FÍSICA DE MATERIALES

Grupo de Física de Nanomateriales Electrónicos – FINE Group

http://www.ucm.es/fine

- Grupo UCM integrado por 10 doctores y 6 estudiantes de doctorado.
- 18 Tesis doctorales defendidas desde 2014.
- Iniciación a la investigación dentro del Grupo.
- Becas Colaboración MEC, Trabajos Fin de Máster, Estancias de investigación.
- 120 publicaciones internacionales desde 2015 y 4 patentes.
- Proyectos de investigación nacionales, europeos y USA.

Infraestructura del Grupo

✓5 Microscopios electrónicos de Barrido (SEM), Microscopio Túnel (STM), Microscopio de Fuerzas (AFM), Microscopio láser confocal y Raman.
✓Equipos para síntesis de nanoestructuras.
✓Espectrofluorímetro modular operativo desde los 3 K.
✓ Equipos de medidas eléctricas.
✓Equipo de sensado de gases.
✓ Reactor para fotocatálisis en UV y visible

Colaboraciones nacionales e internacionales

- UPV, UB, UCA, UC3M, UAM, UV, UPC.
- CSIC (ICMM, ICMSE, CENIM, IO)
- CIEMAT
- Instituto Energía (IFE), (Oslo -Noruega)
- Instituto Técnico Nuclear (Lisboa),
- Elettra Sincrotrone (Trieste-Italia).
- ENWAIR, (Estambul-Turquía).
- University Bremen (Germany)
- KAUST University (Arabia Saudi)
- ESRF – Grenoble (Francia)
- Washington State University (USA)
- Universidad de Warwick (Reino Unido)
- NHRF (Atenas-Grecia)
- KTH (Estocolmo-Suecia)
- Fraunhofer Institute , Dresden
- Politécnico de Milán (Italia)
- Universidad Autónoma del Estado de México
- CERN
- ...

Materiales funcionales avanzados

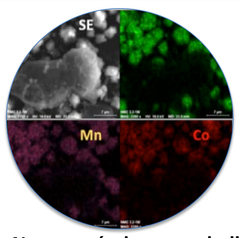
Control de las propiedades ópticas y electrónicas de óxidos semiconductores

ARQUITECTURAS: Nanowires, materiales 2D, nano-heterostucturas…

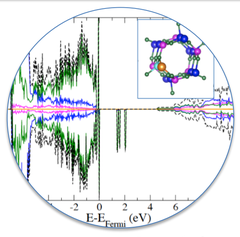
• Microscopia correlativa • Técnicas in-situ • Técnicas en sincrotrones



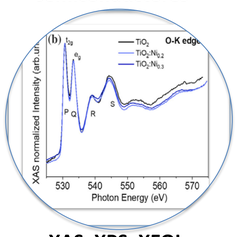
Materiales 2D semiconductores



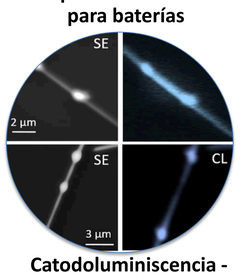
Nanopartículas core-shell para baterías



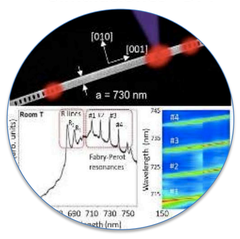
Estructura electrónica - Simulaciones - DFT



XAS, XPS, XEOL - sincrotrón



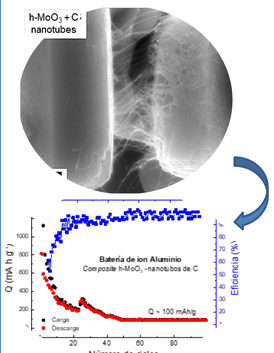
Catodoluminiscencia - Fotoluminiscencia

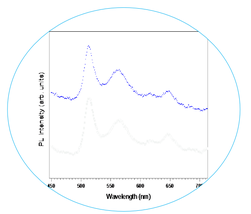


Interacción luz-materia

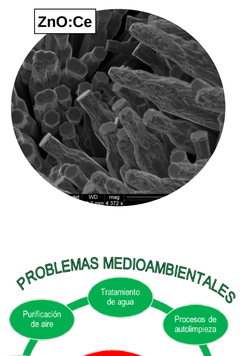
Nano Lett. (2014) *Nano Lett.* (2017), *Nano Research* (2019), *Nanophotonics* (2021), *Small* (2022)
https://www.ucm.es/fine/nanostructures

