

PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tesis Doctoral presentada por **D. Ignazio Floris**

Título: Optical Multicore Fiber shape sensors. A numerical and experimental performance assessment.

Directores: D. Pedro A. Calderón García
D. José Miguel Adam Martínez

Resumen:

La Monitorización de la Salud Estructural (MSE) evalúa cuantitativamente la integridad y el comportamiento de las infraestructuras y permite desarrollar planes eficaces de Mantenimiento y Rehabilitación (M&R), utilizando los datos de los sensores. Sensores de forma basados en fibra óptica multinúcleo ofrecen una alternativa a los métodos tradicionales y permiten la reconstrucción de la deformada de estructuras de forma directa y en tiempo real, sin necesidad de modelos de cálculo o contacto visual y con todas las ventajas de la tecnología de los Sensores de Fibra Óptica (SFO). A pesar de los grandes esfuerzos en la investigación centrada en este tema por parte de los grupos de investigación de todo el mundo, todavía no se ha realizado una investigación exhaustiva que estudie los parámetros que influyen en el comportamiento de estos sensores.

En la primera parte de la tesis se presenta un estudio numérico en el que se examinan los efectos de la precisión de la medición de la tensión y los errores de posición del núcleo en el comportamiento de los sensores de forma basados en fibra óptica multinúcleo para definir la curvatura tridimensional, que es la base de la reconstrucción de la forma. El análisis reproduce el proceso de medición de la tensión utilizando el método de Monte Carlo (MC) e identifica una serie de parámetros que desempeñan un papel en el proceso, entre ellos la separación del núcleo (distancia entre los núcleos exteriores y el eje del sensor), el número de núcleos y la curvatura medida. Por último, se calibró un conjunto de modelos de predicción ajustando los resultados de las simulaciones para predecir el comportamiento de los sensores.

A continuación, se propone un estudio experimental para evaluar el comportamiento de los sensores de forma basado en fibra óptica multinúcleo, con especial atención en la influencia de la longitud de los sensores de deformación. Se fabricaron dos sensores de forma, inscribiendo Fiber Bragg Gratings (FBG) con longitudes de 8,0 mm y 1,5 mm en los núcleos de una fibra multinúcleo de siete núcleos. Así, se evaluó y comparó el comportamiento de los dos sensores en todas las fases necesarias para la reconstrucción de la forma, incluyendo la medición de la tensión, el cálculo de la curvatura y la reconstrucción de la forma.

Para concluir, se presenta un enfoque innovador, basado en la Teoría de la Torsión de Saint-Venant, para determinar la torsión de la fibra multinúcleo y compensar los errores debidos a la torsión durante la reconstrucción de la forma. La eficiencia del

enfoque teórico fue verificada realizando una serie de pruebas de torsión en un sensor de forma, fabricado inscribiendo los sensores de FBGs en una fibra óptica multinúcleo torcida y siete núcleos.

La investigación del comportamiento mecánico de los sensores ópticos de forma multinúcleo ha involucrado sinérgicamente diversas disciplinas: Mecánica del sólido, Fotónica, Estadística y Análisis de datos. Esta investigación multidisciplinaria ha surgido de la prolífica cooperación entre el Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón (ICITECH) y el Instituto de Telecomunicaciones y Aplicaciones Multimedia (iTEAM) – Laboratorio de Investigación Fotónica (LIF) - de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), además de la valiosa colaboración con otros miembros del proyecto europeo ITN-FINESSE, al que pertenece este trabajo.

Este trabajo de investigación puede permitir mejorar el comportamiento de los sensores de forma basados en fibra óptica multinúcleo y apoyar el desarrollo de nuevas geometrías de sensores, con un gran potencial para aplicaciones de control de la salud estructural.