

# Trabajos Fin de Máster

Máster Univ. Ing. de Telecomunicación

Máster Univ. Ing. de Sistemas Electrónicos

Máster Univ. Ing. Biomédica

Máster Univ. Ing. Materiales

Máster Univ. en Neurotecnología

## Oferta de Temas

Curso Académico 2025-2026

Septiembre 2025



Departamento de  
Ingeniería  
Electrónica

Universidad Politécnica de Madrid

**Trabajos Fin de Grado**

[www.die.upm.es](http://www.die.upm.es)



## Títulos de los temas ofertados - Índice

- **Prototipado y evaluación de redes neuronales de spiking en plataformas neuromórficas** 4
- **Desarrollo de sistemas de algoritmos de aprendizaje por refuerzo para guiado de drones** 5
- **Desarrollo de sistemas de algoritmos de aprendizaje por refuerzo para jugar al ajedrez** .. 6
- **Interfaces cerebro-ordenador** ..... 7
- **Modelado de comportamiento humano mediante el procesado de señales obtenidas mediante sensores de movimiento**..... 8
- **Metamateriales para invisibilidad** ..... 9
- **Entrenamiento de una red neuronal aplicada a imágenes satelitales** ..... 10
- **Diseño y caracterización de resonadores de ondas acústicas de superficie en el rango de los GHz**..... 11
- **Desarrollo y validación de la interconexión de chiplets** ..... 13
- **Modelado de Estrategias de Persuasión en Anuncios Usando Modelos de Lenguaje Multimodales (MM-LLMs)** ..... 14
- **Predicción del Recuerdo del Contenido Multimedia Usando Señales Cerebrales** ..... 15
- **Diseño e Implementación de Técnicas de Reconocimiento Emocional a través del Modelado del Movimiento Corporal**..... 16
- **Diseño e Implementación de Técnicas de Reconocimiento de Lengua de Signos mediante Modelado Multimodal del Movimiento**..... 17
- **Aplicación de MLLMs para la Predicción de Respuestas Biométricas en Neuromarketing Audiovisual**..... 18
- **Implementación de un Chatbot Basado en Agentes para la Gestión de Marcas e Identidad Corporativa**..... 19
- **Implementación de un Sistema Distribuido de Reconocimiento de Actividades Físicas con Sensores Inerciales**..... 20
- **Diseño e Implementación de Contenido Didáctico de asignaturas de Inteligencia Artificial** ..... 21
- **Fast Vocabulary Adaptation for ASR** ..... 22
- **Multicultural Personalization for Social Robots** ..... 23
- **Multimodal Attention Understanding**..... 24

• Artistic Painting Animations – Bringing Art to Life with AI.....	25
• Remembering Art – Can VLLMs Recreate Masterpieces?.....	26
• Diseño e implementación de un controlador de Interrupciones Software para RISC-V....	27
• Diseño y desarrollo de sistema de pruebas en FPGA con alto ancho de banda.....	28
• Diseño y desarrollo de un banco de pruebas para sistema empotrado con RTOS.....	29
• Modelling of 2D Charge-Density-Wave Materials probed with Surface Acoustic Wave Devices .....	30
• Estudio e implementación de un pipeline para conectómica estructural en lactantes prematuros con riesgo de autismo .....	32

# Prototipado y evaluación de redes neuronales de spiking en plataformas neuromórficas

**Tutor:** Pablo Ituero

**Correo Electrónico:** [pablo.ituero@upm.es](mailto:pablo.ituero@upm.es)

**Despacho:** C-222

**Número de Trabajos Fin de Máster/Grado ofertados:** 2

**Competencias Relacionadas:** Diseño hardware digital, FPGA, VHDL, Python, hardware neuromórfico, redes neuronales de spiking. (Titulaciones: MUIT/MUISE)

**Descripción del TFM/TFG:** Este Trabajo Fin de Máster (o Fin de Grado) se enmarca en la línea de investigación del grupo orientada al desarrollo de hardware específico para computación neuromórfica y redes neuronales de tipo **spiking (SNNs)**. Se propone un trabajo flexible, con diferentes itinerarios que el estudiante podrá elegir en función de su perfil y sus intereses.

El objetivo general es explorar técnicas de diseño hardware para la ejecución eficiente de modelos SNN en plataformas digitales, evaluando tanto rendimiento como consumo y escalabilidad.

Las posibles líneas de trabajo incluyen:

- **Uso de plataformas de desarrollo con chips neuromórficos comerciales o experimentales** como aceleradores de redes spiking. Se abordará la configuración, programación, y evaluación de dichas plataformas en tareas de clasificación o detección.
- **Exploración y uso de un framework propio del grupo de investigación** que permite la conversión de modelos definidos en Python con *SpikingJelly* a código **VHDL sintetizable**, automatizando el flujo de diseño hardware para redes neuronales spiking. El estudiante podrá aplicar el flujo a un caso de uso y analizar los resultados.
- **Diseño desde cero de una red spiking simple en VHDL**, con enfoque pedagógico para comprender en detalle los elementos que componen una red neuromórfica y su implementación digital.

Todas las líneas comparten una fase inicial de revisión bibliográfica y toma de contacto con los fundamentos teóricos de la computación neuromórfica, así como con las herramientas de desarrollo hardware/software requeridas.

## Condiciones de los candidatos:

- Conocimientos básicos de **Python** y **VHDL** (según la línea elegida).
- Interés en inteligencia artificial, diseño digital, y arquitecturas alternativas de cómputo.
- Capacidad de trabajo autónomo y motivación para explorar nuevas tecnologías en el ámbito de la IA.

# Desarrollo de sistemas de algoritmos de aprendizaje por refuerzo para guiado de drones

**Tutor:** Rubén San Segundo Hernández

**Correo Electrónico:** [ruben.sansegundo@upm.es](mailto:ruben.sansegundo@upm.es) **Despacho:** B-109

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** Programación en Python, Aprendizaje Automático e Inteligencia Artificial.

**Todos los másteres de la ETSIT**

**Descripción del Trabajo Fin de Máster**

El trabajo Fin de Máster que se propone tiene como objetivo el desarrollo de una plataforma que permita implementar y evaluar diferentes algoritmos de aprendizaje por refuerzo para la gestión de flotas de drones. El objetivo es que el algoritmo permita el guiado de los drones para resolver varias misiones: llegar a objetivos en entornos con obstáculos, cruzar zonas con obstáculos, etc.



**Condiciones de los candidatos:** Interés en algoritmos de aprendizaje profundo.

# Desarrollo de sistemas de algoritmos de aprendizaje por refuerzo para jugar al ajedrez

**Tutor:** Rubén San Segundo Hernández

**Correo Electrónico:** [ruben.sansegundo@upm.es](mailto:ruben.sansegundo@upm.es) **Despacho:** B-109

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** Programación en Python, Aprendizaje Automático e Inteligencia Artificial.

**Todos los másteres de la ETSIT**

**Descripción del Trabajo Fin de Máster**

El trabajo Fin de Máster que se propone tiene como objetivo el desarrollo de una plataforma que permita implementar y evaluar diferentes algoritmos de aprendizaje por refuerzo para jugar al ajedrez. Se propone el desarrollo de varios jugadores y una plataforma para entrenar nuevos modelos que superen a estos jugadores. Para ello, se debe definir una metodología de evaluación que permita saber qué jugador es mejor.



**Condiciones de los candidatos:** Interés en algoritmos de aprendizaje profundo y buen jugador de ajedrez.

# Interfaces cerebro-ordenador

**Tutor:** Rubén San Segundo Hernández

**Correo Electrónico:** [ruben.sansegundo@upm.es](mailto:ruben.sansegundo@upm.es) **Despacho:** B-109

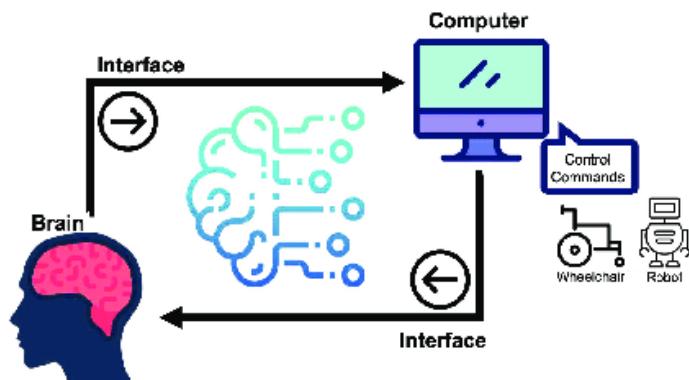
**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** Programación en Python, Aprendizaje Automático e Inteligencia Artificial.

**Todos los másteres de la ETSIT**

**Descripción del Trabajo Fin de Máster**

En este trabajo se propone el estudio de técnicas de Deep Learning para el procesado de señales EEG que permitan reconocer lo que una persona está pronunciando/diciendo, sin sonido.



