

MÁSTER EN NUEVAS TECNOLOGÍAS ELECTRÓNICAS Y FOTÓNICAS

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - CURSO 2025-2026

PROPUESTA

Título:	<i>Desarrollo y caracterización de estructuras en fibra para la demostración de sensado químico distribuido</i>
Título en inglés:	<i>Development and characterization of fiber structures for the demonstration of distributed chemical sensing</i>
Tutor/es:	María Cruz Navarrete Fernández y María del Rosario Fernández Ruiz
Correos-e:	mcnavarr@ucm.es y rosario.fernandezr@uah.es
Lugar de realización:	Universidad de Alcalá (UAH)

Resumen:

El proyecto MOTION (Sondas para instrumentación inteligente basadas en sensado acústico distribuido de tiempo expandido, PID2022) tiene como objetivo la prueba de concepto de un sensor distribuido en fibra óptica capaz de detectar cambios en la concentración de químicos en un medio acuoso externo a la fibra interrogadora.

Para ello, se plantea el desarrollo de estructuras de sensado basadas en resonancia de plasmones superficiales (SPR, por sus siglas en inglés) [1,2]. Estas estructuras serán interrogadas mediante la tecnología OTDR sensible a fase (Φ OTDR) [3,4], que detectará los cambios de temperatura en la fibra producidos por la disipación de potencia asociada a la excitación del plasmón. Este tipo de sensores puede resultar una herramienta de gran utilidad para instrumentación médica y para aplicaciones de monitorización de calidad del agua por la eficacia de los sensores distribuidos en fibra y su capacidad de reutilización [2].

Enmarcado en este proyecto de investigación, la presente propuesta de TFM pretende llevar a cabo un análisis del guiado de la luz en las estructuras de fibra óptica adaptadas al sensado por SPR. En particular, se analizará el guiado de la luz en fibras con tapers [5], fibras con forma de D (D-shaped) [6] y fibras convencionales con redes de difracción de periodo largo (LPG) [7]. El objetivo es el de determinar qué estructuras son compatibles con una interrogación mediante retrodispersión Rayleigh, que es el fenómeno en el que se basa la técnica Φ OTDR, mediante el análisis de las pérdidas que estas estructuras introducen en la luz retrodispersada. Tras un estudio analítico, las estructuras serán caracterizadas a nivel experimental, determinando la estructura de guiado idónea para la implementación del sensor químico distribuido.

Metodología:

La metodología de trabajo que se llevará a cabo en el presente TFM es la siguiente:

- Estudio de las condiciones de guiado de la luz en fibra óptica (0,5 meses).
- Análisis teórico del acoplo de la luz retrodispersada en estructuras de guiado tipo tapers o fibra con forma de D (1 mes).
- Análisis teórico de las redes de periodo largo (0,5 meses).
- Caracterización experimental de las pérdidas que introducen cada una de las tres estructuras analizadas en la retrodispersión Rayleigh (1,5 mes).
- Reporte de resultados (1 mes).

Conocimientos previos recomendados:

Para el correcto desarrollo del TFM, es recomendable contar con los siguientes conocimientos previos:

- Fundamentos del guiado de la luz en fibra óptica (pérdidas, modos de propagación, etc.).
- Programación en Matlab.

Bibliografía:

- [1]. H. Nguyen, et al., "Surface plasmon resonance: a versatile technique for biosensor applications," *Sensors*, 15, 104881 (2015).
- [2]. C. Caucheteur, T. Guo, and J. Albert, "Review of plasmonic fiber optic biochemical sensors: improving the limit of detection," *Anal. Bioanal. Chem.*, 407, 3883 (2015).
- [3]. Liokumovich et al., "Fundamentals of Optical Fiber Sensing Schemes Based on Coherent Optical Time Domain Reflectometry: Signal Model under Static Fiber Conditions," *J. Light. Technol.* 33, 3660 (2015).
- [4]. M. Soriano-Amat et al., "Time-expanded phase-sensitive optical time-domain reflectometry," *Light Sci. Appl.* 10, 51 (2021).
- [5]. M. C. Navarrete, et al., "Surface plasmon resonance in the visible region in sensors based on tapered optical fibers," *Sensors*, 190, 881 (2014).
- [6]. Chao Liu, Weiquan Su, Qiang Liu, Xili Lu, Famei Wang, Tao Sun, and Paul K. Chu, "Symmetrical dual D-shape photonic crystal fibers for surface plasmon resonance sensing," *Opt. Express* 26, 9039-9049 (2018).
- [7]. Turan Erdogan, "Cladding-mode resonances in short- and long-period fiber grating filters," *J. Opt. Soc. Am. A* 14, 1760-1773 (1997).