

## OFERTA BECAS DE COLABORACIÓN: Curso 2025-2026

**Proyecto: Inteligencia artificial para gestión de redes 5G/6G**

**Profesores:** Matías Toril Genovés ([mtoril@ic.uma.es](mailto:mtoril@ic.uma.es)), Salvador Luna Ramírez ([sluna@ic.uma.es](mailto:sluna@ic.uma.es))

**Resumen:** Las redes móviles generan una cantidad ingente de información en forma de medidas y registros de interacciones. Además, con la inclusión de drones en su estructura, la variedad de información y complejidad de interpretación se ha incrementado más aun. Sin embargo, la mayor parte de esta información actualmente se desecha por la dificultad de procesarla. De esta forma, los operadores suelen gestionar sus redes analizando solo los contadores de rendimiento, los informes de tarificación y la información de atención al cliente. Con la evolución de las tecnologías de la información y los drones integrados en la red, hoy es posible manejar grandes volúmenes de información en tiempo real, incluyendo vídeos e imágenes, y la elaboración de indicadores complejos que facilitan la toma de decisiones. Estas técnicas de procesado de datos (Big Data Analytics, BDA) se aplican ya en múltiples ámbitos de los negocios y la ciencia. Por ello, las principales empresas del sector de las comunicaciones han incluida la BDA e IA como herramientas nativas de las redes 6G, y se prevé que en los próximos años la industria demandará expertos en el desarrollo de herramientas de análisis de datos de redes móviles. En esta beca de colaboración, el estudiante aplicará técnicas de aprendizaje autónomo (machine learning) para gestionar redes 5G/6G, en ámbitos tan variados como el dimensionado, la planificación radio o la optimización de servicios. El estudiante desarrollará sus habilidades de tratamiento de datos y detección de imágenes capturadas por dron en un entorno específico de comunicaciones, desarrollando modelos descriptivos y predictivos con herramientas de libre distribución (Anaconda, Python, Scikit-learn, Tensorflow, Matplotlib...). Al mismo tiempo, se familiarizará con los datos de rendimiento de una red móvil y podrá validar sus propuestas con datos de redes reales suministrados por operadores de primer nivel.

**Proyecto: Aplicación de TinyML para sistemas de comunicaciones limitados en potencia, computación y memoria.**

**Profesor:** Francisco Javier Martín Vega ([fjmv@uma.es](mailto:fjmv@uma.es))

**Resumen:** Los sistemas de comunicaciones móviles y no-terrestres incluyen dispositivos como los teléfonos móviles, redes de sensores, o los satélites que disponen de recursos limitados en potencia, capacidad de computación y memoria. Estas limitaciones necesitan repensar la aplicación de las técnicas de inteligencia artificial (IA) para mejorar las prestaciones de las futuras redes 6G que integrarán las redes terrestres y no-terrestres. La IA tiene el potencial de mejorar enormemente las prestaciones de redes 6G. No obstante, estos beneficios podrían no hacerse realidad si los requisitos de los modelos de IA superan las capacidades de los terminales.

Recientemente ha aparecido el concepto de TinyML que es una rama que estudia cómo hacer los modelos de IA más pequeños, para que consuman menos recursos y cómo implementarlos en HW de manera más eficiente. Esta beca se centrará en estudiar la aplicación de técnicas de TinyML para reducir el número de recursos requeridos en sistemas de comunicaciones 6G.

## **Proyecto: Quantum entanglement distribution with satellite networks**

**Profesora:** Beatriz Soret

**Resumen:** Long-distance quantum communication over optical fiber faces major challenges due to photon loss and decoherence, which increase exponentially with distance. These issues severely limit the range of fiber-based quantum key distribution (QKD) to a few hundred kilometers, even with advanced technologies.

Quantum repeaters could, in theory, extend this range, but they remain experimentally complex and not yet widely available. Satellite-based quantum communication offers a promising alternative by transmitting entangled photons through the atmosphere and space, where losses are significantly lower than in fiber. By using satellites, especially in multi-hop configurations like in a Low Earth Orbit (LEO) constellation, it is possible to distribute entanglement over thousands of kilometers, enabling global-scale quantum networks that are essential for secure communication and future quantum internet applications. The first step is to model and characterize the entanglement distribution over an Free Space Optics (FSO) link. Then, to support efficient and reliable entanglement distribution across multiple satellite links, specialized quantum-aware routing protocols are required to manage link dynamics, optimize resource usage, and ensure end-to-end entanglement fidelity. The work will be tested in simulators based on Python and/or quantum network simulators like NetSquid.