**Condiciones de los candidatos:** Interés en aspectos de sensado humano e interacción persona-máquina. Interés en señales EEG. Vocación por el desarrollo de tecnologías para ayudar a las personas.

# Modelado de comportamiento humano mediante el procesado de señales obtenidas mediante sensores de movimiento

**Tutor:** Rubén San Segundo Hernández

**Correo Electrónico:** [ruben.sansegundo@upm.es](mailto:ruben.sansegundo@upm.es) **Despacho:** B-109

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

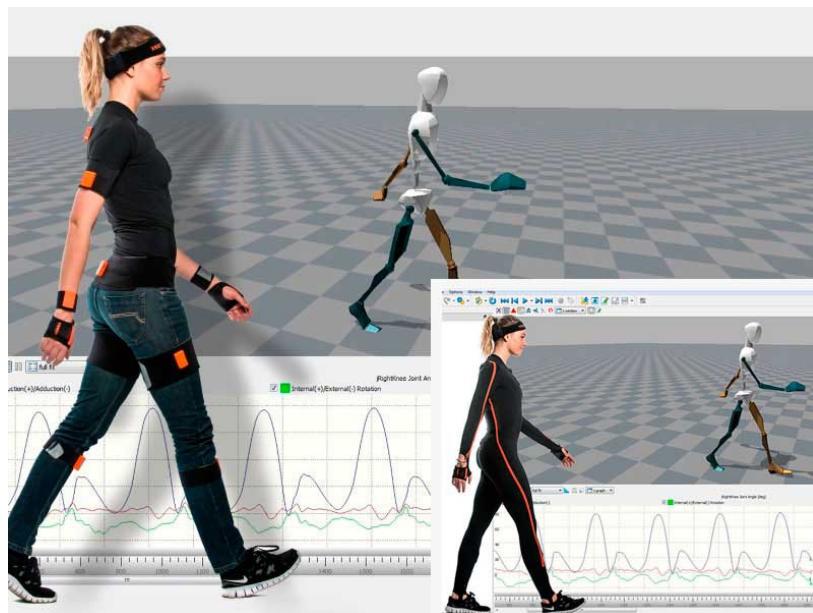
**Competencias Relacionadas:** Programación en Python, Aprendizaje Automático e Inteligencia Artificial.

**Todos los másteres de la ETSIT**

**Descripción del Trabajo Fin de Máster**

En la actualidad el desarrollo tecnológico de los sensores está permitiendo su incorporación en objetos de la vida cotidiana como ropa, teléfonos, relojes, etc. Este alto nivel de integración está permitiendo el desarrollo de aplicaciones de supervisión y modelado del comportamiento humano.

En este trabajo se propone el estudio de técnicas de Deep Learning para el procesado de señales iniciales recogidas de varios sensores (acelerómetros, giróscopos, etc.) localizados en objetos de la vida cotidiana. Mediante el estudio de las señales de los sensores es posible detectar el comportamiento de una persona, su identidad o sus intenciones.



**Condiciones de los candidatos:** Interés en aspectos de sensado humano e interacción persona-máquina. Vocación por el desarrollo de tecnologías para ayudar a las personas.

## Metamateriales para invisibilidad

### Oferta de contrato a través de la cátedra UPM-INDRA

**Tutor:** Juan Luis García Pomar

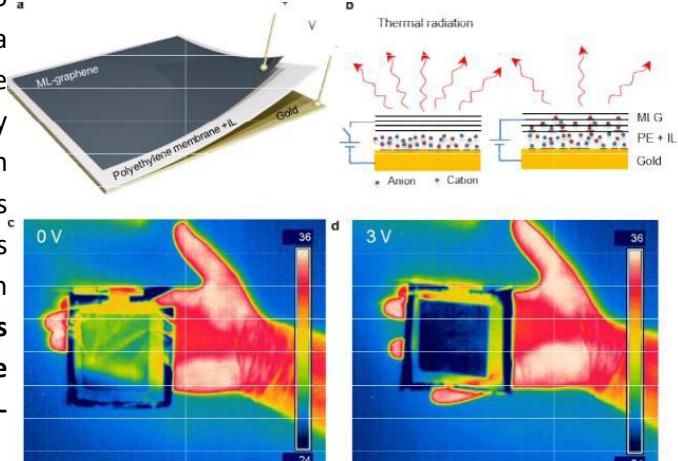
**Correo Electrónico:** [jl.garcia.pomar@upm.es](mailto:jl.garcia.pomar@upm.es)

**Despacho:** B-011

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** Simulación numérica, radiofrecuencia, plasmónica, materiales 2D, grafeno.

**Descripción del TFM:** En esta temática se estudiarán estructuras basadas en grafeno y otros materiales 2D para el desarrollo de sistemas sintonizables o metamateriales con propiedades absorbentes o dispersoras en los rangos del infrarrojo y/o RF, que son de interés, por ejemplo, para aplicaciones de invisibilidad o camuflaje frente a sistemas de detección térmica y radar. Se realizará un estudio práctico en que se fabricarán y analizarán las propiedades fotónicas de estructuras basadas en metamateriales de grafeno en el infrarrojo. **Oferta de 750 € brutos/mes (aprox. 610 netos) 20h semanales durante 9 meses a través de la cátedra UPM-INDRA.**



**Condiciones de los candidatos:** Mandar un email con el expediente académico a la dirección a [jl.garcia.pomar@upm.es](mailto:jl.garcia.pomar@upm.es) indicando el interés en hacer el TFM sobre este tema. Conocimientos en Matlab, Comsol, aunque no excluyentes se tendrán en consideración.

**Referencias:** <https://arxiv.org/pdf/1804.11004>

# Entrenamiento de una red neuronal aplicada a imágenes satelitales

## TFM realizado en Airbus Crisa

**Tutor:** Francisco Torrero / Miguel Ángel Moreno (Airbus Crisa)

**Correo Electrónico:** [francisco.torrero@airbus.com](mailto:francisco.torrero@airbus.com) / [miguelangel.moreno@airbus.com](mailto:miguelangel.moreno@airbus.com)

**Ponente:** Andrés Rodríguez Domínguez (UPM)

**Correo Electrónico:** [andres.rodriguez.dominguez@upm.es](mailto:andres.rodriguez.dominguez@upm.es)

**Despacho:** ETSIT-UPM / B-311

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** Diseño Software, Inteligencia Artificial, Microprocesadores, innovación tecnológica. (Titulaciones: MUIT/MUISE)

**Descripción del TFM:** El objetivo primero y principal de este Trabajo fin de Máster es la codificación, entrenamiento y validación de una red neuronal tipo YOLO-x aplicada a imágenes satelitales de tamaño 1024 x 1024 x N.

Este objetivo se compone, a su vez, de dos subobjetivos:

- Trade-off entre las distintas versiones de redes YOLOx, considerando las prestaciones de cada una, sus ventajas e inconvenientes. El resultado debe ser una selección justificada del tipo de red que finalmente se implementara en SW. Se entregará un documento (puede ser en formato presentación) incluyendo las justificaciones de la selección.
- Codificación de la red elegida en una arquitectura SPARC multi-core. Posteriormente se entrenará la red con imágenes reales y se aplicará a imágenes distintas del conjunto de entrenamiento. Siendo el código y los resultados obtenidos entregables.



**Condiciones de los candidatos:** Conocimiento de lenguaje C, Tensor flow, Keras, Redes Neuronales, buen conocimiento de inglés, iniciativa e interés genuino por el tema propuesto.

# Diseño y caracterización de resonadores de ondas acústicas de superficie en el rango de los GHz

**Tutor:** Raúl Izquierdo López

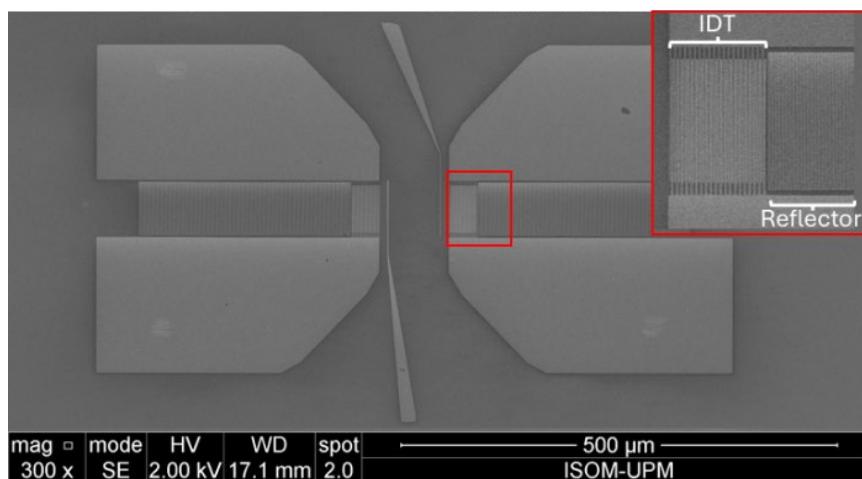
**Correo Electrónico:** [raul.izquierdo@upm.es](mailto:raul.izquierdo@upm.es) / [j.pedros@upm.es](mailto:j.pedros@upm.es)

**Despacho:** C-206

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** Diseño de dispositivos microelectrónicos, electrónica de alta frecuencia, nanotecnología .

