, PhD student
Rupesh Jha, PhD student
Mattia Forato, PhD student

[www.dii.unipd.it/
power-electronics-industry-and-vehicles-peiv](http://www.dii.unipd.it/power-electronics-industry-and-vehicles-peiv)

Collaborations

- Laboratory of Electric Drives and Power Electronics, University of Trieste, (IT)
- Laboratory of Control Engineering and Power Electronics, University of Ljubljana, (SI)
- Laboratory of Power Electronics, Birla Institute of Technology, (IN)

Main research topics

- Electric vehicles (propulsion drives, wheel AC motors, storage devices, conductive charging, wireless charging)
- Semiconductor power systems (power converters, solid-state transformers, electric power conditioning, grid-connection of energy renewable sources, AC motor supply)

**Processi, prodotti e servizi
Processes, products
and services**

DII research group
Nanoengineering group



Alessandro Martucci
alex.martucci@unipd.it
phone: +39 049 8275506



Massimo Guglielmi
massimo.guglielmi@unipd.it
phone: +39 0498275506

www.nanoeng.dii.unipd.it

Project: PLATFORMS: PLAsmonic nano-Textured materials and architectures FOR enhanced Molecular Sensing - Strategic project of Padova University

Investigation conducted in collaboration with Prof. Paul Mulvaney at Melbourne University, Prof. Giovanni Mattei and Prof Gaetano Granozzi at Padova University

Main research topics:

- Nanoparticles and nanopowders for functional applications.
- Functional and structural thin coatings via wet chemistry.
- Ceramic based nanocomposites.
- Nanostructured materials for gas sensors

Surface plasmon based optical gas sensors for environmental monitoring

Plasmonic gas sensors are optical sensors that use localized surface plasmons or extended surface plasmons as transducing platform. Materials that possess a negative real and a small positive imaginary dielectric constant (like metals) are capable of supporting a surface plasmon resonance (SPR). This resonance is a coherent oscillation of the surface conduction electrons excited by an electromagnetic radiation. Surface plasmons are very sensitive to dielectric variations of the environment or to electron exchange, and these effects have been exploited for the realization of very sensitive and selective gas sensors. We developed nanomaterials for H₂ and also for toxic gas like CO or volatile organic compounds. Recently we developed a highly selective hydrogen sulphide (H₂S) sensor based on the optical monitoring of the SPR variation of Au nanoparticles (NPs) dispersed within a NiTiO₃ sol-gel matrix. The sol-gel matrix provides a porous network that allows the gas molecules to penetrate and reach the reactive sites, while Au NPs are responsible for the strong optical signal in the visible range associated with their SPR peak. Interestingly, Au-free samples are not able to optically detect H₂S; however, the NiTiO₃ matrix has been proven able to successfully decompose H₂S into sulfur oxides (SO_x), with a yield comparable to NiTiO₃-Au composites. This evidence suggests an active role of the oxide matrix in reacting with the target gas, while Au NPs act as optical probes enabling optical detection. As shown in Fig. 1a, a strong variation in absorption around the Au SPR peak is observed after exposure to H₂S: the Au SPR peak is broadened and damped in the presence of H₂S, due to a direct electronic interaction between sulfur and the free electrons at the surface of Au NPs. Minimal or no cross sensitivity towards interfering gases such as CO and H₂ has been proved, especially after a careful selection of the operative wavelength used for the time-resolved tests (Fig. 1b). Such materials demonstrated very high sensitivity to H₂S with detection limits below 10 ppm at operative temperatures between 300 and 350 °C, and very fast response times, of the order of 10–20 s (Fig. 1c). We discovered also an interesting oscillatory behavior when our nanocomposites are exposed to H₂S: a reversible, highly regular change in optical absorption is found to happen when specific samples were exposed to H₂S (Fig. 1d).

