

# En Foco: Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica

## In Focus: Mechanical and Metallurgical Engineering



Estudiantes y profesores del Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica en una salida a terreno.  
Field trip by students and faculty from the Mechanical and Metallurgical Engineering Department.

**L**a ingeniería mecánica es la rama de la ingeniería que se dedica a la conversión de energía y al diseño, producción y operación de máquinas, mientras que la ingeniería metalúrgica se centra en la extracción, aleación y fabricación de metales. El Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica (DIMM) de la UC tiene siete laboratorios de investigación y cuenta con un equipo de 14 académicos con investigaciones en:

- Diseño, fabricación y desarrollo de productos
- Termociencia y termofluidos
- Mecánica de fluidos y sólidos computacional
- Conversión y almacenamiento de energía

**M**echanical Engineering is the branch of Engineering that pertains to energy conversion and the design, production and operation of machines, while Metallurgical Engineering deals with the extraction, purification, alloying and fabrication of metals. The Department of Mechanical and Metallurgical Engineering (DIMM) at UC has seven research laboratories and 14 faculty members with research interests in:

- Product design, manufacturing and development
- Thermoscience and thermofluids
- Computational fluid and solid mechanics
- Energy conversion and storage

- Control e ingeniería mecatrónica
- Caracterización, desarrollo y procesamiento de materiales
- Micro y nanotecnología
- Bioingeniería y biomedicina

Las áreas de investigación del Director del Departamento, Jorge Ramos, abordan distintos temas. Uno que destaca es el procesamiento de materiales con láser en relación a las técnicas de formación y aditivas; en particular, la fundición con láser selectiva, así como el modelamiento por deposición fundida y la impresión 3D usando distintos sistemas de materiales. En el campo de la impresión 3D, el profesor Ramos se encuentra desarrollando nuevos materiales para la impresión de biomodelos óseos para la planificación quirúrgica. También está trabajando en el cálculo de las propiedades mecánicas y eléctricas fundamentales de los materiales a partir de curvas de energías interatómicas obtenidas con cálculo ab initio, así como en la evaluación de la eficiencia de la segunda ley en los procesos de pulverización.

Los temas de investigación de Diego Celentano se relacionan con la caracterización experimental y la modelización numérica del comportamiento mecánico de materiales (incluyendo metales, compuestos poliméricos y tejidos suaves humanos), el análisis experimental y modelización termo-mecánico-metalúrgica multi-escala de procesos industriales (embutición profunda, estampación, trefilado, formado con láser, moldeo, formado eléctrico, etc.), y la simulación numérica orientada a la mejora del diseño de procesos.

- Control and mechatronics
- Materials Characterization, Development Processing
- Micro and nanotechnology
- Bioengineering and biomedicine

Department chair, Jorge Ramos' research interests cover several topics. An important one is that of laser materials processing regarding forming and additive techniques. In particular, Selective Laser Melting as well as Fuse Deposition Modeling and 3D Printing using different material systems. In the field of 3D printing, he is developing new materials for printing bone biomodels for surgical planning. He is also carrying out the calculation of fundamental mechanical and electrical properties of materials from interatomic energy curves extracted by ab-initio computation, as well as the evaluation of second law efficiency of comminution processes.

Diego Celentano's research interests are related to experimental characterization and numerical modelling of the mechanical behavior of materials (including both metals, polymer composites and human soft tissues), experimental analysis and thermomechanical-metallurgical multiscale modelling of industrial processes (deep drawing, stamping, wire drawing, laser forming, casting, electrically assisted forming, etc.) and numerical simulation oriented to the improvement of processes design.

The solar energy group led by Rodrigo Escobar works on several topics that cover



Prueba de concentración de un heliostato para un sistema de torre solar de generación directa de vapor.

Heliostat focusing test for a direct steam generation solar power tower system.



Vista isométrica de una prótesis craneal elaborada con láser.

Isometric view of laser-formed cranial prosthesis.