**Descripción del TFM:** Los resonadores de ondas acústicas de superficie (SAW) son dispositivos que han sido tradicionalmente utilizados como filtros electrónicos de alta frecuencia, aunque recientemente han encontrado aplicaciones en áreas como las comunicaciones cuánticas, el biosensado o la manipulación de nanomateriales. Su fabricación consiste en la definición de un transductor interdigitado (IDT) sobre un material piezoelectrico, el cual convertirá la energía eléctrica en energía mecánica, y viceversa; en combinación con un par de reflectores conformando una cavidad. La frecuencia de operación de estos dispositivos es inversamente proporcional a la periodicidad de sus electrodos, por lo que mayores frecuencias de resonancia requieren una mayor resolución en la fabricación.



Resonador SAW de dos puertos con dos contactos eléctricos dentro de la cavidad.

El objetivo de este TFM consiste en el diseño de resonadores SAW sobre sustratos de AlN para su funcionamiento en el rango de los GHz. Para ello se utilizarán herramientas CAD en combinación con los softwares comerciales *Beamer* y *Tracer* para la corrección del efecto de proximidad de cara a su fabricación mediante haz de electrones.

Tras la fabricación, con el objetivo de optimizar el diseño, el estudiante caracterizará la estructura y el desempeño de los dispositivos mediante microscopía por haz de electrones y medidas eléctricas de alta frecuencia utilizando un analizador vectorial de redes. El trabajo se llevará a cabo en las instalaciones del ISOM en la ETSIT.

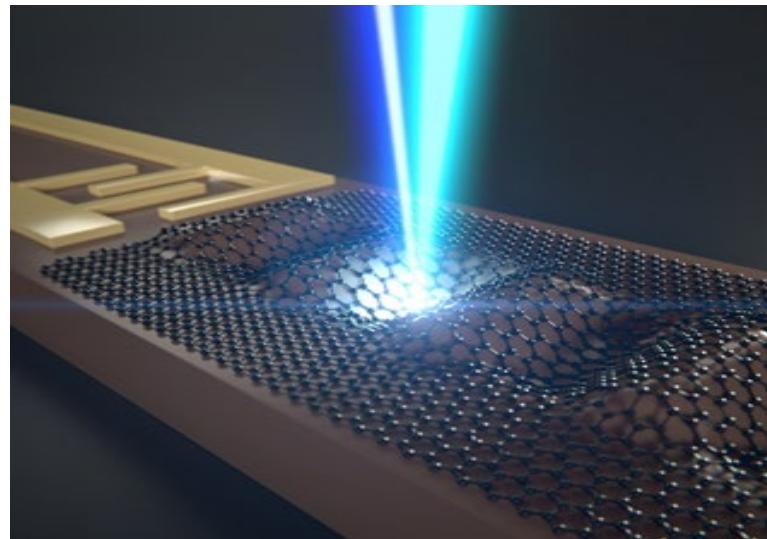


Ilustración artística de un resonador SAW manipulando grafeno.

Este TFT está financiado por la “**Cátedra UPM-INDRA en microelectrónica**” y estará asociado a una beca/contrato con la UPM. Este es un proceso inicial en la búsqueda de candidatos. El candidato deberá enviar el CV y expediente académico junto a unas líneas de motivación a los correos de contacto antes de las 23:59 del día 8 de octubre de 2025.

**Condiciones económicas:** 20 horas semanales durante 9 meses, 6630 € brutos en total (aprox. 736 € brutos/mes)

**Condiciones de los candidatos:** Ser alumno de los programas de máster “Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (MUIT)”, “Máster en Ingeniería de Materiales (MIM)” o “Máster Universitario en Ingeniería de Sistemas Electrónicos (MUISE)” de la UPM en disposición de realizar el TFM; buen conocimiento de inglés, iniciativa e interés genuino por el tema propuesto.

## Desarrollo y validación de la interconexión de chiplets

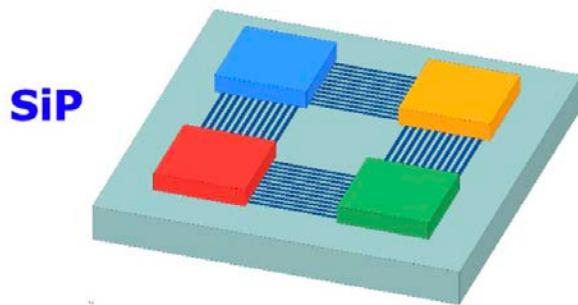
**Tutor:** Ruzica Jevtic

**Correo Electrónico:** r.jevtic@upm.es

**Despacho:** C-221

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** Diseño hardware, innovación tecnológica. (Titulaciones: MUIT/MUISE)



**Descripción del TFM:** Ofrecemos un TFM en el que se trabaja con **UCle (Universal Chiplet Interconnect Express)**, el nuevo estándar apoyado por Intel, AMD, Arm y TSMC para la interconexión de chiplets.

### Objetivo del proyecto

- Trabajar en el código Chisel para el control digital de UCle desarrollado en la Universidad de California, Berkeley.
- Ejecutar pruebas funcionales para validar su correcto comportamiento.
- Verificar el funcionamiento en entornos de simulación y, finalmente, en FPGA.

**Al final del proyecto el alumno adquirirá:**

- Uso avanzado de **Chisel** y metodologías modernas de diseño hardware.
- Experiencia en **verificación digital** y depuración de diseños reales.
- Práctica en **FPGA prototyping**, muy valorada en la industria.
- Trabajo con un estándar emergente que marcará el futuro del diseño de chips.

### Ventajas

- Proyecto con fuerte conexión internacional: el código original proviene de **UC Berkeley**, con la que estamos colaborando.
- Posibilidad de abrir colaboraciones futuras con grupos de investigación de prestigio.
- Adquisición de competencias muy demandadas en el mercado laboral (semiconductores, hardware para IA, FPGA).
- Posibilidad de beca para hacer TFM

Condiciones de los candidatos: Conocimiento de lenguaje C y lenguaje VHDL, iniciativa e interés genuino por el tema propuesto.

## Modelado de Estrategias de Persuasión en Anuncios Usando Modelos de Lenguaje Multimodales (MM-LLMs).

**Tutor:** Iván Martín Fernández

**Correo Electrónico:** [ivan.martinf@upm.es](mailto:ivan.martinf@upm.es)

**Despacho:** B-041

**Número de Trabajos Fin de Titulación ofertados:** 1

**Possible beca de 8 meses por 500€ al mes**



**Competencias Relacionadas:** Inteligencia Artificial Multimodal, Aprendizaje Automático, Programación en Python, Investigación e Innovación Tecnológica.

**Descripción del TFT:** Cada vez que vemos televisión o consumimos contenido online estamos expuestos a anuncios que intentan convencernos de comprar un producto. Este trabajo busca desarrollar sistemas automáticos que fomenten un consumo responsable de publicidad, detectando las estrategias de persuasión utilizadas en cada anuncio. Para ello, se aprovecharán las capacidades de los modelos de lenguaje multimodales (MM-LLMs), capaces de analizar tanto las características visuales como las semánticas del contenido para obtener resultados avanzados.

Entre los objetivos propuestos se encuentran:

- **Estudio del estado del arte** en el área de MM-LLMs y neuromárketing.
- **Implementación** de modelos basados en MM-LLMs para predecir estrategias de persuasión en anuncios utilizando **Python** y sus frameworks (PyTorch, Huggingface, ModelScope-Swift).
- **Evaluación** de las soluciones propuestas mediante métricas objetivas.

**Condiciones de los candidatos:**

- Fluidez programando scripts y proyectos sencillos en Python.
- Adaptabilidad rápida a nuevos frameworks de desarrollo IA.
- Conocimientos básicos de procesado de imágenes y vídeo.
- Proactividad, iniciativa e interés genuino por el campo de la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático en general y por el desarrollo de soluciones punteras basadas en redes neuronales en particular.

**Se valorará positivamente:**

- Experiencia o conocimiento previo relacionado con los fundamentos teóricos y prácticos de la Inteligencia Artificial y los Modelos de Lenguaje.
- Experiencia programando en Python y sus librerías relevantes para IA (pandas, scikit-learn, pytorch...)

## Predicción del Recuerdo del Contenido Multimedia Usando Señales Cerebrales

**Tutor:** Iván Martín Fernández

**Correo Electrónico:** [ivan.martinf@upm.es](mailto:ivan.martinf@upm.es)

**Despacho:** B-041

**Número de Trabajos Fin de Titulación ofertados:** 1

**Possible beca de 8 meses por 500€ al mes**



**Competencias Relacionadas:** Señales Biomédicas, Aprendizaje Automático, Programación en Python, Investigación e Innovación Tecnológica.