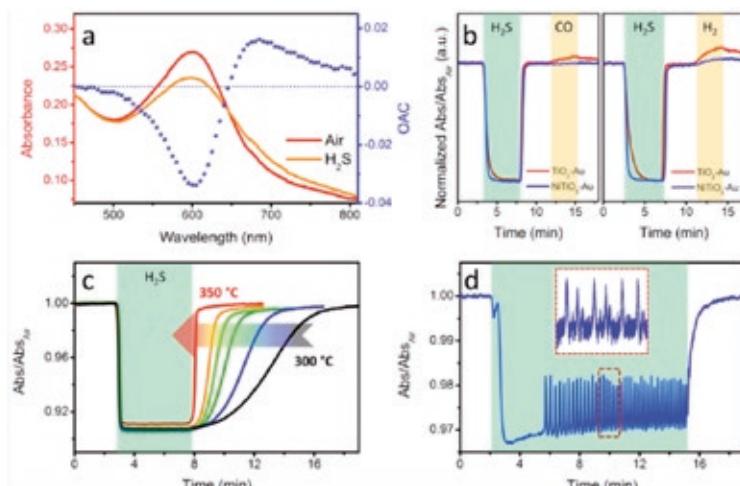


Figure 1. (a) Optical absorption spectra of a NiTiO₃-Au film exposed to air and to 100 ppm H₂S at 350 °C. The blue dotted plot (right vertical axis) shows the variation in absorbance as a function of the wavelength. (b) Time resolved tests for a NiTiO₃-Au film showing the better response to H₂S (100 ppm) and the absence of cross sensitivity to CO (1%) and H₂ (1%) when compared to TiO₂-Au film ($T=350\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\lambda=605\text{ nm}$). (c) Time resolved tests for a NiTiO₃-Au film exposed to 100 ppm H₂S showing the variation in recovery times as a function of the operating temperature ($\lambda=605\text{ nm}$). (d) Oscillatory behavior of a NiTiO₃-Au film exposed to 100 ppm H₂S ($T=350\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\lambda=590\text{ nm}$). The inset shows a zoomed view of a few oscillations.

Layered glass-ceramics as a new solution for the valorization of inorganic waste

Glass-ceramics based on iron-rich waste (slag from nonferrous metallurgy: $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{FeO}/\text{CaO}/\text{ZnO}=24/6/32/21/7$, by wt%) were manufactured by following an innovative approach, combining direct sintering and sintercrystallization processes. According to this method, a layered tile was manufactured by single firing (Fig.1-2), at 900°C, using selected combinations of wastes for both porous body and dense coating layer ("glaze"). The body derived from a mixture comprising 50wt% soda-lime glass and 50% waste (granules with maximum diameter of 150 μm). The glaze resulted from a glass frit, in turn obtained by melting a mixture comprising 75wt% soda-lime glass and 25% waste, undergoing sinter-crystallization, mixed with zircon and recycled borosilicate glass powders (diameter <63 μm). The glaze sealed the porosity of the body and enhanced both mechanical properties and chemical stability. A near-to-zero water absorption rate, despite a low geometric density (~2 g/cm³), was accompanied by a Young's modulus of ~40 GPa and a bending strength of ~30 MPa, so that the developed materials could find applications in the building industry as lightweight tiles. Vitrification of waste was sustainable, since it was applied only to a limited amount of the starting materials. The chemical stability of the new glass-ceramics was assessed by the application of a toxicity control leaching procedure (TCLP). Furthermore, cell culture tests indicated no potential cytotoxicity of the materials (Fig.3).