Materiales para la economía circular



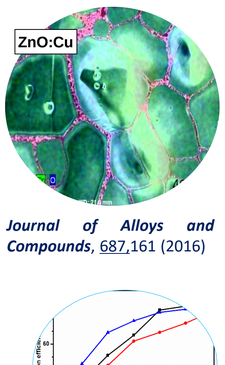


Sin exposición al gas → 100ppm etanol
J. Power Sources, 516, 230656 (2021)

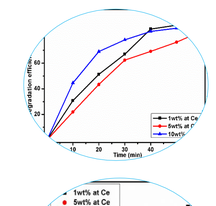


Journal of Cleaner Production, 148, 795 (2017)

Journal of Environmental Chemical Engineering, 5, 2903 (2017)



Journal of Alloys and Compounds, 687,161 (2016)



https://www.ucm.es/fine/circeconomy

Grupo de Nanosistemas Cuánticos

Investigación **teórica, experimental y computacional** sobre las propiedades electrónicas y ópticas de **nanoestructuras** que operan en régimen cuántico.

Miembros permanentes

Francisco Domínguez-Adame Acosta
Elena Díaz García
Leonor Chico Gómez
Oscar de Abril Torralba
Andrey V. Malyshev

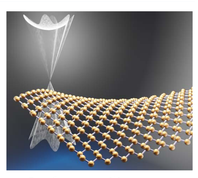
Investigadores posdoctorales

Jorge Quereda Bernabeu y Rodrigo Lima

Investigadoras en formación

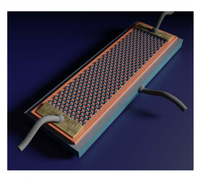
Yuriko Caterina Baba, Olga Arroyo Gascón, , Dunkan Martínez Camacho, Pablo Moles Matías, Jorge Estrada Álvarez y Pedro Alcázar Ruano

Materiales avanzados



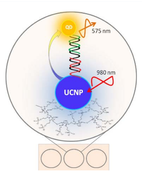
- Grafeno y siliceno
- Nanotubos de carbono
- Dicalcogenuros de metales de transición
- Materiales topológicos

Nanoestructuras



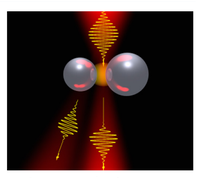
- Transporte electrónico
- Propiedades ópticas
- Termoelectricidad

Sistemas moleculares



- Selectividad de espín
- Biosensores
- Sondas para imagen biomédica

Nanoplasmónica



- Antenas ópticas
- Energía en la nanoescala

Visítanos en www.qng.es

130 **artículos** publicados en revistas científicas desde su creación en 2005 hasta 2022.

Docencia en el Máster de *Nanofísica y Materiales Avanzados.*

Colaboraciones con grupos de Alemania, Reino Unido, Holanda, Rusia, Polonia, Brasil y Chile.

Dirección de estudiantes

Posibilidad de realización de
Tesis Doctoral
Trabajo de Fin de Máster
Trabajo de Fin de Grado

Puedes solicitar beca de colaboración si cursas el Grado en Física o un Máster Universitario.

Superconductividad y Películas Delgadas

Sistemas de nanofabricación. Criostatos para medida a baja temperatura con campo magnético intenso

Pulverización catódica









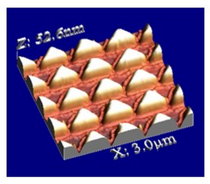
Equipo de litografía por haz de electrones

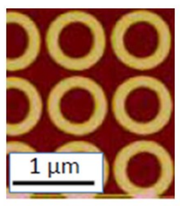


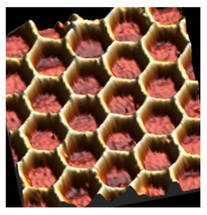
Criostato de LHe para medidas de transporte eléctrico

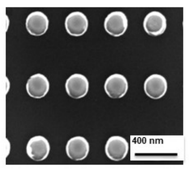
jlvicent@ucm.es, cygnus@ucm.es, enavarro@ucm.es, almuno06@ucm.es

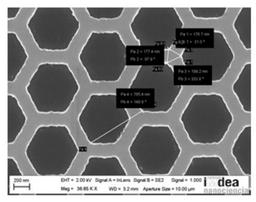
Fabricación de nanoestructuras híbridas superconductor-magnético en forma de películas delgadas, multicapas, redes de motivos metálicos ...