## **Proyecto: Fotónica Integrada/ Integrated Photonics**

**Profesores:** Iñigo Molina Fernández ([imolina@uma.es](mailto:imolina@uma.es)), Gonzalo Wangüemert Pérez ([gonzalo@ic.uma.es](mailto:gonzalo@ic.uma.es)), Alejandro Ortega Moñux ([aom@ic.uma.es](mailto:aom@ic.uma.es)), Robert Halir ([robert.halir@ic.uma.es](mailto:robert.halir@ic.uma.es)), José de Oliva Rubio ([jdoliva@uma.es](mailto:jdoliva@uma.es)), Pedro Reyes Iglesias ([reyes@ic.uma.es](mailto:reyes@ic.uma.es)), Rafael Godoy Rubio ([faligr@ic.uma.es](mailto:faligr@ic.uma.es)), Laureano Moreno Pozas ([laureano.moreno@uma.es](mailto:laureano.moreno@uma.es)), Diego Pérez Galacho ([diego.perez@uma.es](mailto:diego.perez@uma.es)), José Manuel Luque González ([jmlg@ic.uma.es](mailto:jmlg@ic.uma.es)), Alejandro Sánchez Postigo ([asp@ic.uma.es](mailto:asp@ic.uma.es)), David González Andrade ([dgandrade@uma.es](mailto:dgandrade@uma.es))

**Más información:** <http://www.photonics-rf.uma.es>

**Resumen:** En analogía con la electrónica, que se ocupa de la manipulación de electrones, la fotónica es la rama de la ciencia que estudia la generación, manipulación y detección de la luz (fotones). El espectro electromagnético que cubre es muy amplio: ultravioleta ( $\lambda$ : 0.01-0.38  $\mu\text{m}$ ), visible ( $\lambda$ : 0.38-0.78  $\mu\text{m}$ ), infrarrojo cercano ( $\lambda$ : 0.78-2  $\mu\text{m}$ ), infrarrojo medio ( $\lambda$ : 2-50  $\mu\text{m}$ ) e infrarrojo lejano ( $\lambda$ : 50-1000  $\mu\text{m}$ ). Del mismo modo que ocurrió con los circuitos electrónicos integrados, la fotónica integrada (*Photonics Integrated Circuits, PIC*) tiene por objetivo la integración en un solo chip de todos los dispositivos y bloques funcionales necesarios para el procesamiento de la luz. La mayor eficiencia energética, el menor tamaño de los dispositivos y, sobre todo, las mayores velocidades de transmisión y procesamiento que ofrece la tecnología fotónica frente a la tecnología electrónica, la convierten, como establece la propia Unión Europea, en una de las tecnologías claves del siglo XXI (*Key Enabling Technology*). En el campo de las comunicaciones los circuitos fotónicos integrados son

ya imprescindibles, pero se espera que causen también un gran impacto en otros campos, como la medicina, la seguridad, la alimentación, los procesos industriales, la gestión medioambiental y la robótica.

El departamento de Ingeniería de Comunicaciones, en estrecha colaboración con otros centros de prestigio internacional, viene trabajando desde hace más de 20 años en esta línea de investigación, desarrollando y caracterizando experimentalmente dispositivos de altas prestaciones. Algunas de las líneas de actividad en las que actualmente se está trabajando son las siguientes:

- Herramientas CAD para el diseño de dispositivos ópticos integrados.
- Desarrollo de una plataforma, y de todos sus bloques funcionales básicos, para poder operar en la banda del infrarrojo medio.
- Desarrollo de una plataforma tecnológica para biosensado, con aplicaciones al diagnóstico y detección de virus y enfermedades.
- Alimentadores configurables para 'arrays' de elementos radiantes ópticos.
- Sistemas LIDAR (Light Detection And Ranging).
- Comunicaciones Ópticas en Espacio Libre (Free Space Optical Communications).
- Estructuras periódicas sub-longitud de onda para dispositivos de muy altas prestaciones.
- Dispositivos basados en evolución modal.
- Métodos de optimización para el diseño inteligente de dispositivos ópticos.
- Metamateriales ópticos.
- Multiplexores/demultiplexores de longitud de onda, de polarización y de modos.
- Lentes en óptica integrada.
- Filtros ópticos de banda ancha, de banda estrecha y conformados. Resonadores ópticos.
- Receptores ópticos coherentes de banda ultra-ancha.
- Acopladores fibra-chip de muy alta eficiencia y ancho de banda.
- Fotónica de Microondas.
- Caracterización experimental de laboratorio de los dispositivos fabricados.