El grupo de energía solar, liderado por Rodrigo Escobar, se dedica a distintos temas relacionados con la cadena de conocimiento completa de los proyectos de energía solar. Esta incluye la evaluación y el pronóstico de recursos solares, el diseño de plantas solares, el análisis de producción y la evaluación de desempeño, y la integración a la red eléctrica de las tecnologías PV y CSP.

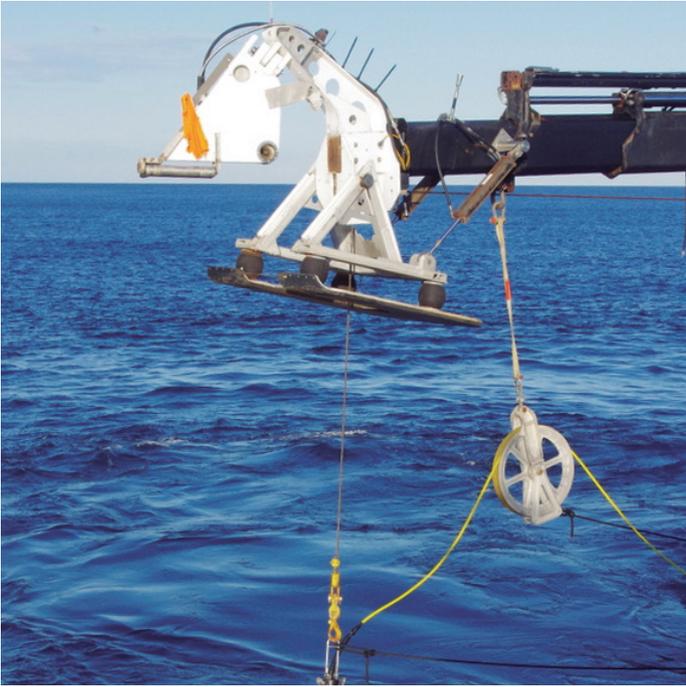
Los esquemas de poligeneración solar se estudian con el fin de definir diseños óptimos de los sistemas de conversión de energía solar que sean capaces de producir, al mismo tiempo, electricidad, calor de proceso, enfriamiento de proceso y desalinización de agua para las industrias de la minería y los alimentos. Finalmente, los nuevos conceptos para los dispositivos y sistemas de conversión de energía solar son analizados con simulaciones computarizadas y pruebas experimentales. El grupo utiliza los mejores paquetes de software especializados para la simulación computarizada y opera el laboratorio de energía solar más moderno y completo de Chile, con acceso a sensores y sistemas fotovoltaicos y térmicos de última generación.

Las áreas de investigación de Amador Guzmán son la conversión solar y térmica con tecnologías

the complete knowledge chain for solar energy projects. This includes solar resource assessment and forecasting, solar plant design, yield analysis and performance evaluation, and grid integration for both PV and CSP technologies.

Solar polygeneration schemes are studied in order to define optimal designs of solar energy conversion systems able to simultaneously produce electricity, process heat, process cooling, and water desalination for the mining and food industries. Finally, novel concepts for solar energy conversion devices and systems are analyzed by computer simulations and experimental tests. The group utilizes leading specialized software packages for computer simulation and operates Chile's most modern and complete solar energy lab, with access to state-of-the-art sensors, photovoltaic and thermal systems.

Amador Guzman's research areas are solar and thermal energy conversion by solid state technologies, microfluidics for life sciences, sensors and biomedical devices and prosthesis, computational fluid mechanics and flow mixing. In the area of energy conversion, Amador's group investigates and develops new technologies based on



Ejemplo de colaboración con MBARI en la navegación de vehículos submarinos operados remotamente durante la expedición 2015 al golfo de California.