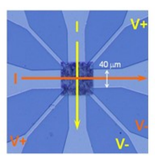






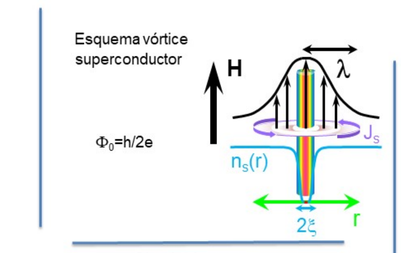


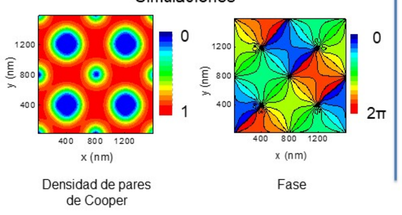


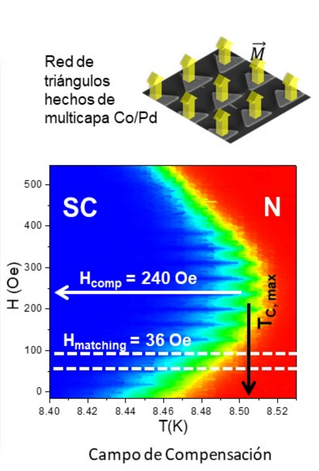


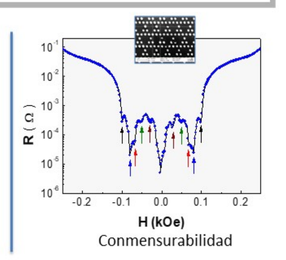
Puente de medida

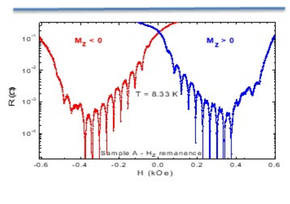
Resultados experimentales, análisis e interpretación: transición superconductora, campos críticos, conmensurabilidad, efecto *ratchet* …











Física Teórica de la Materia Condensada

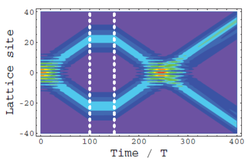
Director: F. Sols

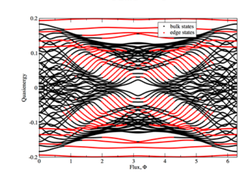
f.sols@ucm.es

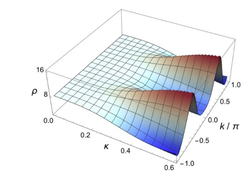
Estudiamos el transporte cuántico de condensados de Bose-Einstein (BEC) en redes ópticas. Se puede inducir movimiento coherente sin aplicar una fuerza neta, tan sólo controlando el encendido y la forma de la señal externa. Se diseñan campos magnéticos sintéticos.

La modulación periódica del Hamiltoniano se puede usar también no solo para controlar la dinámica sino también para diseñar Hamiltonianos atípicos que permiten realizar estados exóticos de la materia. Por ejemplo, modulando la energía de tuneleo se puede inducir una transición de fase cuántica desde un aislante de Mott a un nuevo tipo de superfluido cuyo estado fundamental es un gato de Schrödinger robusto de dos estados de momento opuesto.

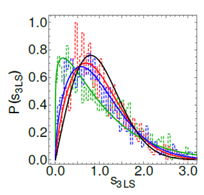
C. E. Creffield, J. Mateos.



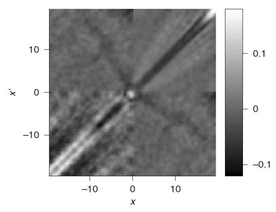




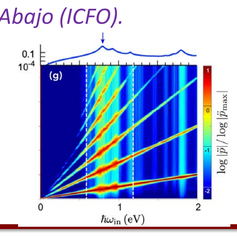
Investigamos la correlación entre caos cuántico y entrelazamiento cuántico en sistemas de muchos cuerpos modulados periódicamente en el tiempo.
C. E. Creffield, L. D. Carr (CSM, Colorado).



