

# **OFERTA DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN MASTER DE FÍSICA APLICADA Curso 2009-2010**

## **ÓPTICA**

**Título del trabajo:** Nuevas técnicas de interrogación para sensores SPR en fibras ópticas **(ACORDADO)**

**Nombre del Director:** M<sup>a</sup> Cruz Navarrete Fernández  
Natalia Díaz Herrera

**Centro/Departamento:** Facultad de C.C. Físicas, Departamento de Óptica

**Resumen:**

La fenomenología de los sensores SPR convenientemente explotada puede extender su rango de aplicación para mejorar el funcionamiento de las tecnologías ópticas aplicadas al campo de los sensores químicos y biológicos, análisis medioambientales y otros campos. Para conseguir este objetivo hay que innovar los sistemas ya existentes y ofrecer nuevas soluciones. Una mejora es poder usar estos sensores en el rango de las comunicaciones ópticas (1300 nm, 1500 nm). Una primera tarea es desarrollar nuevas herramientas teóricas para mejorar el diseño de nuevos transductores que presenten resonancias de plasmones superficiales en esas regiones espectrales en medios acuosos, cuya producción optimizaremos incorporando técnicas basadas en fibras ópticas estrechadas. En segundo lugar vamos a desarrollar nuevos métodos de interrogación de estos transductores, basados en redes de Bragg en fibras y montajes interferométricos y/o nuevos métodos de medida, basados por ejemplo en absorción.

**Título:** Aplicación de los elementos ópticos difractivos en sistemas de codificación óptica de la posición

**Profesor:** Luis Miguel Sánchez Brea  
**Alumno:** José María Herrera Fernández.

**Resumen:** En los codificadores ópticos de la posición lineal o angular se utilizan redes de difracción para modular una señal óptica que de cuenta del desplazamiento de una cabeza lectora móvil con la redes de difracción (escala fija). Debido a efectos difractivos se produce efecto Talbot. En este Máster se pretenden desarrollar algoritmos para sustituir una de las redes de difracción por Elementos Ópticos Difractivos (DOEs) de forma que se pueda eliminar el efecto Talbot.

**Título:** Estudio de la propagación de ondas elásticas en sólidos mediante sensores ópticos basados en la ley de difracción de Bragg **(ACORDADO)**

**Tutor:** Juan Antonio Quiroga Mellado  
**Directores Externos:** Alfredo Güemes Gordo y Antonio Fernández López  
**Departamento/Centro:** Departamento de materiales y producción aeroespacial, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos, Universidad Politécnica de Madrid

**Resumen:**

La propagación de ondas en sólidos ha sido motivo de estudio desde el siglo XIX debido a sus aplicaciones en el estudio de la mecánica terrestre y los movimientos sísmicos, y en el campo de los ensayos no destructivos. Una clase de ondas particular, característica de las placas de pequeños espesor son las ondas de Lamb. El estudio de las variaciones inducidas por los defectos del material en la propagación de dichas ondas se podría utilizar para la nueva generación de ensayos no destructivos, en la que la red sensora se implementaría en la propia estructura, y que se conoce como Structural Health Monitoring (SHM).

Lo que se propone es la realización del estudio de la detección de daño mediante ondas de Lamb en diferentes materiales, principalmente grietas de fatiga en aleaciones de aluminio y delaminaciones y despegues en materiales compuestos. Para la medida experimental se utilizarán sensores de fibra óptica basados en la ley de difracción de Bragg (FBG) a diferencia de la mayoría de la bibliografía disponible, en la que se utilizan sensores piezoeléctricos. La UPM es actualmente una de las tres instituciones en el mundo que dispone de un equipo capaz de medir ondas de Lamb mediante FBGs, completamente desarrollado en el departamento de materiales y producción aeroespacial.

Estos sensores introducen multitud de ventajas para esta técnica, como su poco peso, su direccionabilidad y su tamaño (muy inferior al de los piezoeléctricos), además de características propias de los sensores de fibra óptica, que los hacen más indicados para ser integrados en la operación de una aeronave comercial. El estudio combinaría simulaciones numéricas con experimentales, procedente de FBGs y piezoeléctricos. La orientación del trabajo será verificar las medidas experimentales con las obtenidas de modelos numéricos y desarrollar herramientas de procesado de señal para la localización y estimación del daño en estructuras aeronáuticas.

## **FISICA DE MATERIALES**

**Título: Crecimiento VS de estructuras ordenadas de ZnO (ACORDADO)**

**Directores:** Paloma Fernández Sánchez y Javier Solís Céspedes

### **Resumen:**

Como objetivo fundamental para el trabajo de investigación del master se plantea la fabricación de estructuras ordenadas a partir de sustratos irradiados con láser. Mediante microscopía de campo próximo (en particular AFM) se realizará un estudio de la topografía de las estructuras LIPSS inducidas por irradiación láser. Una vez realizado este estudio se procederá a la determinación de las condiciones ideales de crecimiento de nanoestructuras ordenadas. Para se realizarán tratamientos térmicos a muestras irradiadas en diferentes condiciones. Los tratamientos utilizarán como sustrato las muestras irradiadas y como fuente muestras idénticas, pero sin irradiar. Inicialmente se utilizará ZnO sin dopar. Una vez conocido el comportamiento de estas muestras, se procederá a extender el estudio a muestras dopadas con Er. En todos los casos se llevará a cabo la caracterización de las muestras crecidas por técnicas de luminiscencia: catodoluminiscencia con y sin resolución temporal, fotoluminiscencia (emisión y excitación). Finalmente se realizará una comparación (TEM) de la microestructura de las nanoestructuras obtenidas a partir de ambos tipos de sustratos (irradiados y sin irradiar).