Example of collaboration with MBARI on navigation of a remotely operated underwater vehicles during the Gulf of California expedition 2015.

de estado sólido, los microfluidos para las ciencias de la vida, los sensores y los dispositivos y prótesis biomédicos, la mecánica de fluidos computacional y la mezcla de flujos. En el área de la conversión de energía, el grupo de Amador investiga y desarrolla nuevas tecnologías sobre la base de fenómenos termoeléctricos, flujo de doble fase y materiales nanoestructurados para generadores termoeléctricos solares (STEG), sistemas híbridos termoeléctricos solares (HSTE), y sistemas termofotovoltaicos (TPV) y fotovoltaicos concentrados (CPV). En el área de los microfluidos, el grupo de Amador desarrolla sistemas y dispositivos para detectar partículas biológicas e inorgánicas, tales como bacterias, moléculas y toxinas. En el área de la ingeniería biomédica, Amador está investigando y desarrollando dispositivos y sensores capaces de medir cantidades biológicas y mecánicas, tales como la concentración, las deformaciones y el estrés. Finalmente, en el área de la mecánica de fluidos computacional, Amador se encuentra investigación el fenómeno de mezcla de flujos en micro y macrosistemas, y la combinación de corrosión y erosión con flujos turbulentos.

Una nueva línea de investigación en el área del control y la ingeniería mecatrónica en el departamento se enfocará en la robótica de campo. Giancarlo Troni, un profesor recién incorporado, estará promocionando el área de la robótica en el departamento, con un foco en el uso de robots fuera del laboratorio, en el campo y en tareas productivas. La

thermoelectric phenomena, two-phase flow and nanostructured materials for Solar Thermoelectric Generators (STEG), Hybris Solar Thermoelectric (HSTE) systems, Thermophotovoltaics (TPV) and Concentrated Photovoltaics (CPV) systems. In the area of microfluidics, Amador's group develops systems and devices for detecting biological and non-organic particles such as bacteria, molecules and toxins. In the area of biomedical engineering, Amador is investigating and developing devices and sensors capable for measuring biological and mechanical quantities such as concentration, deformations and stresses. Lastly, in the area of computational fluid mechanics, Amador is investigating flow mixing phenomena in micro and macrosystems and the coupling of corrosion and erosion with turbulent flows.

A new line of research in the area of control and mechatronics in the department will be focusing on field robotics. The recently joined professor, Giancarlo Troni, will be fostering the robotics area in the department with a focus on using robots outside the laboratory, on the field, in productive tasks. Giancarlo's main area of research is related to perception, estimation and control applied to robots in marine environments. High pressure and lack of GPS signals are some challenges that need to be overcome to work underwater, but ocean exploration also opens new opportunities that can be applied to current problems in Chile

El alumno Giovanni Medrano probando un prototipo alfa de una prótesis manual hecha en impresora 3D, con el usuario Paolo Roni.

Student Giovanni Medrano testing an alpha prototype of a 3D printed hand prosthesis with user Paolo Roni.



principal área de investigación de Giancarlo se relaciona con la percepción, estimado y control aplicados a los robots en entornos marinos. La alta presión y la falta de señales de GPS son algunos de los desafíos que se tienen que superar para trabajar bajo el agua, pero la exploración del océano también abre nuevas oportunidades que se pueden aplicar a los problemas actuales de Chile y el mundo.

Cristian Chávez se dedica a la astronáutica y la dinámica de cuerpos celestes de menor tamaño, así como a la dinámica de los sistemas mecánicos. Su trabajo reciente incluye el diseño y la construcción del primer satélite prototipo de trabajo para propósitos educacionales para la Escuela de Ingeniería de la PUC.

La investigación de Magdalena Walczak se enfoca en la aplicación ingenieril de materiales en entornos que comprometen su funcionalidad por medio de la corrosión y/o el desgaste. Un ejemplo sería el daño experimentado por materiales del sistema de almacenamiento de energía, por ejemplo, baterías. Un ejemplo de desgaste acentuado ambientalmente corresponde a las experiencias de erosión-corrosión de tubos al momento transportar lechada o turbinas expuestas a corrientes marinas con arena.

and the world.

Cristian Chavez holds interests in the astronautics and dynamics of lesser celestial bodies and dynamics of mechanical systems.

His recent work includes the design and construction of the first working prototype satellite for educational purposes for the PUC School of Engineering.