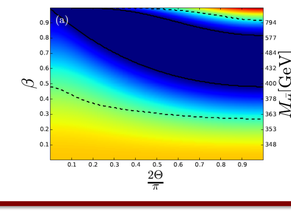
Con la participación de miembros del grupo, la radiación de Hawking ha sido al fin observada usando BEC. Investigamos potenciales aplicaciones de dicha radiación como entrelazamiento de fonones o el efecto láser de agujeros negros (BHL). *J. R. M. de Nova.*



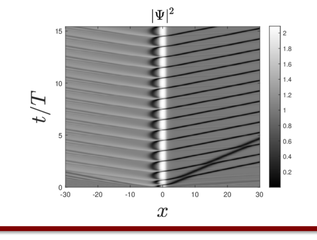
En presencia de láseres muy intensos, un sólido genera armónicos de alto orden (HHG). Investigamos el papel de las interacciones electrónicas en el marco de la plasmónica altamente no lineal.
M. Ciappina (Guangdong Technion), F. J. García de Abajo (ICFO).



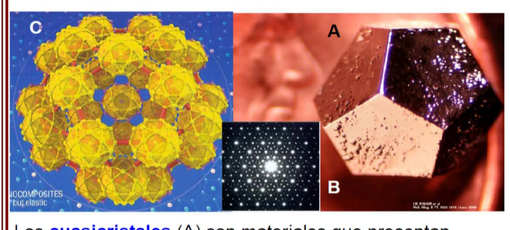
Proponemos medidas de entrelazamiento y tomografía cuántica a la escala de energía más alta jamás lograda usando quarks top en el LHC. Colaboramos con el grupo ATLAS del LHC para la implantación experimental de la propuesta.
J. R. M. de Nova.



Los cristales temporales son el análogo temporal de las redes cristalinas convencionales. Investigamos cristales temporales continuos usando un nuevo tipo de estado cuántico: un estado espontáneo *many-body* de Floquet (SMBF). *J. R. M. de Nova.*



Sólidos aperiódicos



Los **cuasicristales** (A) son materiales que presentan un **ordenamiento jerárquico** de los átomos (B) en forma de agregados **autosemejantes** con simetría icosaédrica (C).

Siendo **aleaciones metálicas** sus propiedades de transporte del calor y la electricidad se asemejan a las de los materiales **semiconductores** y pueden emplearse en **dispositivos termoeléctricos**.

En la **molécula de ADN** coexisten dos tipos de ordenamiento: las cadenas de azúcar-fosfato (D) describen una **hélice periódica** a **nivel atómico** mientras los pares de bases (F) se disponen formando una **secuencia aperiódica** de **orbitales moleculares** capaces de almacenarla necesaria información biológica

emaciaba@fis.ucm.es

ESPECTROSCOPÍA DE ANIQUILACIÓN DE POSITRONES. DEFECTOS Y MICROESTRUCTURAS

"Los materiales son como las personas, son sus defectos lo que los hace interesantes" (F. C. Frank)

Los positrones son capaces de detectar la presencia de defectos tan pequeños como una mono-vacante

Densidad de probabilidad de un e$^+$ en W a) sin vacante b) una vacante

El orto-positronio permite medir el *volumen libre* de los materiales poliméricos

Aleaciones de Fe-Al como materiales estructurales para alta temperatura

Contacto:
Javier del Río
(jdelrio@ucm.es)

FÍSICA DE MATERIALES

GFMC

www.ucm.es/info/gfmc

Unidad Asociada ICMM-CSIC

"Laboratorio de heteroestructuras con aplicación en Espintrónica"



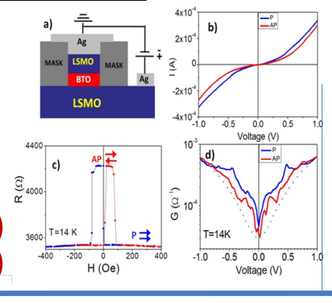
Spintronics

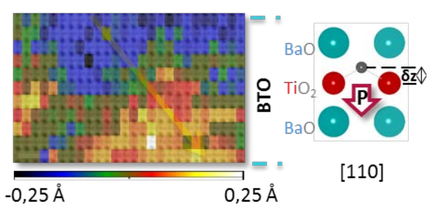
Spin transport in multiferroic tunnel junctions