**Título: Crecimiento y caracterización de nanocristales de ZnS (ACORDADO)**

**Directora:** Paloma Fernández Sánchez

### **Resumen:**

El objetivo inicial del trabajo es determinar las condiciones ideales de crecimiento de nanoestructuras de ZnS. Para ello se realizarán crecimientos a diferentes temperaturas y en distintas condiciones de flujo para obtener las condiciones óptimas de crecimiento y la influencia de los distintos parámetros sobre la morfología de las estructuras obtenidas. La

caracterización de las estructuras obtenidas. Los métodos básicos de caracterización son las medidas de luminiscencia (CL y PL) y la microscopias , tanto de barrido como de transmisión. Se realizarán espectros de catodoluminiscencia de los sustratos y las nanoestructuras obtenidas. Estudio de la influencia de los tratamientos térmicos sobre la emisión luminiscente. Las medidas de catodoluminiscencia se complementarán con espectros de emisión y excitación de fotoluminiscencia. Asimismo se verá la conveniencia de realizar medidas de catodoluminiscencia con resolución temporal.

**Título: Nanopartículas y nanohilos magnéticos basadas en metales de transición y en metales nobles. Síntesis mediante molienda mecánica de alta energía y electrodeposición. Caracterización estructural y magnética (ACORDADO)**

**Tutor:** Patricia Crespo del Arco y Lucas Pérez

**Resumen:**

Las nanopartículas magnéticas están generando un gran interés desde el punto de vista de las aplicaciones en biomedicina como por ejemplo, para ser utilizados como agentes para el transporte de medicamentos o en tratamientos de calentamiento local así como posibles sistemas para almacenamiento magnético. Por otra parte, los nanohilos magnéticos están adquiriendo un gran interés dado que son sistemas en los que muchas propiedades físicas dependen del diámetro del nanohilo así como de la razón diámetro-longitud, geometrías que son ajustables durante el proceso de fabricación. En este trabajo se propone la síntesis y el estudio de nanopartículas y nanohilos basados en FePt y CoPt..En este trabajo se pretende estudiar el comportamiento magnético de las aleaciones en función de la composición, tratamiento térmico y geometría. En este trabajo se adquirirán también conocimientos sobre distintas técnicas de caracterización como difracción de Rayos X, Microscopía electrónica, espectroscopia Mössbauer y distintos tipos de magnetómetros

**Título: Estudio de las propiedades ópticas y de emisión de campo de nanoestructuras de óxidos semiconductores (ACORDADO)**

**Director:** Emilio Nogales, Departamento de Física de Materiales  
Despacho 107, e-mail: emilio.nogales@fis.ucm.es

**Resumen:**

La incorporación de nanohilos en dispositivos optoelectrónicos es un área muy activa dentro del campo de la nanotecnología debido a las ventajas que aportan sus reducidas dimensiones. Además, los nanohilos semiconductores poseen grandes ventajas como emisores de campo, ya que poseen funciones de trabajo bajas y alta estabilidad mecánica. El óxido de galio presenta unas propiedades ópticas y electrónicas, como son su ancho intervalo de energías prohibidas, su conductividad eléctrica y su índice de refracción, que lo hacen muy interesante para estas aplicaciones. El trabajo consistirá en la obtención y caracterización de nanoestructuras (nanohilos, nanocintas,...) basadas en óxido de galio. El estudio se centrará en la relación entre las propiedades morfológicas de nanohilos individuales y sus propiedades de emisión de campo, completándose la caracterización con el estudio de la luminiscencia y la composición química en un microscopio electrónico de barrido.

**Título: Crecimiento y propiedades físicas de nanohilos de óxidos de cobre dopados con Mn. (ACORDADO)**

**Director:** Carlos Díaz-Guerra Viejo

**Resumen:**

Las nanoestructuras alargadas de óxidos semiconductores son especialmente atractivas para aplicaciones en nanotecnología debido a que pueden mostrar propiedades físicas muy diferentes a las encontradas en los respectivos semiconductores masivos. Su importancia es todavía mayor si el material en cuestión posee, además, propiedades magnéticas interesantes de cara a su integración en dispositivos.

El material objeto del trabajo será el CuO, con aplicaciones en baterías, células solares, catálisis y diferentes tipos de sensores. En la primera fase del trabajo se estudiarán las propiedades magnéticas de nanohilos de CuO, cuyas condiciones de obtención, características estructurales y propiedades ópticas han sido investigadas en un trabajo previo. Posteriormente, se estudiará el dopado con Mn de dichos nanohilos. En concreto, se investigará la influencia del dopante y de las condiciones de síntesis en la morfología, estructura cristalina y composición química de las nanoestructuras. Finalmente, se investigará la influencia del Mn en las propiedades magnéticas y ópticas de los nanohilos dopados.