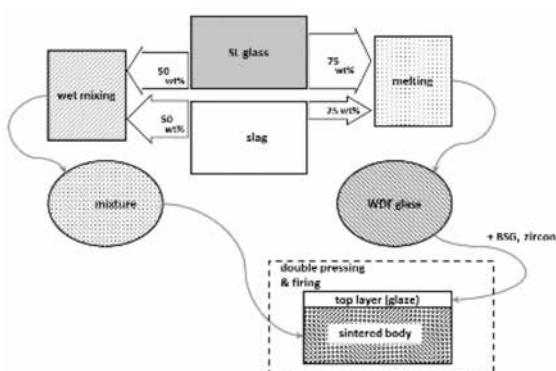


Fig. 1 - Schematic representation of the processes adopted for layered glass-ceramics

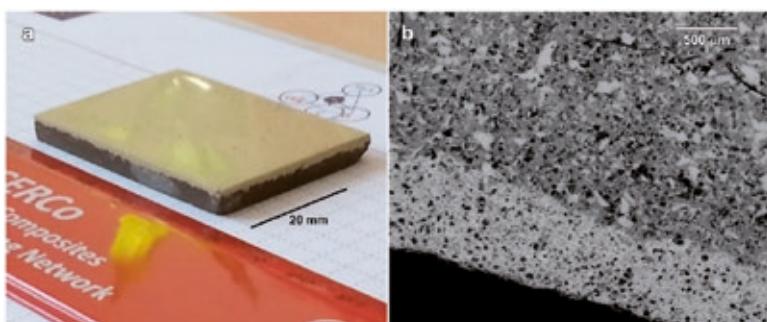


Fig. 2 - Details of a layered glass-ceramic: a) photographic view b) interface (SEM micrograph)

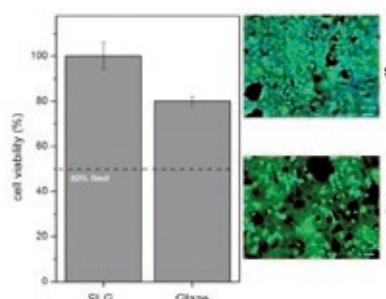


Fig. 3 - Cell viability (in %) referred to a commercial soda-lime glass (SLG) (left); fluorescent microscope images of samples from direct cytotoxicity test (right)

Ambiente Environment

DII research group
ACG - Advanced Ceramics and Glasses



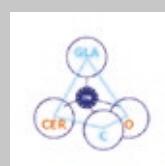
Enrico Bernardo
enrico.bernardo@unipd.it
phone: +39 0498275510

www.dii.unipd.it/ceramici-avanzati-e-vetri

Investigation conducted in collaboration with Prof. Aldo R. Boccaccini and Dr. Rainer Detsch, Institute of Biomaterials, Department of Materials Science and Engineering, University of Erlangen-Nuremberg (Germany), in the framework of the European project "GlaCERCo" (Glass and Ceramic Composites for High Technology Applications – Initial Training Network - <http://www.glacerco.eu/>) [FP7-PEOPLE-2010-ITN].

Further experiments are being carried out in the framework of the European project "CoACH" (Advanced glasses, Composites And Ceramics for High growth Industries European Training Network - <http://www.coach-etn.eu/>) [H2020- MSCA-ITN-2014-ETN]

Extended version of the paper available at
<http://www.maneyonline.com/doi/abs/10.1179/1743676115Y.0000000044> (open access)



Main research topics:

- Novel construction materials from inorganic waste and/or recycled glasses
- Monolithic and cellular glasses and glass-ceramics
- Nanostructured ceramic composites from preceramic polymers and fillers
- Advanced porous ceramic components
- 3D printing of ceramics
- Bioceramics from novel formulations and novel processing
- Porous geopolymers



Corso di laurea triennale in Ingegneria dell'Energia

Obiettivi formativi

Il corso di laurea triennale in Ingegneria dell'Energia presso l'Università di Padova è di recente attivazione e nasce dall'accorpamento di due corsi preesistenti: Ingegneria Energetica e Ingegneria Elettrotecnica. Il corso nasce per preparare le figure professionali più adatte alle richieste dell'attuale panorama lavorativo in costante evoluzione.

Obiettivo principale del corso è formare un ingegnere capace di operare nell'ambito della produzione, distribuzione ed utilizzazione dell'energia nelle sue diverse forme (meccanica, elettrica, termica, chimica), valutandone le interazioni con gli aspetti ambientali, economici e normativi.