Nature Nanotechnology 12, 655 (2017)

Phys. Rev. Lett. 122, 037601 (2019)

Phys. Rev. Lett. 125, 266802 (2020)





Realization of a FE head-to-head domain wall tunneling device in $BaTiO_3$

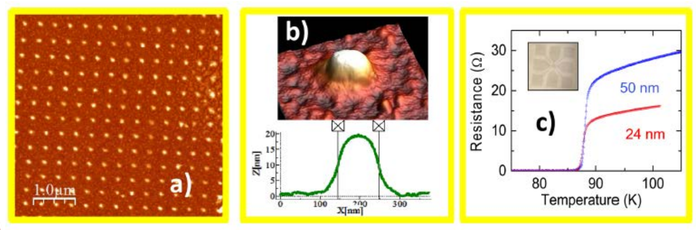
Oxide interfaces

Emergent electronic states and novel oxide nanostructures

Symmetry breaking in presence of strong spin orbit interaction

Nature Communications 12, 3283 (2021)

Appl. Phys. Lett. 120, 034101 (2022)



(a) Square array (300 × 300 nm) of manganite dots fabricated by electron beam lithography. (b) Enlarged view of a single dot 100 nm diameter made of 20 nm thick LSMO. (c) Resistive transition of YBCO layers (24 nm in red and 50 nm in blue) grown on top of the dots and patterned as shown in the inset for transport measurements.

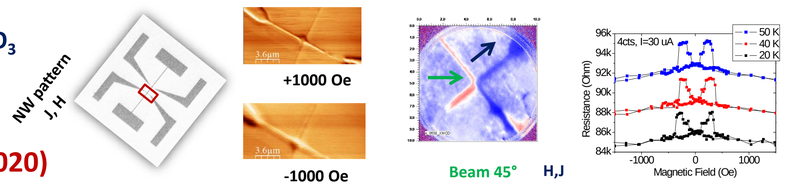
Planar nano devices

Nanowires of half metal $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$

FM Domain Wall engineering

Spin dependent transport

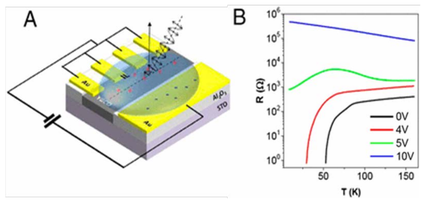
Nat Communications 11, 658 (2020)

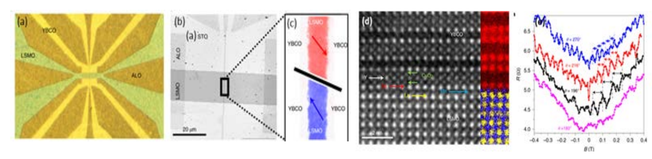


Superconductivity

Electrostatic and electrochemical doping of high Tc superconductors

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 114, 215 (2017)





Long range Josephson effect in a half metal ferromagnet

Nature Materials 21, 188 (2022)

Bio-inspired Computing

Artfical synapses and neurons

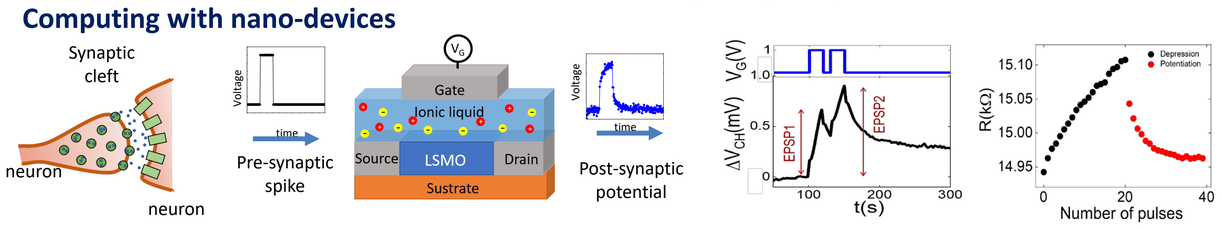
Computing with nano-devices

Nature 563, 230 (2018)