**Descripción del TFT:** El objetivo de este trabajo es hacer uso de herramientas de Aprendizaje Automático para entender mejor nuestra respuesta cerebral al ver un vídeo, utilizando la señal de electroencefalograma (EEG) como entrada, con la memoria como punto central.

Las principales preguntas de investigación incluyen:

- *¿Podemos saber si una persona ha recordado un vídeo a partir de su EEG?*
- *¿Qué papel juegan las diferentes áreas del cerebro y bandas de frecuencia en nuestra capacidad de recordar un vídeo?*

Las principales tareas a realizar incluyen:

- **Análisis y procesado** de los datos EEG.
- **Implementación** de modelos computacionales para predecir el recuerdo de vídeos basados en las señales analizadas y procesadas.
- **Evaluación** de los modelos implementados mediante métricas objetivas.

### Requisitos:

- Saber leer, entender y escribir código de forma fluida.
- Conocimientos básicos de procesado de señales biomédicas, especialmente EEG.
- Proactividad, iniciativa e interés genuino por los temas relacionados con el trabajo, especialmente la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático.

### Se valorará positivamente:

- Experiencia o conocimiento previo relacionado con los fundamentos teóricos y prácticos de la Inteligencia Artificial y sus aplicaciones a señales biomédicas.
- Experiencia programando en Python y sus librerías relevantes para IA y neurotech (pandas, scikit-learn, pytorch, python-mne...)

# Diseño e Implementación de Técnicas de Reconocimiento Emocional a través del Modelado del Movimiento Corporal

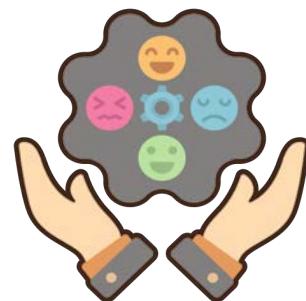
**Tutor:** Sergio Esteban Romero

**Correo Electrónico:** [sergio.estebanro@upm.es](mailto:sergio.estebanro@upm.es)

**Despacho:** B-041

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Possible beca de 8 meses por 500€ al mes**



**Competencias Relacionadas:** Inteligencia Artificial Multimodal, Aprendizaje Automático, Programación en Python e Investigación e Innovación Tecnológica.

**Descripción del TFM:** El cuerpo humano es un canal de comunicación que expresa emociones antes incluso de que seamos conscientes de ellas. Estas emociones influyen en nuestra interacción con el entorno, condicionando nuestras decisiones y comportamiento. Este trabajo propone el desarrollo de sistemas para el **reconocimiento de emociones** en vídeo, mediante el modelado del movimiento y el comportamiento humano a partir de gestos tradicionalmente asociados a un estado emocional concreto. Para lograrlo, se emplearán modelos de lenguaje multimodales (MM-LLMs) capaces de modelar las dinámicas del movimiento humano, con el fin de alcanzar un reconocimiento emocional eficiente y preciso.

Entre los objetivos propuestos se encuentran:

- **Estudio del estado del arte** de MM-LLMs, Gesture Recogniton y Affective Computing.
- **Implementación** de modelos basados en MM-LLMs para el reconocimiento de emociones en vídeos utilizando **Python** y frameworks de desarrollo de modelos de inteligencia articial (PyTorch, HuggingFace, Modelscope-Swift)
- **Evaluación** de las soluciones propuestas mediante métricas objetivas.

**Condiciones de los candidatos:**

- Fluidez programando scripts y proyectos sencillos de Python.
- Adaptabilidad rápida a nuevos frameworks de desarrollo IA.
- Conocimientos básicos de procesado de imagen y vídeo.
- Proactividad, iniciativa e interés genuino por el campo de la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático en general y por el desarrollo de soluciones punteras basadas en redes neuronales en particular.

**Se valorará positivamente:**

- Experiencia o conocimiento previo relacionado con los fundamentos teóricos y prácticos de la Inteligencia Artificial y los Modelos de Lenguaje.
- Experiencia programando en Python y sus librerías relevantes para IA (pandas, scikit-learn, pytorch...)

# Diseño e Implementación de Técnicas de Reconocimiento de Lengua de Signos mediante Modelado Multimodal del Movimiento

**Tutor:** Sergio Esteban Romero

**Correo Electrónico:** [sergio.estebanro@upm.es](mailto:sergio.estebanro@upm.es)

**Despacho:** B-041

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Possible beca de 8 meses por 500€ al mes**



**Competencias Relacionadas:** Inteligencia Artificial Multimodal, Aprendizaje Automático, Programación en Python e Investigación e Innovación Tecnológica.

**Descripción del TFT:** La lengua de signos es un medio de comunicación visual-gestual que transmite información lingüística compleja a través de movimientos de las manos, expresiones faciales y postura corporal. Este trabajo propone el desarrollo de sistemas de reconocimiento de glosas de lengua de signos en vídeos. Para ello, se utilizarán modelos de lenguaje multimodales (MM-LLMs) capaces de integrar información visual, espacial y temporal, con el fin de capturar la dinámica del gesto y su contexto lingüístico. El objetivo es alcanzar un reconocimiento eficiente que favorezca la traducción automática contribuyendo a la accesibilidad y comunicación entre personas sordas y oyentes.

Entre los objetivos propuestos se encuentran:

- **Estudio del estado del arte** de MM-LLMs y Sign Language Recognition.
- **Implementación** de modelos basados en MM-LLMs para el reconocimiento de glosas en vídeos utilizando **Python** y frameworks de desarrollo de modelos de inteligencia artificial (PyTorch, HuggingFace, Modelscope-Swift, MediaPipe)
- **Evaluación** de las soluciones propuestas mediante métricas objetivas.

## Condiciones de los candidatos:

- Fluidez programando scripts y proyectos sencillos de Python.
- Adaptabilidad rápida a nuevos frameworks de desarrollo IA.
- Conocimientos básicos de procesado de imagen y vídeo.
- Proactividad, iniciativa e interés genuino por el campo de la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático en general y por el desarrollo de soluciones punteras basadas en redes neuronales en particular.

## Se valorará positivamente:

- Experiencia o conocimiento previo relacionado con los fundamentos teóricos y prácticos de la Inteligencia Artificial y los Modelos de Lenguaje.
- Experiencia programando en Python y sus librerías relevantes para IA y extracción de landmarks (pandas, scikit-learn, pytorch, MediaPipe...)

## Aplicación de MLLMs para la Predicción de Respuestas Biométricas en Neuromarketing Audiovisual

**Tutor:** Fernando Fernández-Martínez

**Correo Electrónico:** [fernando.fernandezm@upm.es](mailto:fernando.fernandezm@upm.es)

**Despacho:** B-109

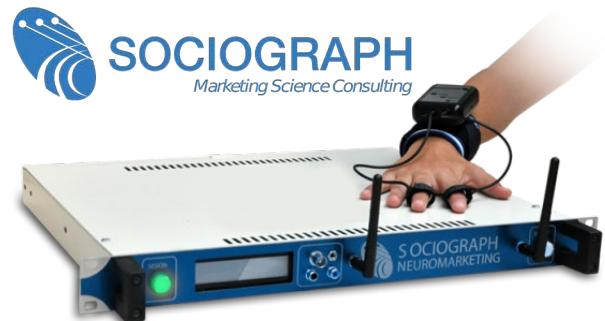
**Número de Trabajos Fin de Titulación ofertados:** 1

**Possible beca de 8 meses por 500€ al mes**

**Competencias Relacionadas:** Diseño e implementación de sistemas electrónicos y de telecomunicación para la adquisición y gestión de datos; Manejo de técnicas de análisis y procesamiento de datos biométricos y multimedia; Desarrollo, entrenamiento y validación de modelos de IA; Comunicación técnica efectiva.

**Descripción del TFM:** ¿Te interesan la IA multimodal y el neuromarketing?

Este TFM te ofrece la posibilidad de trabajar con datos reales de la empresa SOCIOGRAPH para analizar la percepción de anuncios audiovisuales. Aplicarás modelos de última generación como los MLLMs (Multimodal Large Language Models) para predecir atención, engagement y memorabilidad, con gran aplicabilidad en publicidad, comunicación y análisis de audiencias.



Además, tendrás opciones de publicación, colaboración directa con el sector y posibilidad de disfrutar de una beca de 500 € al mes durante 8 meses.

**Condiciones de los candidatos:** Experiencia en programación, especialmente en Python; Actitud proactiva para trabajo autónomo, creatividad y resolución de problemas reales; Buen expediente académico.