Il percorso formativo prevede lo studio di:

- materie di base negli ambiti dell'analisi matematica, dell'algebra e della geometria, del disegno tecnico, della fisica, della chimica, dell'economia ed organizzazione aziendale.
- materie caratterizzanti nel campo della fisica tecnica, dell'elettrotecnica, dei materiali, delle costruzioni meccaniche (o scienza delle costruzioni), delle macchine a fluido, dei sistemi energetici, delle macchine elettriche e degli impianti elettrici.

La maggioranza degli insegnamenti è comune; sono previsti, poi, due diversi indirizzi, che riprendono in parte le caratteristiche dei due corsi di laurea preesistenti:

- Termomeccanico, che analizza con particolare attenzione l'aspetto dell'energetica e degli impianti energetici.
- Elettrico, che approfondisce le conoscenze in tema di tecnica ed economia dell'energia e alla conversione statica dell'energia elettrica.

Cosa si studia

Una conoscenza e una comprensione solide dei fondamenti della Matematica, della Fisica, della Chimica e dei fondamenti metodologici delle discipline ingegneristiche della classe industriale sono essenziali per poter soddisfare gli obiettivi di apprendimento del corso di laurea in Ingegneria dell'energia e acquisire una consapevolezza del più ampio contesto multidisciplinare dell'ingegneria. I laureati devono raggiungere una comprensione sistematica dei concetti chiave dell'Ingegneria dell'energia e in particolare delle discipline elettriche, meccaniche, energetiche ed impiantistiche che ne costituiscono il nucleo caratterizzante. Lo studente acquisirà le conoscenze predette attraverso la frequenza dei corsi teorici e delle relative esercitazioni previsti a manifesto, il confronto e il dialogo con i docenti, e verificherà la sua preparazione sostenendo le prove di profitto previste. Il materiale didattico, in forma cartacea e in formato elettronico, costituisce il naturale supporto per l'acquisizione delle conoscenze.

Prospettive post-corso

Il laureato triennale in Ingegneria dell'Energia potrà trovare impiego:

- nelle aziende di produzione e distribuzione di energia (energia elettrica, gas naturale, prodotti petroliferi)
- negli studi professionali che si occupano di impiantistica civile e industriale (idraulica, termica, elettrica) o di valutazioni di impatto ambientale nelle aziende municipalizzate, nelle aziende industriali che siano autoproduttrici di energia o che abbiano rilevanti consumi energetici (figura dell'energy manager)
- nelle aziende produttrici di apparecchiature per l'utilizzo del calore e del freddo o per la conversione energetica (pompe, turbine, motori endotermici, caldaie, scambiatori di calore, sistemi frigoriferi, apparecchiature elettriche, ecc.).

In alternativa, il laureato potrà proseguire gli studi per conseguire una Laurea Magistrale. Sarà possibile accedere, senza integrazioni che comportino l'acquisizione di crediti formativi aggiuntivi, ai corsi di Laurea Magistrale in:

- Ingegneria dell'Energia Elettrica (si suggerisce di seguire l'indirizzo elettrico)
 - Ingegneria Energetica (si suggerisce di seguire l'indirizzo elettro-meccanico).
- L'iscrizione ad altri corsi di laurea comporterà la necessità di colmare alcuni debiti formativi, stabiliti dai rispettivi Consigli di corso di studio prima dell'iscrizione.