La obtención de las nanoestructuras se llevará a cabo por oxidación térmica de mezclas de cobre puro en polvo y diferentes precursores que servirán como fuentes de dopante (Mn). Las técnicas de caracterización utilizadas serán la microscopía electrónica de barrido - en los modos de emisión de electrones secundarios, microanálisis de rayos X y catodoluminiscencia - la difracción de rayos X, la microscopía electrónica de transmisión y un magnetómetro SQUID para el estudio de las propiedades magnéticas.

**Título: Síntesis y propiedades físicas de nanohilos basados en Si-Ge (ACORDADO)**

**Directores:** Pedro Hidalgo y Bianchi Méndez

**Resumen:**

Los nanohilos semiconductores han surgido como elementos claves en el desarrollo de los nuevos dispositivos optoelectrónicos, tanto en su uso como elementos activos (LED's o láseres) y/o pasivos (guías de onda). En cuanto a los materiales, los sistemas basados en silicio y germanio siguen atrayendo a la comunidad científica por el dominio tecnológico del silicio en el ámbito de la microelectrónica. El grupo de investigación tiene experiencia en el crecimiento de nanohilos de óxido de germanio con una gran relación de aspecto, mediante un proceso de evaporación-solidificación, y ha demostrado su uso potencial como guías de onda. El objetivo de este trabajo es establecer los parámetros adecuados en el proceso de crecimiento de nanohilos basados en Si-Ge y relacionar su microestructura y morfología con sus propiedades físicas. Para ello, se sintetizarán los nanohilos mediante tratamientos térmicos controlados de mezclas de silicio/germanio con distinta proporción. Por otra parte, se utilizarán las técnicas adecuadas para la caracterización morfológica y estructural (XRD y SEM), así como técnicas avanzadas de microscopía electrónica que permiten el análisis de las propiedades de interés tales como la luminiscencia y la transmisión de luz a través de los nanohilos obtenidos.

**Título: Propiedades magnetoelásticas de microhilos magnéticos con recubrimiento biocompatible. Aplicación al desarrollo de un sensor para la determinación en sangre del TP (Tiempo de Protrombina). (ACORDADO)**

**Director:** Guillermo Rivero Rodríguez

**Resumen:**

El trabajo consiste en estudiar y optimizar las propiedades magnetoelásticas de microhilos ferromagnéticos con recubrimiento biocompatible, preparados mediante la técnica de enfriamiento ultrarrápido.

La optimización de dichas propiedades, mediante variaciones introducidas en las condiciones de obtención y/o mediante tratamientos posteriores, se plantea desde el punto de vista de una

aplicación concreta: el desarrollo de un sensor que permita determinar de forma sencilla el TP y, en pacientes anticoagulados, el INR (*International Normalized Ratio*) fuera del Sistema Hospitalario.

En España, según datos de la Fundación Española del Corazón (<http://www.fundaciondelcorazon.com/revistas/revista23/anticoagulante.htm>), en el año 2002 el número de pacientes tratados con anticoagulantes era superior a 400.000, dato coherente con la valoración realizada en el año 2006 por la Fundación CITIC (Centro Andaluz de Innovación y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. <http://www.citic.es/eTAO/>), que estimó que el 1% de la población española estaba recibiendo TAO. Por la evolución de los datos, se cree que esta cifra puede incrementarse en un 10% anual.

El sensor que se pretende desarrollar en una fase inicial, utilizaría para la medida el cambio que debe producirse en la frecuencia de resonancia magnetoelástica del microhilo en contacto con la sangre, durante el proceso de coagulación.

**Título: Fabricación y propiedades superconductoras del sistema Mo-Si (ACORDADO)**

**Nombre del Director:** Elvira M. González Herrera

**Resumen:**

El trabajo consistirá en la deposición de películas delgadas amorfas de Mo-Si, mediante técnicas de pulverización catódica. Para ello se instalarán nuevos blancos de estos materiales y se optimizarán las condiciones de crecimiento de forma que se obtengan películas superconductoras. Posteriormente, se estudiará el comportamiento de las mismas en el estado mixto. Para ello se realizarán medidas a bajas temperaturas, con campos magnéticos aplicados, utilizando un criostato con helio líquido.

**Título: "Estudio de la estructura de dominios en nanoestructuras magnéticas" (ACORDADO)**

**Directora:** Dra. Agustina Asenjo Barahona (Dpto. de Materiales para Tecnologías de la Información, ICMM-CSIC)

**Tutora:** Dra. Elvira María González Herrera (Dpto. de Física de Materiales, UCM)

**Título: "Corriente crítica en un sistema híbrido superconductor-magnético con inclusiones magnéticas desordenadas" (ACORDADO)**

**Directores:** José Luí́s Vicent y Elena Navarro

Centro/Departamento: Departamento de Física de Materiales, Ftad. de Físicas

**Resumen:**

En este trabajo se abordará la medida de la corriente crítica en un sistema híbrido superconductor-magnético compuesto por nanopartículas de cobalto de 10 nm de diámetro embebidas de forma desordenada en una matriz de vanadio. Se estudiarán los cambios en la corriente crítica con el aumento del porcentaje de partículas en la matriz hasta que el vanadio pierda sus propiedades superconductoras.