# Implementación de un Chatbot Basado en Agentes para la Gestión de Marcas e Identidad Corporativa

**Tutor:** Fernando Fernández-Martínez

**Correo Electrónico:** [fernando.fernandezm@upm.es](mailto:fernando.fernandezm@upm.es)

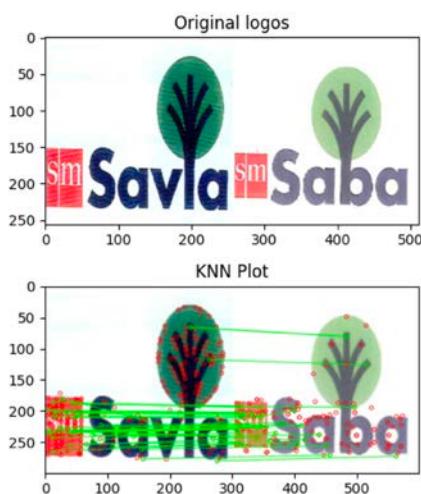
**Despacho:** B-109

**Número de Trabajos Fin de Titulación ofertados:** 1

**Possible beca de 8 meses por 500€ al mes**

**Competencias Relacionadas:** Diseño e implementación de arquitecturas multi-agente y microservicios; Desarrollo de chatbots y asistentes conversacionales; Integración de APIs de análisis multimodal (visual y fonético); Procesamiento de lenguaje natural y generación de explicaciones interpretables; Comunicación técnica efectiva.

**Descripción del TFM:** ¿Quieres trabajar en la frontera entre IA conversacional y protección de marcas? Este TFM propone el desarrollo de un **chatbot basado en agentes** que integre servicios avanzados de análisis fonético y visual de marcas. El sistema permitirá consultas naturales sobre similaridad de nombres y logotipos, ofreciendo respuestas interpretables y proactivas en el ámbito de la gestión de identidad corporativa. La arquitectura multi-agente permitirá orquestar distintos módulos (análisis fonético, análisis visual, contexto legal, interacción con el usuario) para ofrecer soluciones escalables y aplicables en escenarios reales.



Además, trabajarás sobre un marco tecnológico consolidado con resultados de impacto potencial en el sector legal-tech y de la comunicación corporativa y tendrás la posibilidad de disfrutar de una beca de 500 € al mes durante 8 meses.

**Condiciones de los candidatos:** Experiencia en programación, especialmente en Python; Capacidad para trabajo autónomo, creatividad y motivación por resolver problemas aplicados; Buen expediente académico.

# Implementación de un Sistema Distribuido de Reconocimiento de Actividades Físicas con Sensores Inerciales

**Tutor:** Fernando Fernández-Martínez

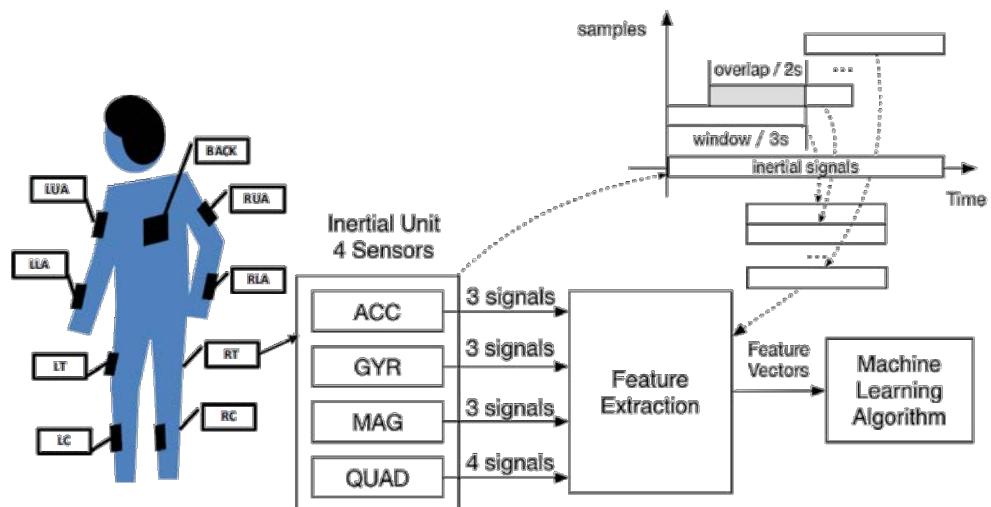
**Correo Electrónico:** [fernando.fernandezm@upm.es](mailto:fernando.fernandezm@upm.es)

**Despacho:** B-109

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** Diseño e implementación de arquitecturas distribuidas para IoT; Programación en dispositivos embebidos (ESP32) y sistemas de adquisición de datos; Procesamiento de señales inerciales (acelerómetros, giróscopos) y extracción de características; Desarrollo, entrenamiento y validación de modelos de aprendizaje profundo para reconocimiento de actividades; Comunicación inalámbrica y transmisión de datos en tiempo real (Bluetooth, WiFi).

**Descripción del TFM:** Este TFM propone el desarrollo de un sistema distribuido de reconocimiento de actividades físicas basado en nodos ESP32 con sensores inerciales que transmitirán, vía Bluetooth en tiempo real, datos de aceleración hacia un nodo central (Raspberry Pi o PC con GPU). Dicho nodo central ejecutará modelos de IA entrenados para series temporales que permitirán reconocer actividades como correr, saltar, subir escaleras o gestos más complejos.



El sistema tiene aplicabilidad directa en monitorización de la salud, deportes, rehabilitación y dispositivos wearables inteligentes. El estudiante adquirirá experiencia integral en hardware, comunicaciones y deep learning, con la posibilidad de realizar publicaciones científicas y transferencia tecnológica.

**Condiciones de los candidatos:** Experiencia en programación (C/C++ para ESP32 y Python para modelos IA); Conocimientos básicos de procesamiento de señales y machine learning; Interés en IoT, reconocimiento de actividades humanas y sistemas distribuidos; Actitud proactiva para trabajo autónomo y creatividad.

# Diseño e Implementación de Contenido Didáctico de asignaturas de Inteligencia Artificial

**Tutor:** Manuel Gil Martín

**Correo Electrónico:** [manuel.gilmartin@upm.es](mailto:manuel.gilmartin@upm.es)

**Despacho:** B-111

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** Diseño e implementación de arquitecturas de inteligencia artificial; Organización y planificación; Aplicación de conocimientos adquiridos sobre Inteligencia Artificial.



**Descripción del TFM:** ¿Tienes inquietud por la labor docente?

Este TFM propone el desarrollo de contenido didáctico basado en inteligencia artificial para asignaturas de Grado y/o Máster de la ETSIT. Dichos contenidos se generarán en Python a través de Notebooks que permitan la ejecución secuencial del código implementado. Se plantea la implementación de sistemas tradicionales de aprendizaje automático como árboles de decisión o KNN y de sistemas más avanzados de aprendizaje profundo como redes neuronales o transformers.

**Condiciones de los candidatos:** Experiencia en programación, especialmente en Python; Conocimientos previos sobre Inteligencia Artificial; Capacidad para trabajo autónomo, creatividad y motivación por resolver problemas aplicados; Buen expediente académico.

# Fast Vocabulary Adaptation for ASR

**Tutor:** Luis Fernando D'Haro

**Correo Electrónico:** [luisfernando.dharo@upm.es](mailto:luisfernando.dharo@upm.es)

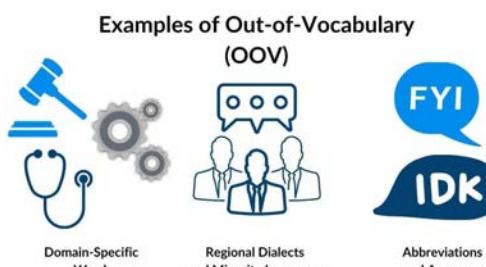
**Despacho:** B-108

**Horas de trabajo diarias:** 4

**Número de Trabajos ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** innovación tecnológica, diseño de sistemas inteligentes (Titulaciones: MUIT/MUISE/MUTSC/MUIRST)

**About the TFM:** Automatic Speech Recognition (ASR) systems are increasingly being deployed in diverse real-world scenarios—medical transcription, multilingual customer support, media subtitling—where their vocabulary often needs rapid adaptation to domain-specific terms, names, or jargon. Traditional approaches for vocabulary fine-tuning can be slow, data-hungry, and require substantial manual effort.



This thesis will explore fast, automated vocabulary adaptation methods for ASR models, combining Large Language Models (LLMs) and synthetic dataset generation techniques. You will design and implement a pipeline that:

1. Identifies vocabulary gaps in an existing ASR model for a given target domain.
2. Uses LLMs to automatically generate high-quality, domain-specific synthetic data to cover those gaps.
3. Applies fine-tuning scripts to quickly adapt the model

to the new vocabulary.

4. Evaluates the performance improvements using quantitative and qualitative metrics.

The ultimate goal is to create a scalable, low-latency process for adapting ASR models to new domains with minimal human intervention—bridging the gap between cutting-edge speech technology and practical deployment needs.