Corso di laurea magistrale in Ingegneria Aerospaziale

Obiettivi formativi

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale ha lo scopo di fornire una preparazione specifica rivolta alla progettazione, la gestione e l'avanzamento tecnologico di veicoli e vettori spaziali e dei relativi sottosistemi per applicazioni civili, industriali e scientifiche. Lo studente deve già possedere una solida preparazione di base tecnico-scientifica nel campo dell'Ingegneria Industriale e, per un numero di crediti, dell'Ingegneria Aerospaziale. Deve inoltre essere orientato agli sviluppi tecnologici del settore che presentano dinamiche d'innovazione molto rapide. Nel percorso formativo di secondo livello, l'allievo ingegnere aerospaziale acquisirà una preparazione scientifica e professionale rivolta essenzialmente ai filoni culturali specifici del settore aerospaziale (aerodinamica, strutture aerospaziali, astrodinamica, propulsione, strumentazione, impianti e sistemi). Tale preparazione sarà comunque affiancata da un certo numero di corsi appartenenti a campi propri dell'ingegneria industriale (macchine a fluido, meccanica delle vibrazioni, misure meccaniche e termiche, controllo termico, tecnologia dei materiali), con contenuti per quanto possibile orientati alla formazione di un ingegnere aerospaziale.

Cosa si studia

- Completamento della formazione in corsi sinergici dell'ingegneria industriale (corsi di meccanica, tecnologia, misure, controllo termico, strumentazione)
- Pratica di laboratorio in materie dell'ingegneria aerospaziale (e.g., strutture aerospaziali, propulsione)
- Approfondimento delle materie centrali dell'ingegneria aerospaziale (astrodinamica, aerodinamica, impianti e sistemi, costruzioni e strutture)
- Corsi a scelta che rafforzano la preparazione della laurea di primo livello (e.g., teoria dei controlli, scienza dei materiali, navigazione, strumentazione ottica)

Prospettive post-corso

In generale, la Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale mira a fornire agli studenti capacità professionali che li mettano in grado di: operare nelle industrie nazionali ed internazionali del settore; gestire efficacemente rapporti con le agenzie ed enti spaziali; interfacciarsi con enti pubblici e privati per la sperimentazione in campo aerospaziale. A tale proposito giova sottolineare che i programmi spaziali hanno, per loro natura, una forte interdisciplinarietà, in quanto ogni sistema spaziale si contraddistingue per la complessità risultante dalla progettazione, realizzazione, integrazione e collaudo integrazione di sottosistemi, unità e componenti concepiti in accordo con lo stato dell'arte di discipline diverse. Inoltre, la complessità di molte missioni richiede investimenti consistenti, che possono essere affrontati solo attraverso la costituzione di estese collaborazioni internazionali.

In questo contesto, ai laureati si aprono sbocchi occupazionali che si estendono ben al di fuori dei limiti regionali e nazionali, sia in centri di ricerca, sia in industrie del settore, grazie a conoscenze idonee a svolgere attività professionali in ogni ambito proprio di un programma spaziale: la definizione del profilo di missione, la realizzazione di studi di fattibilità, la definizione dei requisiti tecnico-scientifici, la traduzione di questi ultimi in specifiche di sistema e sottosistema, la progettazione di dettaglio dei sottosistemi di un veicolo spaziale (in particolare la struttura, i meccanismi, il controllo e la determinazione dell'orbita e dell'assetto, il controllo termico, i propulsori), la progettazione opto-meccanica di strumentazione scientifica, la realizzazione di prototipi e il loro collaudo, l'esecuzione di prove sperimentali di qualifica e accettazione di componenti destinati al volo.

Oltre a ciò, un ingegnere aerospaziale ha competenze specifiche per la progettazione e realizzazione di tutti quei sistemi e impianti operanti in ambienti ostili e debolmente controllati, per i quali è richiesta la massima affidabilità operativa, per garantire prestazioni, produttività, qualità del prodotto e livelli di sicurezza nel rispetto delle normative vigenti e cogenti.



www.ias.dii.unipd.it

Achievements



Per ulteriori informazioni rivolgersi al
Prof. Alessandro Francesconi (049 8276839,
alessandro.francesconi@unipd.it)



Per ulteriori informazioni rivolgersi al
Prof. Silverio Bolognani (049 8277509,
silverio.bolognani@unipd.it)



Per ulteriori informazioni rivolgersi al
Prof. Roberto Benato (049 8277532,
roberto.benato@unipd.it)

FELDs EXPERIMENT vincitore della Student Competition al 66° International Astronautical Congress

Gli studenti del team FELDs hanno conquistato l'"Hans Von Muldau Team Award", premio dedicato al migliore articolo scientifico presentato da gruppi di studenti al 66° International Astronautical Congress (IAC), tenutosi a Gerusalemme dal 12 al 16 ottobre scorso. L'IAC, cui partecipano annualmente 2500-3000 delegati, è la più grande conferenza mondiale del settore spaziale. Il premio "Hans Von Muldau" viene conferito al vincitore della International Student Competition indetta dall'International Astronautical Federation.

