UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

**Propuesta TFG.** Curso 2024/2025

**GRADO:** Grado en Física

**CÓDIGO DEL TFG:** 267-112-2024/2025

## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Medida eficiente de perturbaciones usando un sistema HDAS

**Descripción general (**resumen y metodología):

El HDAS es un sensor acústico distribuido de alta fidelidad basado en la sensibilidad que presenta la fibra óptica ante cambios de temperatura y tensión. Este tipo de sensor distribuido aprovecha la fibra óptica que transcurre en paralelo a los cables eléctricos por lo que es un sistema de detección que no necesita una infraestructura adicional dándole un carácter versátil y adaptable al sistema. La tecnología HDAS permite prevenir daños en el cable mediante la alerta temprana de actividades potencialmente dañinas por lo que se ha revelado como una aliada para la detección de los movimientos sísmicos y actividades volcánicas, monitorización de grandes estructuras, detección de depósitos en gaseoductos y oleoductos, monitorización de tráfico urbano o monitorización de cables submarinos que sostienen el 98% del tráfico internacional de Internet., entre otras aplicaciones. Para llevar a cabo la monitorización, la tecnología HDAS se basa en la propagación de un pulso linealmente modulado en frecuencia por la fibra y la posterior adquisición y procesado de las trazas retrodispersadas por el efecto Rayleigh. La modulación lineal de la frecuencia del pulso hace que cualquier perturbación de temperatura o vibración sobre la fibra se transfiera a la traza como un desplazamiento temporal local y proporcional a la perturbación. De esta manera, mediante una medida de estimación de retardo puede cuantificarse la perturbación. El procesado típico de las trazas recibidas se basa en realizar ventanas móviles de correlación entre la traza actual y una traza de referencia a lo largo de toda la fibra. Este proceso es muy pesado computacionalmente, para lo cual HDAS comerciales necesitan procesado en paralelo de trazas mediante GPU.

**Tipología:** Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

**Objetivos planteados:**

Los objetivos establecidos para este trabajo están coordinados con la profesora María del Rosario Fernández Ruíz perteneciente al Grupo de Ingeniería Fotónica (GRIFO) de la Universidad de Alcalá y son:

1. Estudio de la tecnología en la que está basada un sistema HDAS. Para ello se realizará una revisión bibliográfica en donde se identificará cada elemento, así como su función dentro del dispositivo.
2. Estudio de los datos que proporciona el sistema HDAS en cuanto al proceso de cálculo para obtener el strain o temperatura a partir de la traza obtenida.
3. Estudio sobre la viabilidad, mediante simulación, del empleo de un método aplicado generalmente en sistemas de localización por audio, basado en transformada de fase (PHAT) para relajar la carga computacional requerida para la medida de las perturbaciones proporcionadas por un sistema HDAS.