El objetivo de la beca de colaboración es que el estudiante de Grado y Máster se integre en el grupo colaborando en alguno de los proyectos que actualmente se encuentran en marcha y adquiera una formación sólida que le pueda resultar útil para su futuro profesional.

**Proyecto: Resiliencia de constelaciones de satélites LEO frente a ataques de interferencia coordinada**

**Profesor:** Antonio Jurado Navas ([navas@ic.uma.es](mailto:navas@ic.uma.es))

**Resumen:** Se propone un proyecto alineado con el proyecto Mesh Communications, conjuntamente con la Universidad de Aalborg, basado en el análisis de constelaciones LEO sometidas a interferencias. La idea es modelar una red LEO donde conviven usuarios legítimos y jammers, ambos con conocimiento total de la posición de los satélites. Se plantean escenarios en los que los jammers podrían ser drones o incluso satélites enemigos en otra constelación. El trabajo incluye simular distintos parámetros (número de jammers, satélites, altura orbital, potencia emitida, etc.)

para evaluar la resiliencia del sistema. También se contemplan métricas como la probabilidad de bloqueo o la capacidad del sistema. Finalmente, se explora el punto de vista del atacante para optimizar la interferencia. El estudiante, al mismo tiempo, queda integrado dentro de un proyecto de investigación nacional formado por un equipo multidisciplinar que contribuirá positivamente en su formación.

**Proyecto: Análisis de rendimiento de enlaces ópticos cuánticos en arquitecturas espaciales integradas.**

**Profesor:** Miguel del Castillo Vázquez

**Resumen:** Las comunicaciones cuánticas representan una de las tecnologías más prometedoras para garantizar la seguridad en las redes del futuro, siendo la distribución cuántica de claves (QKD) una de sus aplicaciones más relevantes. En el contexto de las redes integradas espacio-aire-tierra (SAGIN), el uso de canales ópticos en espacio libre (FSO) es fundamental para establecer enlaces cuánticos entre satélites, plataformas aéreas y estaciones terrestres. Sin embargo, estos canales están sujetos a diversos factores limitantes, como la atenuación atmosférica, la turbulencia óptica y las condiciones meteorológicas variables. Este trabajo tiene como objetivo analizar el comportamiento del canal óptico FSO en escenarios SAGIN, evaluando su impacto en el rendimiento y la viabilidad de las comunicaciones cuánticas a través de diferentes capas de la red.

**Proyecto: Inteligencia artificial en procesamiento de señales MIMO 5G**

**Profesor:** Francisco Javier Cañete Corripio

**Resumen:** En esta beca de colaboración se propone el desarrollo de algoritmos que empleen la inteligencia artificial para realizar el procesamiento de señales de sistemas "massive MIMO" en redes de comunicaciones móviles 5G-NR. Las funciones objeto del trabajo serán de capa física y, en particular, relacionadas con la estimación, predicción y equalización del canal y el procesamiento MIMO. Para ello, se utilizarán principalmente técnicas de Machine Learning (ML), del tipo de aprendizaje supervisado para resolver problemas de clasificación o regresión, empleando entornos de desarrollo de Python (Anaconda, Spyder, Jupyter, scikit-learn, etc.). Se desarrollarán técnicas de ML en paralelo con técnicas convencionales de procesamiento de señales que se utilizarán como referencia para la evaluación de prestaciones y los estudios de complejidad computacional. Alternativamente, también es posible desarrollar este trabajo pero aplicado a sistemas MIMO de comunicaciones acústicas submarinas o a sistemas MIMO de power line communications, si el/la estudiante lo prefiere.