L'esperimento FELDs (Flexible Electromagnetic Leash Docking system) è stato selezionato nel 2014 per partecipare al programma Drop Your Thesis! dall'Agenzia Spaziale Europea (http://www.esa.int/Education/Meet_the_teams_FELDs_2014).

L'obiettivo dell'esperimento, concepito da un gruppo di cinque studenti (Davide Petrillo, Alessandro Cavinato e Marco Gaino di Ingegneria Aerospaziale, Federico Chiariotti di Ingegneria Informatica e Marco Buonuomo di Ingegneria Elettronica) sotto la supervisione del Prof. Alessandro Francesconi e dei dottorandi Ing. Francesco Branz ed Ing. Riccardo Mantellato, era di verificare il comportamento di un innovativo sistema a filo (tethered) per la cattura di satelliti tramite interazioni elettromagnetiche. La campagna di prova si è svolta per due settimane (3-14 Novembre) a Brema presso il Center of Applied Space Technology and Microgravity, dove il funzionamento di FELDs è stato verificato con successo in condizioni di microgravità, ottenute in caduta libera nella torre ZARM, unica struttura di questo tipo esistente in Europa.

Prof. Nicola Bianchi nominato IEEE Fellow

Ogni anno l'IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) Fellow raccomanda un ristretto gruppo di nominativi per uno dei riconoscimenti più prestigiosi dell'Associazione: la nomina al grado di Fellow Member. Meno dello 0,1% dei candidati proposti è selezionato per questo riconoscimento. L'IEEE Board of Directors ha riconosciuto a Nicola Bianchi la posizione di IEEE Fellow, a valere dal 1° gennaio 2014 con la seguente motivazione: For contributions to the theory and practice of electric machine design and control. Nicola Bianchi è stato ufficialmente nominato durante la Conferenza 2015 IEEE Energy Conversion Congress & Expo (ECCE 2015), tenutasi il 20-24 Settembre a Montreal, Canada.

Tre smart manager premiati al Verona Efficiency Summit

Il Verona Efficiency Summit, l'evento organizzato nell'ambito di Smart Energy Expo, la manifestazione dedicata all'efficienza energetica a Veronafiere, è stato l'occasione per presentare alcune delle soluzioni tecnologiche in fase di sperimentazione che renderanno le città del futuro più sostenibili. Durante il Summit sono stati anche premiati i futuri esperti di efficienza energetica. Nello specifico, a ricevere il riconoscimento sono stati i tre migliori allievi del corso "Smart Energy Management. Gestire i processi di efficienza energetica in azienda", organizzato dal dipartimento di Economia aziendale dell'università di Verona con il patrocinio del dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Padova e in partnership con Veronafiere. I tre premiati sono Alberto Allegrini, Nicola Fakes, Matej Klanjscek, che hanno presentato progetti di efficientamento energetico. Erano presenti alla cerimonia anche Elena Amadini, vicedirettrice commerciale di Veronafiere, il sottosegretario al ministero dello Sviluppo Economico Simona Vicari e quello all'Ambiente Barbara Degani, e Roberto Benato docente e membro del comitato scientifico del corso.

Fatigue life estimation of steel welded joints using the Peak Stress Method

D. Marini, G. Meneghetti - Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Padova



Welded joint clamped in the fatigue machine.