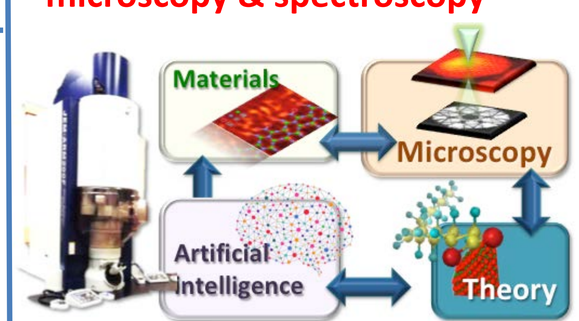
Nat Commun 13, 883 (2022)

Short and long-term memory

Synaptic Plasticity



Atomic resolution electron microscopy & spectroscopy



Structural & electronic properties of 2D materials

Nature Commun 10, 509 (2019)

Nano Lett 21, 7781 (2021)

In-situ characterization of dynamical processes *on-the-fly*

Advanced Materials 31, 1900189 (2019)

Atomic resolution electric & magnetic field mapping

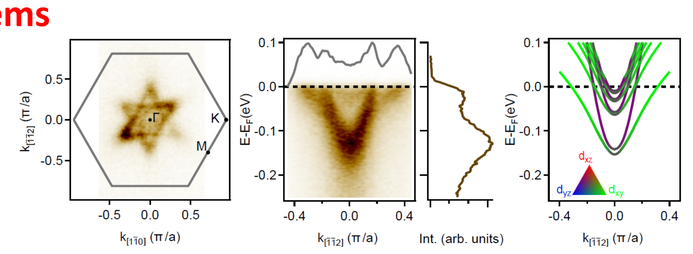
Nano Lett 21, 6923 (2021)

Two Dimensional Electron Systems (2DES)

We use angle-resolved photoemission spectroscopy (ARPES), transport and calculations to study the electronic structure of oxide based 2DES.

Adv. Electronic Materials 210376 (2022)

Adv. Electronic Materials 1800860 (2019)



A two dimensional electron gas stabilized in the surface of (111)-$KTaO_3$. Using ARPES we measure the Fermi surface and the electronic band dispersion, afterwards we perform simulations to rationalize the band structure.

INSTITUTO DE MAGNETISMO APLICADO
LABORATORIO SALVADOR VELAYOS UCM ADIF

Contacto: Pilar Marín

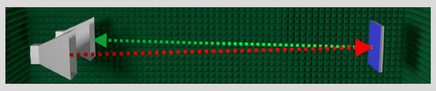
mpmarin@ucm.es, pmpresa@ucm.es

Efectos de campos electromagnéticos





- Microondas y materiales magnéticos: sensores y absorbentes de radiación
- Corrientes inducidas en el cuerpo humano

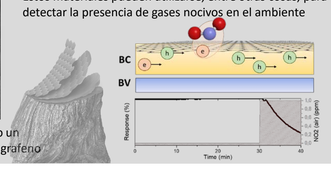


Grafeno: Síntesis y aplicaciones



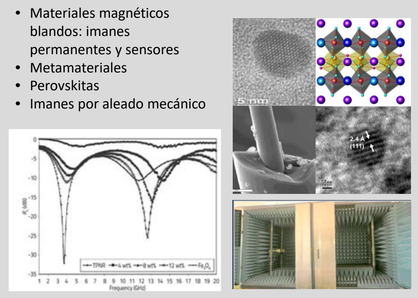
En el IMA hemos desarrollado y patentado un nuevo método de fabricar materiales tipo grafeno

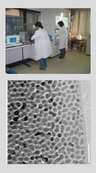
Estos materiales pueden utilizarse, entre otras cosas, para detectar la presencia de gases nocivos en el ambiente

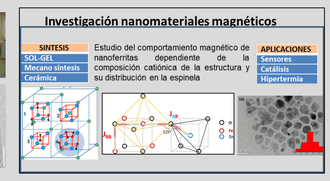


Nuevos materiales magnéticos

- Materiales magnéticos blandos: imanes permanentes y sensores
- Metamateriales
- Perovskitas
- Imanes por aleado mecánico







I+D+i

- Investigación de calidad
- Transferencia tecnológica
- Actividades de formación



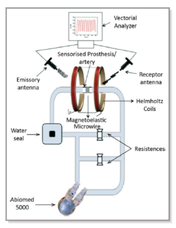
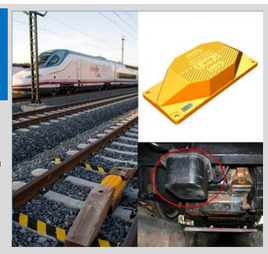


Figure 1. Scheme of the integration of the electromagnetic system and the pulsative flow system.