**Bibliografía básica:**

1. ALLWOOD G.,WILD G. and HINCKLEY S., “Optical fiber sensors in physical intrusion detection systems: A review,” IEEE Sens J. 16, 5497-5509 (2016).
2. SOLLER B. J., GIFFORD D. K., WOLFE M. S., and FROGGATT M. E., "High resolution optical frequency domain reflectometry for characterization of components and assemblies," Opt. Express 13, 666-674 (2005).
3. FERNÁNDEZ RUIZ, María del Rosario; SORIANO AMAT, Miguel; ESCOBAR VERA, Camilo José; FIDALGO MARTINS, Hugo; DURAN , Vicente; MARTÍN LÓPEZ, Sonia; GONZÁLEZ HERRÁEZ, Miguel; ."Time-expanded phase-sensitive OTDR: High-resolution DAS based on dual-comb spectroscopy". Conferencia. Internacional. "28th International Conference on Optical Fiber Sensors". Hamamatsu "(Japón)". (20/11/2023 - 24/11/2023)
4. WILLIAMS , Ethan; FERNÁNDEZ RUIZ, María del Rosario; TEIXEIRA MAGALHAES, Regina Manuela; ROEL , Vanthillo; ZHAN , Zhongwen; GONZÁLEZ HERRÁEZ, Miguel; FIDALGO MARTINS, Hugo; ."Distributed sensing of microseisms and teleseisms with submarine dark fibers". (ISSN: 2041-1723). Nature Communications. 2019 , vol 10 , num 5778
5. WILLIAMS , Ethan F.; ZHAN , Zhongwen; FERNÁNDEZ RUIZ, María del Rosario; FIDALGO MARTINS, Hugo; MARTÍN LÓPEZ, Sonia; GONZÁLEZ HERRÁEZ, Miguel; CALLIES , Jorn; ."Surface Gravity Wave Interferometry and Ocean Current Monitoring With Ocean-Bottom DAS". (ISSN: 0148-0227). Journal of Geophysical Research. 2022 , vol 127 , num 5 , p. 1 – 27
6. MOTIL A., BERGMAN A. and TUR A., “State of the art of Brillouin fiber-optic distributed sensing,” Opt. Laser Technol., vol. 78, pp. 81–103, 2016, doi: 10.1016/j.optlastec.2015.09.013.
7. M. Soriano-Amat et al., “Time-expanded phase-sensitive optical time-domain reflectometry,” Light Sci. Appl., vol. 10, no. 1, 2021, doi: 10.1038/s41377-021-00490-0.
8. FERNÁNDEZ RUIZ, María del Rosario; GONZÁLEZ HERRÁEZ, Miguel; MARTÍN LÓPEZ, Sonia; MARTINS , Hugo F.; BECERRIL , Carlos Ernesto; UGALDE , Arantza; LIOR , Itzhak; ."Detección Acústica Distribuida (DAS) de baja frecuencia para la detección de olas de tsunami basado en sistema CP phi-OTDR". Nacional. "XII Reunión Española de Optoelectrónica (OPTOEL'21)". (30/06/2021 - 02/07/2021).
9. PEREIRA DA COSTA, Luis Duarte; FIDALGO MARTINS, Hugo; MARTÍN LÓPEZ, Sonia; FERNÁNDEZ RUIZ, María del Rosario; GONZÁLEZ HERRÁEZ, Miguel; ."Sensor acústico distribuido en fibra óptica con una sensibilidad de 10-12 strain/sqrt(Hz)". Nacional. "XI Reunión Española de Optoelectrónica (OPTOEL 2019)". Zaragoza (03/07/2019 - 05/07/2019).

**Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

La metodología a seguir para la realización del trabajo será:

1. Estudio bibliográfico asociado a los sistemas HDAS de donde se obtendrá la información relevante a su origen, desarrollo y funcionamiento.
2. Conocimiento de un sistema HDAS. Tecnología asociada y estudio de los elementos necesarios para su funcionamiento.
3. Conocimiento de los datos que proporciona un HDAS referentes a la variación de tensión o temperatura a partir de cambios en propiedades de la fibra.
4. Desarrollar un programa en Matlab que obtenga una estimación de retardo con resolución sub-muestra mediante el algoritmo de transformada de fase (PHAT).
5. Aplicar el programa desarrollado a la simulación del HDAS y verificar su correcto funcionamiento.

**Plazas:** 1

**2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** ANA CARRASCO SANZ

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** ÓPTICA

**Correo electrónico:** acarrasco@ugr.es

**3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Ámbito de conocimiento/Departamento:**

**Correo electrónico:**

**4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):**

**Nombre y apellidos:** María del Rosario Fernández Ruíz

**Correo electrónico:** rosario.fernandezr@uah.es

**Nombre de la empresa o institución:** Universidad de Alcalá

**Dirección postal:** Escuela Politécnica Superior. Campus Universitario. Ctra. Madrid-Barcelona, Km. 33,600. 28805 Alcalá de Henares, Madrid

**Puesto del tutor en la empresa o institución:** Personal Investigador - Ramón y Cajal

**Centro de convenio Externo:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:** FRANCISCO HINOJOSA JIMENEZ

**Correo electrónico:** franhj2003@correo.ugr.es