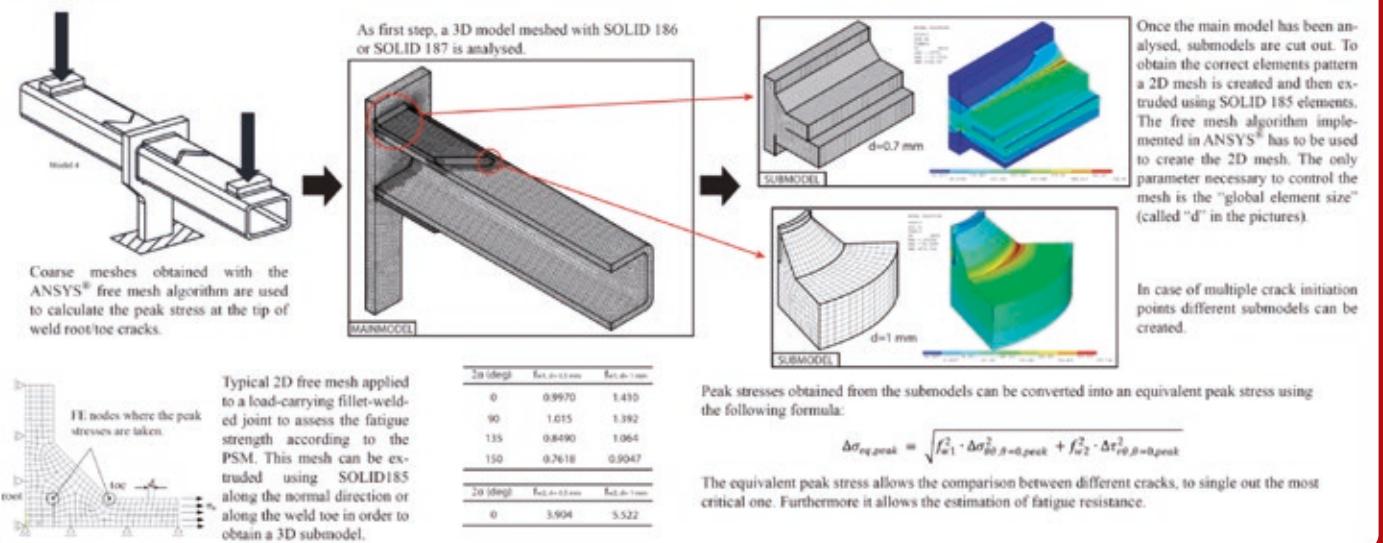
Introduction

In recent years a new methodology has been proposed to assess the fatigue resistance of steel welded joints. The so called Peak Stress Method (PSM) allows the application of the N-SIFs method through simple, linear-elastic FE analyses. The objective of this work was to verify the applicability of the PSM to complex 3D geometries of steel welded joints.

Steel welded joint completely failed due to fatigue testing with a load ratio equal to 0.1. Crack propagation started from the root of the weld bead connecting the brace to the central plate.

Fatigue crack at weld toe.

Method



Once the main model has been analysed, submodels are cut out. To obtain the correct elements pattern a 2D mesh is created and then extruded using SOLID185 elements. The free mesh algorithm implemented in ANSYS® has to be used to create the 2D mesh. The only parameter necessary to control the mesh is the "global element size" (called "d" in the pictures).

In case of multiple crack initiation points different submodels can be created.

Results

The proposed method has been applied to different welded joint geometries. All the analysed joints consisted of arc-welded 8- or 10-mm-thick structural steel plates or tubular elements. Peak stresses were extracted and converted to equivalent peak stresses using the proposed formula; these stresses are reported in the underlying graph. It should be noted that the PSM is a local approach based on the N-SIFs method and it is therefore suitable to assess the fatigue life up to crack initiation point. In complex joint geometries long cracks might develop outside the zone governed by the N-SIFs leading to long propagation phases.

The Peak Stress Method has been applied to rather complex joint geometries made of structural steel and tested in the as-welded conditions. During the analyses mode I and II, bending or axial loading, root and toe failures as well as different thicknesses were considered. In most cases the PSM singled out the crack initiation location and was capable to estimate with good approximation the fatigue life up to technical crack initiation point.

