

MÁSTER EN NUEVAS TECNOLOGÍAS ELECTRÓNICAS Y FOTÓNICAS

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - CURSO 2026-2027

PROPUESTA

Título:	<i>Mejora de extracción de luz en emisores de perovskitas mediante nanoestructurado de sustratos de ITO y FTO</i>
Título en inglés:	<i>Light extraction enhancement in perovskite light emitters via ITO or FTO substrate nanostructuring</i>
Tutor/es:	Javier Bartolomé Vílchez, Sergio Catalán Gómez y María Vila Santos
Correos-e:	sergio.catalan.gomez@upm.es , Javier.bartolome@urjc.es , maria.vila@urjc.es
Lugar de realización:	<u>Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y Microtecnología (ISOM):</u> Avenida Complutense, 30, Madrid, 28040. <u>Universidad Rey Juan Carlos (URJC):</u> Camino del Molino, 5, Fuenlabrada, 28942.

Resumen:

Las perovskitas de haluros de plomo son excelentes materiales optoelectrónicos, y su uso en dispositivos emisores de luz se beneficia enormemente de una excepcional eficiencia cuántica interna de luminiscencia. Sin embargo, también poseen elevados índices de refracción, superiores a 2, que limitan la extracción de la luz emitida debido a reflexiones internas en las intercaras con materiales de menor índice, como los electrodos transparentes de ITO o FTO, o el aire, reduciendo la eficiencia cuántica externa total del dispositivo. En este TFM se propone investigar una estrategia de mitigación de este fenómeno basada en un aumento de la rugosidad de los electrodos transparentes de ITO o FTO en contacto con la perovskita, para modificar el ángulo de incidencia de la luz emitida con la intercara, empleando una técnica novedosa patentada en el ISOM por Sergio Catalán (ref: WO/2026/087809). Mediante este método se consigue la **nanoestructuración de superficies mediante el uso de nanopartículas de Ga y un procedimiento de ataque selectivo con plasma (ICP-RIE)**. El trabajo se realizará en colaboración entre los centros del ISOM y la URJC (campus de Fuenlabrada), aprovechando la experiencia en fabricación de dispositivos basados en perovskitas de haluros del Grupo en Optoelectrónica Orgánica (OOG) de la URJC. Durante el trabajo el estudiante se encargará de la nanoestructuración de los sustratos de ITO o FTO, su caracterización morfológica, estructural y optoelectrónica (transparencia y conductividad), el posterior depósito de láminas de perovskita MAPbBr₃ sobre dichos sustratos, y la caracterización de las propiedades electrónicas y de luminiscencia de los dispositivos obtenidos, con el fin de optimizar la generación y extracción de luz. Este trabajo proporcionará al estudiante una formación profunda e integral en distintas técnicas de fabricación y caracterización de materiales y dispositivos semiconductores con gran relevancia tecnológica.

Metodología:

El estudiante tendrá acceso y formación a las técnicas e instalaciones disponibles en ambas instituciones, ISOM y URJC. Durante el mismo el estudiante se encargará de las siguientes tareas, ordenadas según el flujo de trabajo propuesto:

1. Depósito de las nanopartículas de Ga sobre los sustratos mediante evaporación térmica (ISOM).
2. Nanoestructuración mediante Ataque por Iones Reactivos con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-RIE) (ISOM).
3. Caracterización de los sustratos nanoestructurados:

○ Propiedades morfológicas: microscopía electrónica de barrido y/o de fuerzas atómicas (ISOM). ○ Propiedades estructurales: difracción de rayos X (URJC). ○ Transmitancia óptica: espectrofotometría (ISOM). ○ Propiedades eléctricas: curvas I-V (ISOM); AFM conductivo (URJC). 4. Depósito de láminas delgadas de MAPbBr₃ (perovskita) sobre los sustratos nanoestructurados mediante procesado en solución y depósito por giro en atmósfera inerte (URJC). 5. Depósito por evaporación térmica de electrodos posteriores en entorno de sala blanca (URJC). 6. Caracterización de los dispositivos: ○ Luminiscencia y extracción de luz: Fotoluminiscencia (URJC). ○ Propiedades morfológicas: SEM (URJC y/o ISOM), AFM (URJC). ○ Propiedades de transporte eléctrico: curvas I-V (URJC y/o ISOM); AFM conductivo (URJC). Durante el TFM el estudiante adquirirá competencias y experiencia directa en: • Técnicas de fabricación de dispositivos semiconductores, tanto físicas (evaporación térmica), como químicas (procesado en solución, depósito por giro) o mixtas ICP-RIE. • Trabajo en entorno de sala blanca. • Medida y/o análisis de distintas técnicas de caracterización (SEM, AFM, XRD, PL, curvas I-V, espectrofotometría).
Conocimientos previos recomendados: Perfil de estudiante: graduados en Física, Química, Ingeniería de Materiales o Ingeniería Electrónica o carreras relacionadas, con conocimientos básicos en: • Física o química del estado sólido • Propiedades ópticas y electrónicas de los materiales • Dispositivos electrónicos • Técnicas de difracción
Bibliografía: • María Vila, et al. "Morphology engineering of MAPbBr₃ thin films for enhanced lighting applications" <i>APL Mater.</i> 13, 071109 (2025) https://doi.org/10.1063/5.0263289 • Sergio Catalán-Gomez, et al. "Thermal control of size distribution and optical properties in gallium nanoparticles" <i>Opt. Mater.</i> 177, 118165 https://doi.org/10.1016/j.optmat.2026.118165