---

## What You'll Learn and Achieve

- Hands-on ASR adaptation: work with state-of-the-art speech recognition models.
- Generative AI for data augmentation: leverage LLMs for intelligent, targeted data creation.
- Real-world application: contribute to technology that can be deployed in industry settings.
- **Scholarship opportunity:** supported through the Innovatrad-CM project.

---

## Conditions & Support

- Supervision: You will be guided by experienced researchers in speech recognition and machine learning.
- Resources: Access to GPUs, modern ASR toolkits, and LLM APIs.
- Location & Format: Flexible—onsite, hybrid, or remote arrangements possible depending on the project stage.

---

**How to Apply:** Send the following documents through <https://short.upm.es/eae0u>:

1. Updated CV and grades.
2. Short motivation letter (max. 1 page) explaining why you are interested in ASR, LLMs, or AI in general.
3. Any relevant portfolio items (e.g., GitHub links, previous projects).

Applications will be reviewed on a rolling basis, so early submission is encouraged..

# Multicultural Personalization for Social Robots

**Tutor:** Luis Fernando D'Haro

**Correo Electrónico:** [luisfernando.dharo@upm.es](mailto:luisfernando.dharo@upm.es)

**Despacho:** B-108

**Horas de trabajo diarias:** 4

**Número de Trabajos ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** innovación tecnológica, diseño de sistemas inteligentes (Titulaciones: MUIT/MUISE/MUTSC/MUIRST)

**About the TFM:** As social robots enter workplaces, homes, and public spaces, their success depends on how well they connect with people from different cultural backgrounds. Subtle differences—such as accents, idioms, humor, or social etiquette—can greatly impact trust, engagement, and user satisfaction.



This thesis will focus on developing and evaluating a multicultural personalization framework for human–robot interaction, blending the latest advances in Generative AI (GenAI), Agentic AI, speech technologies, and human-centered design.

The envisioned system will:

1. Incorporate multicultural positive biases—such as local jargon, cultural references, and socially appropriate conversational cues—through GenAI models.
2. Personalize speech output by cloning voices or adapting Text-to-Speech (TTS) systems to suit the user's cultural and linguistic preferences.
3. Evaluate the resulting interaction in terms of user engagement, comfort, and perceived cultural affinity.

Your work will bridge cutting-edge AI with social sciences, aiming to make robots not just functional—but culturally fluent companions.

---

## What You'll Learn and Achieve

- Speech technology expertise: TTS cloning, ASR-LM integration.
- Generative and Agentic AI in interaction design: adapting LLMs to create culturally sensitive responses.
- User-centered evaluation: measuring how personalization impacts trust and rapport.
- Cross-disciplinary skills: combining AI, linguistics, and social robotics.
- **Scholarship opportunity:** funded by the BRAINS project.

---

## Conditions & Support

- Supervision: Guidance from experts in AI, speech processing, and robotics.
- Resources: Access to GPU servers, advanced ASR/TTS tools, and GenAI APIs.
- Format: Onsite, hybrid, or remote options depending on project stage and collaboration needs.

---

**How to Apply:** Send the following documents through <https://short.upm.es/eae0u>:

1. Updated CV and grades.
2. Motivation letter (max. 1 page) outlining your interest in AI, speech technology, or multicultural communication.
3. Any portfolio items (GitHub, previous projects, publications).

Rolling review—early applications encouraged..

# Multimodal Attention Understanding

**Tutor:** Luis Fernando D'Haro

**Correo Electrónico:** [luisfernando.dharo@upm.es](mailto:luisfernando.dharo@upm.es)

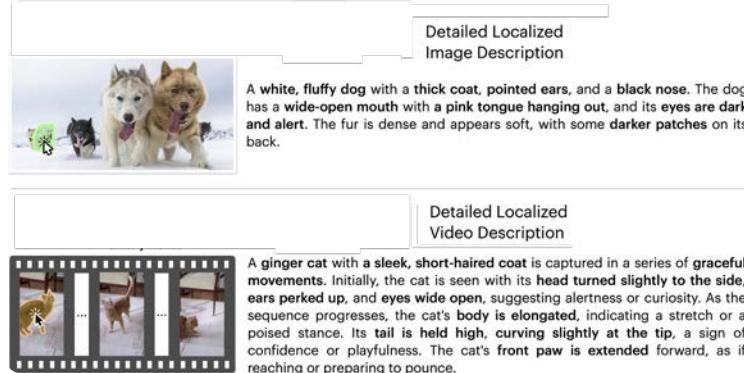
**Despacho:** B-108

**Horas de trabajo diarias:** 4

**Número de Trabajos ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** innovación tecnológica, diseño de sistemas inteligentes (Titulaciones: MUIT/MUISE/MUTSC/MUIRST)

**About the TFM:** How do humans decide what to focus on in a busy, information-rich environment? Understanding attention interest—where and why someone directs their gaze or focus—is a crucial step in building AI systems that can collaborate naturally with people.



In this thesis, you will design and evaluate a fast multimodal system for detecting and interpreting attention interest using Vision-Language Large Models (VLLMs). Leveraging AI-powered smart glasses equipped with audio and video sensors, you will:

1. Collect real-world multimodal data (visual + audio) from a wearable device.
2. Process the data to identify key elements of a scene and points of attention interest.
3. Use VLLMs to generate scene descriptions and infer reasons behind attention shifts.
4. Evaluate how accurately the system detects and explains attention focus.

The ultimate goal is to create a lightweight, real-time system that can run on portable devices and help AI assistants understand *what truly matters* in a person's surroundings.

---

## What You'll Learn and Achieve

- Hands-on work with VLLMs for multimodal understanding.
- Real-world data collection using wearable smart glasses.
- Scene analysis and attention modeling from both visual and auditory inputs.
- **Scholarship support** through the BRAINS project.

---

## Conditions & Support

- Mentorship from experts in multimodal AI, computer vision, and HCI.
- Access to AI smart glasses, GPU clusters, and advanced VLLM toolkits.
- Onsite, hybrid, or remote collaboration possible.

---

**How to Apply:** Send the following documents through <https://short.upm.es/ea0u>:

1. Updated CV and grades.
2. Motivation letter (max. 1 page) explaining your interest in multimodal AI or wearable technology.
3. Links to relevant projects or repositories (optional).

Applications reviewed on a rolling basis—early submission is encouraged..

# Artistic Painting Animations – Bringing Art to Life with AI

**Tutor:** Luis Fernando D'Haro

**Correo Electrónico:** [luisfernando.dharo@upm.es](mailto:luisfernando.dharo@upm.es)

**Despacho:** B-108

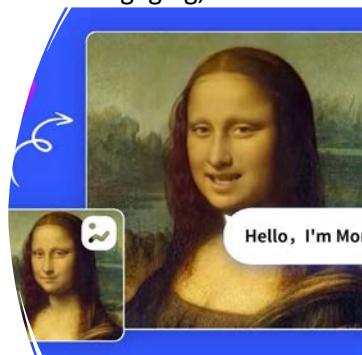
**Horas de trabajo diarias:** 4

**Número de Trabajos ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** innovación tecnológica, diseño de sistemas inteligentes (Titulaciones: MUIT/MUISE/MUTSC/MUIRST)

**About the TFM:** Imagine standing in a museum, looking at a centuries-old portrait—when suddenly, the subject smiles, moves their lips, and starts telling you their story. Thanks to advances in AI and computer vision, this vision is now possible.

This master's thesis will focus on developing a system for automatic anthropomorphic animation of paintings, combining deep learning models, video animation techniques, and speech technologies to create engaging, interactive experiences for museum visitors.



Your tasks will include:

1. Testing and adapting pre-trained models for realistic facial animation from static paintings.
2. Integrating TTS (Text-to-Speech) systems to give each painting a unique, expressive voice.
3. Implementing lips synchronization so that generated speech matches mouth movements perfectly.
4. Developing a demo application showcasing animated paintings that can “talk” to viewers—potentially in multiple languages.

The work will be carried out in collaboration with a European cultural heritage project, using real artwork datasets from partner museums. Your contribution could help redefine the way art is experienced, blending tradition with cutting-edge AI.

---

## What You'll Learn and Achieve

- State-of-the-art model adaptation for facial animation and anthropomorphization.
- Speech synthesis & lip-syncing integration in multimedia AI applications.
- Practical AI deployment in cultural heritage and interactive media contexts.
- Hands-on work with real museum data from European collections.

---

## Conditions & Support

- **Scholarship support** through a funded research project with museum partners.
- Supervision by researchers specializing in computer vision, speech synthesis, and cultural heritage technology.
- Access to GPUs, pre-trained animation models, TTS tools, and artwork datasets.
- Format: Onsite, hybrid, or remote options available depending on project stage.

---

**How to Apply:** Send the following documents through <https://short.upm.es/ea0u>:

1. Updated CV and grades.
2. Motivation letter (max. 1 page) describing your interest in AI, computer vision, or digital art.
3. Any relevant portfolio items (GitHub, previous AI/multimedia projects).