## FÍSICA ELECTRÓNICA

**Título: Fabricación y caracterización de estructuras de puerta alternativas a la estructura SiO<sub>2</sub>/Si (ACORDADO)**

**Director:** Álvaro del Prado Millán

**Breve descripción del trabajo**

En este trabajo se fabricarán estructuras de puerta metal aislante semiconductor (MIS) utilizando dieléctricos alternativos al óxido de silicio y sustratos alternativos al silicio. En concreto, se pretende utilizar como sustrato algún semiconductor del grupo III-V, como el InP. Como dieléctrico de puerta se estudiará el nitruro de silicio (SiN<sub>x</sub>), algún dieléctrico del alta permitividad, como el óxido de escandio Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, y estructuras compuestas de ambos materiales. Las estructuras MIS fabricadas se caracterizarán mediante medidas eléctricas (capacidad y conductancia en función de la tensión de puerta y la frecuencia) para estudiar su calidad y comparar las distintas estructuras fabricadas.

**Título: Caracterización de la responsividad espectral de células fotovoltaicas con heteroestructura tandem (ACORDADO)**

*Tutor: Dra. Dña. María Luisa Lucía Mulas*

*Director externo: Dr. D. José Lorenzo Balenzategui Manzanares (CIEMAT – Departamento de Energía)*

**Resumen:**

Un dispositivo fotovoltaico tandem esta basado en la multiunión de células con distintos rangos espectrales con el fin de conseguir una mayor eficiencia de conversión, actualmente se han conseguido niveles de un 40% de eficiencia. Estas células multiunión se suelen usar en concentración.

En células con estructura monolítica, los dispositivos aparecen crecidos en capas depositadas unas sobre otras con estructuras realmente complejas, en las que además de las capas activas, se insertan otras con distintos fines (adaptación de redes cristalinas, capas ventana, capas buffer o tampón, uniones túnel, etc.). Por su misma estructura, las células en los dispositivos tandem aparecen conectadas en serie y eso hace que la corriente máxima en el dispositivo completo esté limitada, en principio, por la corriente más baja entre las generadas en cada unión individual, aunque los materiales, los espesores y dopajes de las capas se diseñan para un acoplamiento óptimo entre sus corrientes, las variaciones en el contenido espectral de la fuente luminosa introduce limitación en la máxima eficiencia obtenible en la práctica.

Se propone el desarrollo e implementación de un sistema de medida de responsividad espectral que permita caracterizar dispositivos fotovoltaicos con estructura tandem, el estudio de los métodos de calibración de estos dispositivos y el análisis de la influencia de la distribución espectral de distintas fuentes luminosas en su corriente de cortocircuito.

**Título: Estudio de tecnologías de oxidación de láminas delgadas de gadolinio metálico para su aplicación como aislante de puerta en MOSFETs (ACORDADO)**

**Director:** D. Enrique San Andrés Serrano

**Resumen:**

El objetivo de este trabajo es la obtención de óxido de gadolinio como dieléctrico de alta permitividad. Para ello se caracterizará el depósito de láminas delgadas metálicas de Gd sobre Si mediante la técnica de pulverización catódica de alta presión. Se realizarán posteriormente tratamientos de oxidación (in-situ/ex-situ/por plasma) con el fin de estudiar sus propiedades físicas y eléctricas. En una fase final se fabricarán dispositivos MIS para evaluar la posible aplicación de estas películas como aislantes de puerta en dispositivos MOSFET.

Este proyecto es eminentemente experimental tanto en cuanto a la fabricación como a la caracterización de las películas.

**Título: "Nanoestructuración de óxidos ferromagnéticos medimetálicos utilizando técnicas de litografía electrónica". (ACORDADO)**

**Director:** Jacobo Santamaría Sánchez-Barriga

**Resumen:**

Se propone el crecimiento epitaxial de películas delgadas de manganitas de La/Ca y la definición de electrodos planares por litografía de haz de electrones. Estos electrodos se contactarán utilizando tiras nanométricas de Al evaporado. El objetivo del experimento es la inyección y detección de corrientes con polarización de espín. Se realizarán medidas de magnetorresistencia en campo magnético de hasta 0,4 T con objeto de caracterizar la polarización de espín de los electrodos y las posibles pérdidas de polarización en el transporte a través del Al o de las interfases. El proyecto es de naturaleza experimental y los medios para su realización se encuentran disponibles en el GFMC del Depto. De Física Aplicada III.