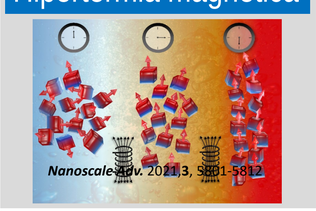
Aplicaciones en el mundo ferroviario

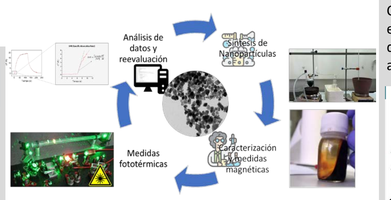


- Diseño de antena para ERTMS y ASFA
- Detección de obstáculos en paso a nivel
- Sensor de medidas de deformación de las vías



Hipertermia magnética





Colaboración con más de 50 empresas y transferencia de doctores formados en el IMA al mundo empresarial



Servicio a la sociedad

Brazalete contra la violencia de género



Sistemas de corrientes de compensación del campo magnético producido por la Linea 7 del METRO de Madrid

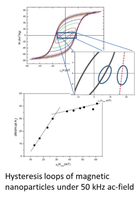


Compatibilidad electromagnética

Aena · Indra

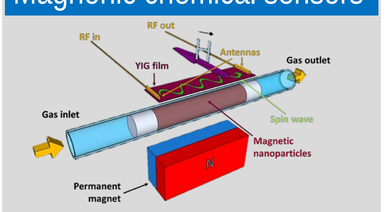






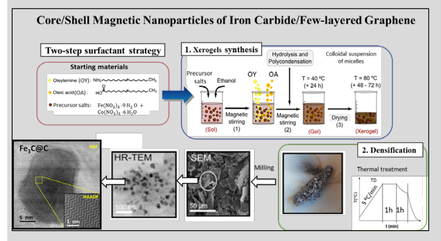
Hysteresis loops of magnetic nanoparticles under 50 kHz ac-field

Magnonic chemical sensors



- ✓ Eladia Pulido (GENERAL ELECTRICS)
- ✓ Celso Prados (ANSALDO-HITACHI)
- ✓ Pedro Agudo (CEDEX)
- ✓ Juan Manuel Arcas (GENERAL ELECTRICS)
- ✓ Elena Pina (Oficina Española de Patentes)
- ✓ Blanca Sampedro (AYSISTEM)
- ✓ Itziar Damborenea (CAF SIGNALLING)
- ✓ Víctor Lopez (SIEMENS)
- ✓ Daniel cortina (MICROMAG2000)
- ✓ Ainhoa Gorriti (MICROMAG 2000)
- ✓ Monica Prieto (SIEMENS)
- ✓ Juan Gutierrez Millán (CETREN)
- ✓ Enrique Fernández Pinel (INECO)
- ✓ Miguel López (CEDEX)
- ✓ Alfredo Arroyo (CFDFX)
- ✓ María Flores (GENERAL ELECTRICS)
- ✓ Raluca Vlad (BUREAU VERITAS)
- ✓ Álvaro Martínez Robles (BIOFUEL)
- ✓ Adrian Vlad (INECO)
- ✓ Jorge Spottorno (ALTRANS)
- ✓ Víctor Velasco (AYSISTEMS)
- ✓ Ana González (GENERAL ELECTRICS)
- ✓ Sergio Puerta (ANSALDO-HITACHI)
- ✓ Mercedes Alcoen (SENER)
- ✓ Juan José Freijo (LUCENT TECHNOLOGIES)
- ✓ Juan Manuel García Beyntez (ALCATEL-LUCENT)
- ✓ Francisco Guerrero (TELDAT)
- ✓ Alfonso de Hoyos (HOSPITAL CLÍNICO SAN CARLOS)
- ✓ Tatiana Rueda (INECO)

Core/Shell Magnetic Nanoparticles of Iron Carbide/Few-layered Graphene



Ciencia de Superficies y Nanoestructuras

.- Estudiamos desde un punto de vista experimental las propiedades de la materia cuando se reduce su tamaño y su dimensionalidad.