Magdalena Walczak's research is in engineering application of materials in environments that compromise their functionality through corrosion and/or wear. An example would be the damage experienced by materials of energy storage system, e.g. batteries. An example of environmentally enhanced wear is the erosion-corrosion experiences by pipes when transporting slurry or turbines exposed to marine current with sand.

Wolfram Jahn's research interests are fire dynamics and computational fluid dynamics. In particular, he is interested in developing tools and methodology that allow for real-time forecasting of enclosure fire dynamics, complementing CFD computations with live incoming sensor data. He also works on optimal layout of fog harvesting meshes, using CFD and

Los intereses de investigación de Wolfram Jahn son la dinámica del fuego y la dinámica de fluidos computacional. En especial, le interesa el desarrollo de herramientas y metodología que permitan predecir en tiempo real la dinámica del fuego en lugares cerrados, complementando los cálculos CFD con datos de sensores de entrada en directo. También trabaja en el diseño óptimo de mallas de cosecha de neblina usando técnicas de CFD y de optimización. Wolfram también ha trabajado en la optimización de forma usando un CFD adjunto y la optimización numérica.

La investigación de Luciano Chiang se centra en el diseño de nuevos sistemas rentables de dinámica y mecatrónica para las industrias locales de minería, pesca, energía y defensa. Los intereses de Julio Vergara comprenden el diseño conceptual de nuevos y modernos sistemas de propulsión marina, así como la evaluación de sostenibilidad y evaluación de temas de seguridad para la producción de energía nuclear.

La Iniciativa de Diseño Ingenieril (IDI), patrocinada por el DIMM, incluye a los académicos Constanza Miranda, Catalina Cortázar y Sruthi Boda. A Constanza le interesa el diseño de productos, la fabricación y la innovación en la enseñanza de la ingeniería. Ella ha dirigido distintas innovaciones de productos para causas médicas y sociales, y actualmente colabora con la Escuela de Medicina de la PUC y Sruthi para desarrollar dispositivos móviles de entrenamiento médico.

Los intereses de Catalina comprenden la innovación en la enseñanza de la ingeniería y la investigación sobre la inclusión de niñas en STEM. Los principales intereses de investigación de Sruthi incluyen la ergonomía laboral y el diseño de productos ergonómicos. Dentro de estas áreas, Sruthi se encuentra trabajando en el desarrollo de dispositivos vestibles (*wearables*) para la prevención de lesiones ergonómicas, en nuevos métodos de cuantificación de carga de trabajo mental y en la investigación de factores biomecánicos para la prevención primaria del dolor de la zona lumbar. 

A los estudiantes interesados se les invita a visitar el sitio del DIMM para más información sobre nuestros académicos, así como para conocer personalmente a los profesores.

<http://www.ing.uc.cl/mecanica-y-metalurgica/>

optimization techniques. Wolfram has also worked on shape optimization using adjoint CFD and numerical optimization.

Luciano Chiang's research is centered in the design of novel and cost efficient dynamics and mechatronics systems oriented to the mining, fishing, energy and defense local industries. Julio Vergara's interest lies in the conceptual design of novel and modern sea propulsion systems as well as energy sustainability assessment and safety issues evaluation of nuclear energy production.

The Engineering Design Initiative (Major IDI), hosted by DIMM includes faculty members Constanza Miranda, Catalina Cortazar and Sruthi Boda. Constanza has interests in product design, manufacturing and innovation in engineering education. She has led several product innovations for social and medical causes and is currently working with the PUC School of Medicine and Sruthi to develop mobile medical training devices.

Catalina's interests encompass innovation in engineering education and research on inclusion of girls in STEM. Sruthi's key research interests include occupational ergonomics and ergonomic product design. In these areas, Sruthi is working on the development of wearable devices for ergonomic injury prevention, novel methods of mental workload quantification and investigation of biomechanical factors for the primary prevention of low back pain. 

Interested students are encouraged to visit the DIMM website for further details of all faculty members and personally meet professors to learn more.

<http://www.ing.uc.cl/mecanica-y-metalurgica/>