**Título: Técnicas de generación de energía fotovoltaica para el observatorio de astropartículas CTA**

**Directores:** Pedro Antoranz y Jose Miguel Miranda

**Descripción:**

En este trabajo se propone realizar un estudio sobre la viabilidad de la generación de energía solar fotovoltaica para el funcionamiento del observatorio de telescopios de Astropartículas CTA, aprovechando los espejos de los propios telescopios y utilizando la cámara de los mismos para acoplar un array de células solares de alto rendimiento. Se realizarán simulaciones que permitan calcular la energía que puede generarse bajo distintas configuraciones que ya han sido identificadas como económicamente viables, y se realizará un diseño de una instalación que permita almacenar la energía generada con la máxima eficiencia y fiabilidad posibles. Asimismo se realizará una comparativa con otras fuentes alternativas de generación y almacenamiento de energía. Se requieren conocimientos básicos de células solares.

**Título: Diseño de colectores de fotones para dispositivos GAPD**

**Directores:** Pedro Antoranz y Jose Miguel Miranda

**Descripción:**

Los dispositivos GAPDs son fotodetectores de avalancha de reciente diseño, que se caracterizan por una elevada eficiencia cuántica con un voltaje de operación inferior a 100 V. Tienen una elevada ganancia y son insensibles a la acción de campos magnéticos. Gracias a sus características son capaces de detectar fotones individuales, lo que les permite ser de gran utilidad en ámbitos tan diversos como la Biofísica (medidas de fluorescencia de células vivas), la Medicina (técnicas de reconstrucción de imagen por PET), la Astrofísica (detección de astropartículas) o la Fotónica (criptografía cuántica y radares láser o LIDAR). En este trabajo se propone realizar el diseño, construcción y test de un cono especular que actúe como colector de luz y permita maximizar la capacidad colectora de un GAPD, aprovechando al máximo su área

efectiva. Se dispondrá de GAPDs de última generación así como de fotomultiplicadores tradicionales para hacer una comparativa. Se requieren conocimientos de Óptica y programación.

## **DISPOSITIVOS FÍSICOS Y CONTROL**

**Título: “Control para la estabilización en suspensión de un cuatrirrotor” (ACORDADO)**

**Directores:** José A. López Orozco y Jesús M. de la Cruz  
Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática

### **Resumen:**

Se desea controlar un cuatrimotor como plataforma experimental para el estudio, manejo y control de vehículos aéreos autónomos. Con este tipo de vehículo se pondrán en funcionamiento algoritmos de control, búsqueda y cooperación. El primer paso para el control de vuelo de un cuatrirrotor será su estabilización en el aire. Para ello, en este trabajo fin de master, se realizarán principalmente dos tareas: el modelo y análisis de los motores necesarios para la construcción de la plataforma, y el control de estabilización del cuatrirrotor.

Como primer paso en la construcción de un cuatrirrotor se llevará a cabo el análisis y estudio de los motores que se incorporarán en el vehículo, así como su estudio teórico y análisis de sus posibilidades. Ello permitirá ajustar el diseño y construcción de la plataforma a las necesidades del proyecto e identificar un modelo físico teórico que permita el diseño del controlador más adecuado.

Una vez construido el modelo teórico del cuatrirrotor y desarrollado y probado los algoritmos de control para su estabilización se procederá al control y estabilización del cuatrirrotor construido. Para realizar esta tarea se realizará:

- 1.- Comunicación PC-cuatrirrotor mediante una emisora de radio-control.
- 2.- Recepción en el PC de la información sensorial sobre la posición y funcionamiento del vehículo a través de conexión radio.
- 3.- Análisis y modelado de los sensores existentes en el cuatrirrotor, como la IMU (Inertial Measurement Unit).
- 4.- Ajuste del modelo Matlab-Simulink diseñado.
- 5.- Implementación en tiempo real del control.
- 6.- Diseño y realización de pruebas. Es importante destacar que cualquier error provocará que el cuatrirrotor se rompa en pedazos

**Título: “Tecnología Grid aplicada a la colaboración del telescopio espacial JEM-EUSO” (ACORDADO)**

**Directores:** María D. Rodríguez y Luis del Peral, Universidad de Alcalá  
**Tutores:** Rubén Manuel Santiago Montero y José Luis Vázquez Poletti, Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática

### **Resumen:**

El objetivo del trabajo es sentar las bases para la utilización de tecnologías de computo avanzadas en la colaboración del telescopio espacial JEM-EUSO. Basado en el módulo experimental japonés (JEM) en la estación internacional espacial, JEM-EUSO es un nuevo tipo de observatorio que utilizará grandes volúmenes de atmósfera de la tierra como detector de las partículas más energéticas en el universo. JEM-EUSO (EUSO por sus siglas en inglés, “Extreme Universe Space Observatory”) observa los destellos breves de luz en la atmósfera de la tierra causados por las partículas provenientes de las profundidades del espacio. La clave



elemental del sensor es un campo muy amplio, muy rápido y un telescopio de lente muy grande que puede detectar partículas de energías extremas con energía del orden de los 10<sup>19</sup> eV. Cada 90 minutos, JEM-EUSO orbita la tierra, montado sobre la estación espacial internacional (ISS) a una altitud de aproximadamente 400Km.

Objetivos:

- Elaboración de un documento de especificaciones “COMPUTING MODEL”.
- Creación de una VO(Virtual Organization) para la colaboración JEM-EUSO
- Cargar los software de simulación de cascadas (Corsika, Aires, Conex)
- Cargar los software para la simulación del telescopio (ESAF, Saitama).
- Creación de Scripts para ejecutar los software.
- Creación de manuales de uso.