.- Combinamos temas de Física Fundamental y de Física Aplicada.

.- Colaboramos con otros Grupos Nacionales/Internacionales y realizamos parte de nuestra investigación en Centros de Radiación Sincrotrón.

.- Nos financiamos mediante Proyectos Nacionales, Europeos y contratos con empresas.

.- Desde su fundación en 2004, el Grupo ha publicado más de 220 artículos científicos en revistas de Física, Química y Ciencia de Materiales con un total de más de 3500 citas.

Miembros permanentes del grupo: Noemí Carmona, Miguel Ángel González Barrio, Arantzazu Mascaraque, Lucas Pérez, Oscar Rodríguez de la Fuente

Mas información: a.mascaraque@ucm.es *www.ucm.es/surfnano/*

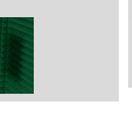
Grupo Asociado al IMA
Grupo Asociado al IMDEA-Nanociencia

Nanomagnetismo tridimensional

Dominios magnéticos de nanoislas de magnetita medidos mediante XMDC-PEEM **Nanoscale 10, 5566 (2018)**

Medida y simulación de texturas tridimensionales de spin en sistemas curvilíneos. **Nanoscale 12, 17880 (2020)**

Imagen de PEEM del anclaje de paredes de dominios en los defectos químicos de naohilos cilíndricos. **Sci. Rep. 8, 16695 (2018)**



Materiales para espintrónica



Imagen de SPLEEM y representación 3D de un skyrmion **Appl. Phys. Lett. 106, 242404 (2015)**

Imagen de SPLEEM de la formación de una burbuja quiral **Sci. Adv. 6, eaba4924 (2020)**



Medida directa de la separación de spin por efecto Hall de spin en un metal **arXiv:2107.02620**

Estudio de microRaman de diferentes recubrimientos de óxidos de hierro. **J. Alloys Comp. 892, 16205 (2021)**

Modificación controlada de superficies y nanoestructuras



Diagrama de difracción y modelo estructural obtenido a partir de simulación de primeros principios de TiO_2 altamente bombardeado. **Nat. Commun. 6, 6147 (2015)**

Espectro Raman donde se observa la evolución desde hematita a maghemita como resultado del bombardeo de la superficie. **Appl. Phys. Lett 110, 093103 (2017)**

Imagen de SEM y mapa de micro-RAMAN de nanopartículas de ε-Fe_2O_3 y α-Fe_2O_3. **Chem. Mat 28, 511 (2016)**

Absorción de RX de nanopartículas de ZnO funcionalizadas **Adv. Fun. Mat. 24, 2094 (2014)**

Interfaces neuronales

Imágenes de fluorescencia de neuronas desarrolladas sobre nanopilares **Adv. Mat. Inter. 2, 2002121 (2021)**

Axones sobre un nanoelectrodo de Au para la realización de experimentos de excitación neural **Biomaterials 279, 121186 (2021)**

Estructura electrónica

Estado electrónico unidimensional en la superficie reconstruida de Au(001). **Phys. Rev. B 86, 045426 (2012)**

Laboratorio de Dispositivos Magnéticos

- Nuevas propiedades magnéticas a partir de nanomagnetismo.
- Líneas de investigación con aplicaciones en: magnetoelasticidad, espintrónica, magnetoelectricidad, energía...
- Colaboraciones nacionales e internacionales.

Responsable: Rocío Ranchal (rociran@ucm.es)

Magnetoelasticidad en películas delgadas de FeGa con aplicación en sonar, sensores magnéticos, *straintronics*, …
J. Phys. Chem. C **124** (2020) 4717

Control de la imanación a través de acoplamiento magnético interfacial metal/óxido
Sci. Rep. **11** (2021) 13429

Pared de dominio sintética para almacenamiento de información, corrientes polarizadas de espín, etc.
Nanotechnology **31** (2020) 335715