Applications are reviewed on a rolling basis—early submissions have priority.

# Remembering Art – Can VLLMs Recreate Masterpieces?

**Tutor:** Luis Fernando D'Haro

**Correo Electrónico:** [luisfernando.dharo@upm.es](mailto:luisfernando.dharo@upm.es)

**Despacho:** B-108

**Horas de trabajo diarias:** 4

**Número de Trabajos ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** innovación tecnológica, diseño de sistemas inteligentes (Titulaciones: MUIT/MUISE/MUTSC/MUIRST)

**About the TFM:** AI is getting better at generating images from text and describing images in natural language—but how well can it *remember* and reproduce the works of human culture? Can today's Vision-Language Large Models (VLLMs) capture the essence of a Van Gogh, the brushstrokes of a Monet, or the surrealism of a Dalí?



This master's thesis will explore the memory, creativity, and fidelity of AI models when reproducing artworks. You will:

1. Test multiple Text-to-Image (Text2Img) and Image-to-Text (Img2Text) models to generate famous artworks from prompts and to describe them.
2. Develop an automatic evaluation pipeline using Generative Adversarial Networks (GANs) to assess image similarity and reasoner LLMs to analyze semantic fidelity.
3. Evaluate whether VLLMs are recalling, approximating, or reimagining the originals—and what this means for creativity, memory, and copyright considerations.

This project will contribute to the growing field of AI interpretability in creative domains, helping researchers understand how models balance learned patterns with novel generation.

---

## What You'll Learn and Achieve

- Hands-on work with state-of-the-art VLLMs and generative image models.
- Evaluation techniques for image generation and semantic accuracy.
- GAN-based similarity analysis for visual fidelity testing.
- Reasoner LLM integration for qualitative and contextual evaluation.

---

## Conditions & Support

- **Scholarship provided** by the AIDA project.
- Supervision by researchers specializing in computer vision and cultural heritage technology.
- Access to GPUs, pre-trained animation models, and artwork datasets.
- Format: Onsite, hybrid, or remote options available depending on project stage.

---

**How to Apply:** Send the following documents through <https://short.upm.es/eae0u>:

1. Updated CV / Resume and grades.
2. Motivation letter (max. 1 page) explaining your interest in AI and creativity.
3. Links to any relevant projects or code repositories (optional).

Applications will be reviewed on a rolling basis—early applications encouraged.

# Diseño e implementación de un controlador de Interrupciones Software para RISC-V

**Tutor:** Pedro Malagón

**Correo Electrónico:** pedro.malagon.marzo@upm.es

**Despacho:** B-113

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** Diseño hardware, sistemas embebidos, lenguajes de descripción hardware, verificación digital, innovación tecnológica. (Titulaciones: MUIT/MUISE)

**Descripción del TFM:** El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es el diseño, implementación y validación de un controlador de interrupciones software para sistemas embebidos basados en RISC-V. Este controlador, denominado *Software-Level Interrupt Controller* (SLIC), actúa como un multiplexor de N fuentes de interrupción software, cada una con su propia prioridad, permitiendo una gestión eficiente y determinista de eventos software asíncronos. Este trabajo parte de una implementación previa completamente *software* del controlador SLIC, desarrollada en Rust. El objetivo ahora trasladar dicha funcionalidad a una implementación *hardware* en VHDL, integrarla en un core RISC-V real y evaluar su funcionamiento en una plataforma física (por ejemplo, FPGA). Este objetivo se compone, a su vez, de varios subobjetivos:



es

- Modelado en VHDL del controlador SLIC, incluyendo lógica de prioridad y cola de eventos.
- Integración del controlador en un SoC RISC-V existente.
- Desarrollo de un entorno de pruebas para generar interrupciones *software* y medir latencias.
- Comparativa de rendimiento y eficiencia frente a la versión *software* original.
- Integración de un sistema operativo de tiempo real a la solución final.
- Documentación y análisis de resultados.

**Condiciones de los candidatos:** Conocimientos de diseño digital y lenguajes HDL (preferiblemente VHDL). Familiaridad con arquitecturas RISC-V y sistemas embebidos. Conocimientos básicos de Rust (deseable, no imprescindible). Interés por el diseño *hardware* orientado a sistemas críticos y de tiempo real. Capacidad de trabajo autónomo y motivación por la investigación aplicada.

## Diseño y desarrollo de sistema de pruebas en FPGA con alto ancho de banda

**Tutor:** Pedro Malagón

**Correo Electrónico:** pedro.malagon.marzo@upm.es

**Despacho:** B-113

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** Diseño hardware, lenguajes de descripción hardware, ethernet, PCIe, DMA (Titulaciones: MUIT/MUISE)



**Descripción del TFM:** El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es el diseño, implementación y validación de un sistema de transferencia de datos de alto ancho de banda entre un ordenador y una FPGA utilizando la interfaz ethernet o PCIe. El sistema debe permitir la evaluación del funcionamiento de diseños de flujo continuo de sistemas de procesado digital para FPGA, como pueden ser módulos de cálculo de FFT, proporcionando métricas sobre el funcionamiento del módulo. Las fases del desarrollo del proyecto son:

- Evaluación de sistemas existentes con ethernet
- Evaluación de sistemas existentes con PCIe
- Diseño e implementación del sistema escogido
- Integración con sistema de automatización de pruebas para FFT
- Documentación y análisis de resultados.

**Condiciones de los candidatos:** Conocimientos de diseño digital y lenguajes HDL (preferiblemente VHDL). Conocimientos de GNU/Linux. Capacidad de trabajo autónomo y motivación por la investigación aplicada.

# Diseño y desarrollo de un banco de pruebas para sistema empotrado con RTOS

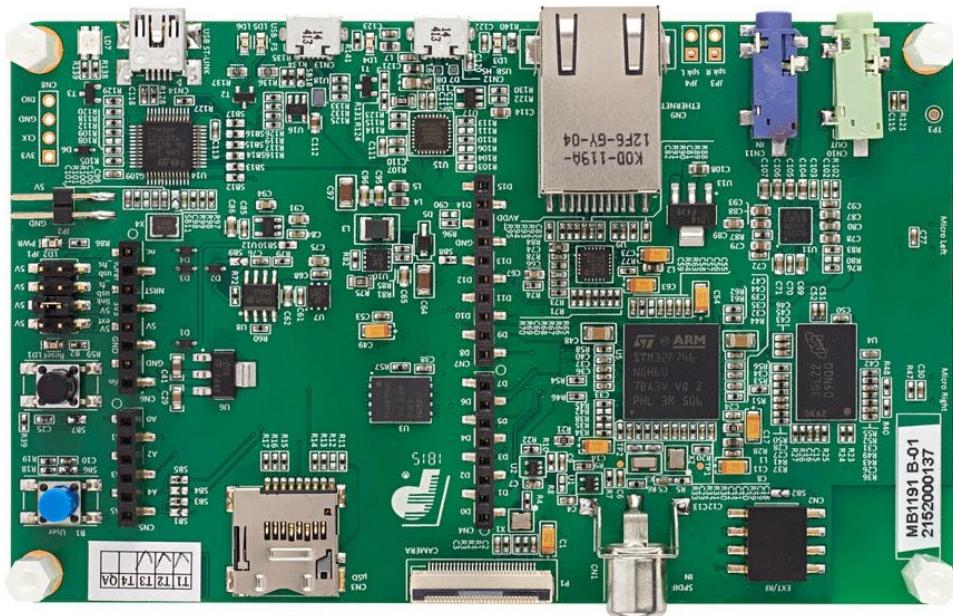
**Tutor:** Pedro Malagón

**Correo Electrónico:** pedro.malagon.marzo@upm.es

**Despacho:** B-113

**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** Automatización, CI/CD, lenguaje C, FreeRTOS, Test, Gemelo Digital



**Descripción del TFM:** El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es el diseño, implementación y validación de un sistema de prueba local que permita realizar tests de hardware, tests de integración y tests funcionales de un sistema basado en FreeRTOS para el procesado y envío de audio. Las fases del desarrollo del proyecto son:

- Análisis de requisitos del sistema
- Diseño modular del sistema
- Diseño del sistema de automatización y ejecución de tests unitarios
- Diseño de un sistema de simulación de señal de audio
- Diseño e implementación de un sistema auxiliar para la interacción con los módulos externos (GPIO, UART, I2C)
- Documentación y análisis de resultados.

**Condiciones de los candidatos:** Lenguaje C, FreeRTOS, experiencia con GNU/Linux, interés por el diseño orientado a test. Capacidad de trabajo autónomo y motivación por la investigación aplicada.