## **ENERGIAS RENOVABLES**

**Título: “Caracterización de dispositivos fotovoltaicos de baja potencia con seguimiento solar sin acoplamiento de sistemas PPT-PWM” (ACORDADO)**

**Director del trabajo:** Prof. Carlos Armenta Déu

Objetivo:

Diseño, caracterización y dimensionado de dispositivos fotovoltaicos para aplicaciones de baja potencia, en el rango de 0-10 W, con sistema de seguimiento solar ecuatorial y ecuatorial-acimutal, con conexión directa a carga de consumo sin acoplamiento de sistemas de rastreo del punto de potencia máxima (PPT-PWM).

Síntesis: El estudio llevará a cabo un proceso de caracterización de dispositivos fotovoltaicos con una estructura modular de paneles de reducida potencia con sistema de control automático de regulación del número de paneles conectados a un sistema de almacenamiento eléctrico. El estudio se realizará con y sin el empleo de dispositivos PPT-PWM para establecer un cuadro comparativo entre los dos tipos de sistemas con objeto de evaluar las ventajas e inconvenientes de no usar los dispositivos PPT-PWM. Asimismo, el estudio establecerá un proceso de optimización del acoplamiento paneles-acumulador con vistas a la obtención de la máxima eficiencia, para lo cual los ensayos se llevarán a cabo utilizando distintas configuraciones y con elementos diferentes. El proceso se completará con un análisis previo del comportamiento de dichas configuraciones mediante una simulación numérica, con vistas a poder validar una metodología teórica que establezca “*a priori*” el comportamiento de los sistemas evaluados. Complementariamente, se procederá al estudio y caracterización de los dispositivos fotovoltaicos acoplados a un sistema de seguimiento acimutal y a un sistema de seguimiento ecuatorial-acimutal, con la idea de observar las posibles mejoras que se obtengan de la respuesta de los paneles fotovoltaicos bajo las nuevas condiciones de operación. Por otra parte, este estudio se completará con el análisis de la influencia que sobre el acoplamiento paneles-acumulador tenga el uso de dispositivos fotovoltaicos de baja potencia con seguimiento solar, así como la incidencia sobre la configuración óptima y la eficiencia del conjunto.

Necesidad del estudio: El uso de dispositivos fotovoltaicos de baja potencia no ha sido estudiado hasta el momento por el hecho de la falta de interés de los fabricantes de sistemas, dado el escaso mercado que este tipo de sistemas tenía en las aplicaciones fotovoltaicas. La posible utilización de este tipo de dispositivos en sistemas de control remoto, detección, telemetría y comunicaciones, hace necesario un estudio detallado de su comportamiento y respuesta a las condiciones específicas de operación de tales sistemas, las cuales difieren considerablemente de las correspondientes a dispositivos fotovoltaicos de mediano y gran tamaño. Asimismo, el acoplamiento de este tipo de dispositivos a sistemas de seguimiento solar, en uno y dos ejes, nunca ha sido llevado a cabo, por lo que se impone un proceso de

caracterización del comportamiento de tales dispositivos con vistas a evaluar su comportamiento cuando trabajen bajo condiciones de máxima insolación cual es el caso de los sistemas dotados de seguimiento solar.

**Innovación:** La principal novedad del trabajo propuesto se centra, en primer lugar, en la caracterización de dispositivos fotovoltaicos de baja potencia sin acoplamiento de sistemas PPT-PWM con y sin seguimiento solar. En segundo lugar, el trabajo presenta la novedad de estudiar la configuración óptima para un sistema conjunto paneles-acumulador sin control de carga cuyo análisis no ha sido llevado a cabo hasta el momento y que no puede ser evaluado comparativamente por las diferentes condiciones de operación con relación a los sistemas clásicos.

**Plan de trabajo:** El estudio se divide en las siguientes secciones:

- a) Caracterización de los dispositivos fotovoltaicos de baja potencia
- b) Evaluación y análisis de la respuesta de los dispositivos acoplados a un sistema de almacenamiento con y sin control de carga por elementos PPT-PWM
- c) Establecimiento de un proceso de optimización del acoplamiento paneles-acumulador en ausencia de elementos PPT-PWM, incluyendo el diseño de la configuración idónea
- d) Simulación numérica del proceso de optimización y validación del mismo
- e) Acoplamiento de los dispositivos fotovoltaicos a un sistema de seguimiento solar acimutal y a otro de seguimiento ecuatorial-acimutal, y evaluación del comportamiento. Comparación con la respuesta sin seguimiento y análisis de las ventajas e inconvenientes derivados de su uso
- f) Estudio y análisis de la influencia del uso de sistemas de seguimiento sobre la configuración óptima del acoplamiento paneles-acumulador, y evaluación de posibles configuraciones alternativas

**Título: Estudio y análisis de generadores fotovoltaicos de capa fina con y sin seguimiento solar (ACORDADO)**

**Director del trabajo:** Prof. Carlos Armenta Déu

**Objetivo:** Caracterizar el comportamiento de generadores fotovoltaicos de capa fina de nueva generación, fijos y con seguimiento solar acimutal.