## **Proyecto: Inteligencia artificial cuántica para la gestión de redes 5G**

**Profesores:** Sergio Fortes Rodríguez ([sfr@ic.uma.es](mailto:sfr@ic.uma.es))

**Resumen:** La rápida expansión de dispositivos móviles y sensores genera una enorme cantidad de información asociada a las redes móviles, como la ubicación de los terminales, las aplicaciones en ejecución, y datos sobre la calidad del servicio proporcionado de extremo a extremo. Este flujo de datos ofrece una oportunidad única para implementar tecnologías avanzadas en la gestión de redes móviles.

El trabajo de fin de grado se centrará en el desarrollo de **mecanismos basados en tecnologías cuánticas (quantum computing, quantum-ML y quantum-inspired)** para la auto-optimización y auto-curación de redes móviles, con especial énfasis en los entornos 5G/6G. A través de estos mecanismos, se podrá mejorar la detección, diagnóstico y compensación de fallos de red de manera más eficiente que con los métodos convencionales. La computación cuántica permite abordar problemas complejos y de alta dimensionalidad en la gestión de redes, ofreciendo nuevas formas de optimización que no son posibles con los enfoques tradicionales.

El trabajo se desarrollará en el grupo **Mobilenet** (<https://es.linkedin.com/company/mobilenetuma>), dentro de un entorno colaborativo con proyectos internacionales como y en cooperación con empresas líderes del sector como **Ericsson, Samsung, y Vodafone**.

**Herramientas y conocimientos a aplicar:** Python, Computación Cuántica, Redes Móviles (5G/6G), Inglés (no se requiere experiencia previa en cuántica, se ofrece formación).

Referencias:

<https://www.techrxiv.org/users/684927/articles/1302533-quantum-based-intelligence-for-cellular-network-management-use-cases-challenges-and-o-ran-integration>

## **Proyecto: Inteligencia artificial para comunicaciones por satélite**

**Profesores:** Sergio Fortes Rodríguez ([sfr@ic.uma.es](mailto:sfr@ic.uma.es)), Raquel Barco ([rbarco@uma.es](mailto:rbarco@uma.es))

**Resumen:** La creciente extensión de las constelaciones de satélites de órbita baja (e.g. Starlink) implica un enorme aumento de complejidad en la gestión del segmento espacio de comunicaciones. En este escenario, el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático (ML, machine learning) que permitan la gestión automática de la constelación satelital se hace indispensable.

El trabajo de fin de estudios se enfoca al desarrollo de algoritmos de AI/ML para el análisis, modelado, optimización y gestión de fallos de constelaciones de satélites de comunicaciones.

El trabajo se desarrolla en el grupo Mobilenet ([mobilenet.uma.es](http://mobilenet.uma.es)) en el entorno de diferentes proyectos y redes internacionales, como SATNEX ([satnex5.cttc.es](http://satnex5.cttc.es)), proyectos con empresas como Vodafone y en colaboración con instituciones del sector como la agencia espacial europea (ESA).

**Herramientas / conocimientos a aplicar:** Python, Machine Learning, Comunicaciones Satelitales, Mecánica Orbital, Inglés. **(No se requiere experiencia previa).**

**Proyecto: Inteligencia Artificial para la Innovación en Diagnóstico en el Sector Salud**

**Profesores:** Sergio Fortes Rodríguez ([sfr@ic.uma.es](mailto:sfr@ic.uma.es)), Raquel Barco ([rbarco@uma.es](mailto:rbarco@uma.es))

**Resumen:**

La transformación digital en el sector salud está avanzando rápidamente, con el crecimiento de tecnologías como la inteligencia artificial (IA) y la computación avanzada, que permiten mejorar significativamente el diagnóstico, tratamiento y gestión de enfermedades.

Esta beca (con posibilidad de realización de TFG/TFM) se centrará en el desarrollo e implementación de tecnologías basadas en IA para el diagnóstico automatizado, incluyendo la aplicación de imagen por computadora y análisis de datos médicos.

El trabajo se desarrollará en colaboración con hospitales y empresas tecnológicas del sector salud. Este entorno colaborativo permitirá acceder a datos reales, realizar validaciones y pruebas de los modelos, así como fomentar la investigación aplicada en salud.

**Herramientas y conocimientos a aplicar:** Python, IA, Machine learning, Inglés (no se requiere experiencia, se ofrece formación).