# Modelling of 2D Charge-Density-Wave Materials probed with Surface Acoustic Wave Devices

**Supervisor:** Rajveer Fandan

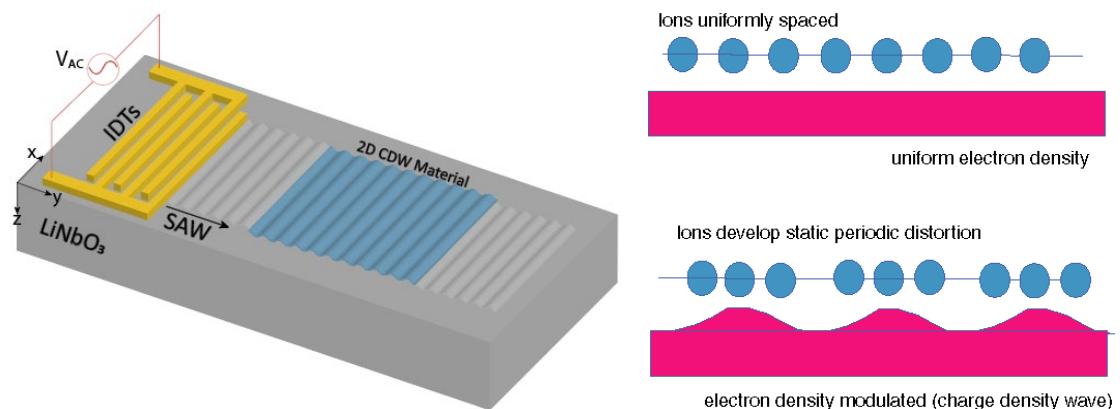
**Contact Email:** rajveer.fandan@upm.es/ j.pedros@upm.es

**Office:** ETSIT C-206

**Number of Master Thesis offered:** 1

**Related Skills:** Electromagnetism, Electronic Properties of Materials, Numerical Simulation, Nanotechnology

**Description:** Surface Acoustic Wave (SAW) devices allow to generate mechanical waves that propagate along the surface of a piezoelectric substrate, with displacement confined to the surface region. These waves are highly sensitive to the properties of a two-dimensional (2D) material placed on that surface. Charge-Density Waves (CDWs) are a type of behavior that occurs in certain materials, where the electrons (which normally move freely) start to group together in a regular, wave-like pattern. This happens when the material's atoms undergo a slight distortion in their positions—this is known as lattice distortion. As a result, the electron density becomes modulated in space, forming a wave-like structure. This behavior usually occurs at low temperatures, and when the temperature reaches a certain point, called the CDW transition temperature ( $T_{CDW}$ ), the material undergoes a sharp transition from conducting to insulating. Materials like  $TaS_2$ ,  $TaSe_2$ ,  $NbSe_2$ ,  $TiSe_2$ , and  $ZrTe_5$  exhibit this kind of wave-like charge behavior and understanding how it interacts with SAWs is central to this project.



(Left) Illustration of a SAW device, where interdigital transducers (IDTs) on a piezoelectric substrate are driven by an alternating current (AC) voltage. This generates a SAW that interacts with a 2D CDW material placed atop the substrate. (Right) Schematic of phase transition phenomena in a 2D CDW material. At room temperature the 2D material behave like a normal metal with periodic atomic (lattice) arrangement and free electron density, below a critical temperature ( $T_{CDW}$ ), the lattice distorts, and the free electron forms a wave like pattern.

This theoretical project focuses on the interaction between SAWs and 2D CDW materials, with an emphasis on understanding how temperature-induced phase transitions affect SAW characteristics. The main objective of this project is to develop a theoretical model that describes how temperature affects the velocity and attenuation of SAWs as they propagate through 2D CDW materials. These

materials are sensitive to temperature changes, with  $T_{CDW}$  marking a point where conductivity and lattice structure change dramatically. The focus will be on how these transitions influence SAW propagation, where there is a shift from a conducting to an insulating phase.

Key goals include:

- Developing a mathematical model for SAW interaction with 2D CDW materials, incorporating the complex conductivity of the material, which is influenced by the CDW phase transition.
- Investigating how SAW velocity and attenuation are modified by temperature and CDW transitions. The change in attenuation is particularly important, as it relates to the energy loss of the SAW in the material.
- Understanding the electromechanical coupling between the 2D material and the piezoelectric substrate that generates and detects the SAWs.
- Using numerical simulations to model the SAW behavior, employing methods such as Python or Matlab or Mathematica to simulate the temperature-dependent changes in wave propagation.

The outcomes of this study will include a computational framework for predicting the behavior of SAWs in 2D quantum materials with CDWs. This model could be useful for the development of novel electronic devices such as sensors and other wave-based devices that exploit the interaction between SAWs and materials undergoing phase transitions.

This master thesis is financed by ‘**Cátedra UPM-INDRA en microelectrónica**’ and will be associated with a grant/contract with UPM. This is an initial search for candidates. Candidates must send their CV and academic record along with some motivation lines to the contact emails.

**Economic conditions:** 20 hours per week for 9 months, 6630 € gross in total (aprox. 736 € gross/month)

**Requirements for the candidates:** Being a student of the master programs in Telecommunications Engineering (MUIT), Materials Engineering (MIM), or Electronic Systems Engineering (MUISE) at UPM with readiness to complete their master thesis; knowledge of English, initiative, and genuine interest in the topic.

# Estudio e implementación de un pipeline para conectómica estructural en lactantes prematuros con riesgo de autismo

**Tutor:** Lucilio Cordero Grande

**Correo Electrónico:** lucilio.cordero@upm.es

**Despacho:** C-230

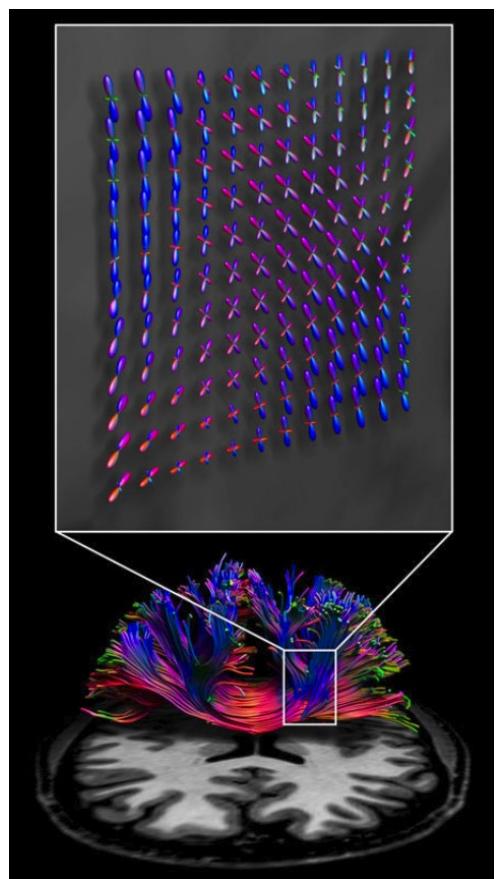
**Número de Trabajos Fin de Máster ofertados:** 1

**Competencias Relacionadas:** procesado de imagen, técnicas de muestreo, programación.  
(Titulaciones: MUIB/MUIT/MUISE/MUNEUROTEC)

**Descripción del TFM:** La imagen de difusión por resonancia magnética (dMRI) permite el estudio de la microestructura de la sustancia blanca y la conectividad cerebral en vivo (ver figura). Esto es particularmente importante en el caso de los lactantes, cuyos cerebros se ven sujetos a profundos cambios debidos a su rápido desarrollo, presentando grandes diferencias con los cerebros adultos. No obstante, la adquisición y el análisis de dMRI en lactantes comporta retos específicos tales como la ausencia de un hardware apropiado, el movimiento del sujeto durante el examen, o la complejidad de modelado de trayectorias del neurodesarrollo que difieren entre individuos. Por ello, los estudios de conectividad en población lactante requieren de soluciones a medida que difieren sustancialmente de las propuestas para adultos.

En este trabajo se propone el análisis y mejora de una primera propuesta de pipeline para conectómica en lactantes prematuros extremos a los 6 meses de edad corregida en el marco de un proyecto para estudiar el neurodesarrollo de sujetos con riesgo de autismo. En particular se implementarán mejoras en términos de robustez al movimiento, así como a la variabilidad anatómica de los sujetos. Para ello se hará uso tanto de técnicas avanzadas de registro de imagen médica como de técnicas de aprendizaje profundo. Además, en colaboración con el personal sanitario del Hospital General Universitario Gregorio Marañón involucrado en el proyecto, se trabajará en el desarrollo de técnicas de visualización de la conectividad cerebral y se realizará un análisis preliminar de resultados.

**Condiciones de los candidatos:** Imprescindible: soltura en manejo de lenguaje Matlab o Python y habilidades de trabajo en equipo. Se podrán valorar conocimientos o experiencia en: procesado de imágenes, imágenes biomédicas y aprendizaje automático.



*Mapa de tractos cerebrales construido a partir de la caracterización local de la microestructura cerebral mediante el muestreo por imagen de resonancia magnética de la difusión de las moléculas de agua en los tejidos.*