**Síntesis:** El estudio llevará a cabo un análisis exhaustivo del comportamiento de paneles fotovoltaicos de capa fina de nueva generación bajo distintas condiciones de trabajo y en varias épocas del año, tanto para estructuras con orientación e inclinación fijas, como para sistemas con seguimiento solar a un eje de tipo acimutal.

**Necesidad del estudio:** El desarrollo de nuevas tecnologías en la producción de paneles fotovoltaicos, como son los paneles de capa fina, requiere su caracterización con vistas a evaluar parámetros tan relevantes como su eficiencia, respuesta eléctrica a la demanda, evolución del punto de trabajo, etc., en condiciones reales de operación bajo diversas circunstancias. Asimismo, el empleo de sistemas de seguimiento para un mejor aprovechamiento del recurso solar sobre los paneles fotovoltaicos, obliga al estudio de los paneles de capa fina acoplados a dicho tipo de sistemas, con objeto de evaluar la mejora en el comportamiento de los paneles y el aumento de producción de energía eléctrica.

**Innovación:** Aunque el estudio y caracterización de paneles fotovoltaicos convencionales en estructuras fijas y con seguimiento solar acimutal, así como de paneles fotovoltaicos de capa fina en estructuras fijas, ha sido ampliamente realizado, el estudio comparativo del comportamiento de paneles de capa fina de nueva generación con y sin seguimiento representa una novedad en el mercado de la tecnología fotovoltaica. Dada la cada vez más frecuente

implantación de este tipo de tecnología en los sistemas solares autónomos y de producción para venta a red, el estudio es de gran importancia.

Plan de trabajo: El estudio consistirá en:

- Caracterización de la curva de respuesta de los paneles fotovoltaicos bajo diferentes condiciones de irradiancia
- Evaluación del rendimiento del panel fotovoltaico, con y sin seguimiento
- Evaluación del rendimiento del sistema acoplado panel-convertidor
- Estudio y dimensionado del sistema de acumulación para este tipo de paneles
- Estudio y caracterización de dos sistemas de idénticas características, uno montado en estructura con orientación e inclinación fijas, y otro en un sistema dotado de seguimiento acimutal, bajo distintas condiciones de operación, simulando una instalación real, y en diferentes condiciones de insolación para diversas épocas del año.

### **Título: Modelización de un sistema de suministro energético eólico-solar (ACORDADO)**

**Directores del trabajo:** Prof. Carlos Armenta Déu

**Objetivo:** El objetivo principal del trabajo es el análisis mediante simulación numérica de un proceso metodológico para caracterizar el suministro de energía mediante fuentes de energía renovable, eólica y solar, en sistemas autónomos, independientes y conectados a red

**Síntesis:** En este trabajo se busca parametrizar el balance de energía para distintas configuraciones entre el aporte de energía procedente de fuentes no convencionales como la solar y eólica, y la demanda para determinadas condiciones de operación. La simulación del aporte energético se llevará a cabo mediante los algoritmos necesarios para evaluar el recurso solar y eólico bajo unas condiciones determinadas. Por otra parte, el estudio se centrará en dos tipos básicos de configuración, sistemas autónomos y conectados a red. El análisis del balance de energía motivará la necesidad o no de un sistema de almacenamiento, el cual deberá ser diseñado y dimensionado por medio de los algoritmos necesarios, en función del balance de energía, debiendo parametrizar el sistema a través de la dependencia con las variables operacionales. Asimismo, el estudio contemplará dos situaciones genéricas, sistemas independientes e interconectados, llevándose a cabo un estudio comparativo de la gestión energética para ambos casos, así como la evaluación del rendimiento en ambas configuraciones

**Necesidad del estudio:** En la actualidad la gestión de la energía se ha convertido en uno de los asuntos más relevantes en el panorama energético mundial. El uso racional de la energía supone un ahorro considerable, tanto en los propios recursos energéticos como en las medidas necesarias para combatir y reducir los gases de efecto invernadero (GEI), causantes en gran medida del calentamiento global de nuestro planeta. Un estudio que permita una modelización del proceso de gestión en el uso de fuentes de energía renovable, mejorará significativamente la eficiencia energética, y proporcionará una herramienta muy útil para la utilización tanto de dichas fuentes como de las convencionales, al mismo tiempo que suministra un método de cálculo para mejorar el diseño y dimensionado de las instalaciones híbridas de energías renovables conectadas a red

**Innovación:** La principal innovación se centra, desde un punto de vista general, en el propio proceso de simulación para instalaciones autónomas, independientes e interconectadas, y en particular, para el uso de fuentes de energía renovable con y sin almacenamiento.

Plan de trabajo: El estudio se divide en varias partes, a saber:

- Generación de la curva de recurso solar y eólico disponibles mediante simulación numérica para diferentes áreas geográficas

- Generación de un algoritmo numérico para la evaluación de la demanda en función del tipo de utilización de la energía
- Determinación del balance neto de energía para diferentes condiciones de operación
- Análisis y evaluación de la necesidad de un sistema de almacenamiento
- Estudio y caracterización del proceso de simulación para sistemas autónomos y conectados a red
- Análisis comparativo entre sistemas independientes e interconectados

**Título: Desarrollo y análisis de un sistema de purificación de agua salobre mediante energía solar**

**Directores del trabajo:** Prof. Mohamed Khayet y Prof. Carlos Armenta Déu

**Objetivo:** El objetivo principal del trabajo es el tratamiento de aguas salobres utilizando energía solar y el proceso de separación isoterma denominado Ósmosis Inversa (OI) a temperaturas de hasta 60°C. Se emplearán captadores solares de nueva generación y una planta piloto autónoma de OI.

**Síntesis:** En este trabajo se estudiará el efecto de: i) la temperatura de la disolución salina, ii) la presión hidrostática, iii) el del flujo de la disolución salina y iv) la concentración de la disolución a tratar sobre el flujo de permeado, el factor de separación de la sal del agua y la energía consumida. Se pretende desarrollar y caracterizar un sistema completamente autónomo, desde el punto de vista energético, que pueda operar en las condiciones más adversas, en especial en lugares remotos o aislados donde no existan fuentes convencionales de energía o donde el aporte energético convencional sea difícil o muy caro. Asimismo, se busca desarrollar un sistema de reducidas dimensiones, que pueda ser escalable y adaptable a las necesidades de pequeñas comunidades, en un intento por descentralizar el proceso de producción de agua potable, así como evitar los costes de transporte y distribución de la misma. En general, en el campo de tratamiento de aguas por OI se emplean disoluciones salinas a temperatura ambiente. En este trabajo se pretende trabajar a temperaturas más altas de hasta 60°C utilizando un captador solar térmico esférico. Las bombas de presión funcionan con paneles planos fotovoltaicos. Es de esperar que la eficiencia de la planta OI aumente al aumentar la temperatura de la disolución salina

**Necesidad del estudio:** La necesidad de producción de agua potable en el mundo actual, en especial en áreas desérticas o desertizadas, donde el aporte de energía solar es muy elevado, ha hecho concebir la idea de utilizar dicho recurso para la potabilización de agua mediante un sistema de ósmosis inversa alimentado por energía solar térmica y fotovoltaica. En la actualidad, las plantas de producción de agua potable por ósmosis inversa son de tamaños muy considerables, que requieren grandes cantidades de energía, lo que fomenta el uso de fuentes convencionales de energía como fuel-oil, generando gases de efecto invernadero (GEI) en cantidades muy elevadas, y contribuyendo de forma notable al calentamiento global del planeta. El desarrollo y caracterización de sistema escalables de dimensiones mucho más reducidas permitiría adaptar la tecnología desarrollada a las necesidades reales de muchas comunidades, en particular de las aisladas o remotas, que son precisamente las que tienen una mayor necesidad de aporte de agua potable por la escasez de la misma en el lugar donde se ubican y por la falta de redes de distribución hasta dichas zonas al no resultar rentable su construcción.

**Innovación:** La principal innovación se centra en el estudio de una planta autónoma de desalación por OI a altas temperaturas de hasta 60°C. Aunque la tecnología de ósmosis inversa es conocida, el desarrollo de nuevas membranas, adaptadas a las características del sistema, impuestas por las condiciones de operación, representa de por sí una innovación. Al mismo tiempo, la práctica totalidad de las plantas de ósmosis inversa, como se ha mencionado en el apartado anterior, son de gran tamaño, lo que obliga a un replanteamiento del diseño y a una

adaptación de la tecnología a las nuevas dimensiones, siendo esto una novedad, tanto desde el punto de vista científico como tecnológico. Igualmente, el acoplamiento de dispositivos solares, térmicos y fotovoltaicos, a las unidades de ósmosis inversa, representa una importante innovación científica y tecnológica, dado que obliga a la caracterización del proceso conjunto en función de las condiciones requeridas por el sistema de potabilización y la respuesta que proporciona tanto el sistema térmico como el fotovoltaico.

Plan de trabajo: El estudio se divide en varias partes, a saber:

- Estudio y caracterización del recurso solar como fuente energética para establecer las condiciones de operación, especialmente térmicas, del sistema de ósmosis inversa
- Estudio del efecto de los parámetros que intervienen en el proceso OI (temperatura, presión hidrostática, flujo de circulación y concentración de la disolución salina) sobre el rendimiento de la planta
- Estudio y caracterización del sistema solar térmico que aportará la energía térmica al dispositivo de ósmosis inversa.
- Estudio de la respuesta del captador solar térmico esférico utilizado bajo diferentes condiciones de operación. Como respuestas se considerarán el flujo de permeado, el factor de separación y la energía consumida en toda la planta.
- Cálculo de energía suministrada y curva de rendimiento. Diseño y dimensionado del mismo
- Estudio y caracterización del sistema solar fotovoltaico que aportará la energía eléctrica al dispositivo de ósmosis inversa. Cálculo de energía suministrada y curva de rendimiento. Diseño del sistema y dimensionado de los componentes
- Acoplamiento de los sistemas solares al dispositivo de ósmosis inversa. Estudio y caracterización del conjunto para distintas condiciones de operación. Cálculo de eficiencias y balance neto de energía