

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

Resum:

Structural Health Monitoring (SHM) avalua quantitativament la integritat i el comportament de les infraestructures i permet desenrotllar plans eficaços de Maintenance and Rehabilitation (M&R), utilitzant les dades dels sensors. Optical Multicore Fiber (MCF) Shape Sensors oferixen una alternativa als mètodes tradicionals i permeten la reconstrucció de la forma de la deformació de les estructures de forma directa i en temps real, sense necessitat de models de càlcul o contacte visual i amb tots els avantatges de l'Optical Fiber Sensors (OFS) Technology. A pesar dels grans esforços en la investigació centrada en aquest tema per part dels grups d'investigació de tot el món, encara no s'ha realitzat una investigació exhaustiva que estudeie els paràmetres que influïxen en el comportament d'aquestos sensors.

En la primera part de la tesi es presenta un estudi numèric en què s'examinen els efectes de la precisió del mesurament de la tensió i els errors de posició del nucli en el comportament dels sensors de forma basats en fibra òptica multinucli per a definir la curvatura tridimensional, que és la base de la reconstrucció de la forma. L'anàlisi reproduïx el procés de mesurament de la tensió utilitzant el mètode de Monte Carlo (MC) i identifica una sèrie de paràmetres que exercixen un paper en el procés, entre ells la separació del nucli (distància entre els nuclis exteriors i l'eix del sensor), el nombre de nuclis i la mesura de la curvatura. Finalment, es va calibrar un conjunt de models de predicció ajustant els resultats de les simulacions per a predir el comportament dels sensors.

A continuació, es proposa un estudi experimental per a avaluar el comportament dels sensors de forma basat en fibra òptica multinucli, amb especial atenció en la influència de la longitud dels sensors de deformació. Es van fabricar dos sensors de forma, inscrivint Fiber Bragg Gratings (FBG) amb longituds de 8,0 mm i 1,5 mm en els nuclis d'una fibra multinucli de set nuclis. Així, es va avaluar i es va comparar el comportament dels dos sensors en totes les fases necessàries per a la reconstrucció de la forma, incloent el mesurament de la tensió, el càlcul de la curvatura i la reconstrucció de la forma.

Per a concloure, es presenta un enfocament innovador, basat en la Teoria de la Torsió de Saint-Venant, per a determinar la torsió de la fibra multinucli i compensar els errors deguts a la torsió durant la reconstrucció de la forma. L'eficiència de l'enfocament

teòric va ser verificada realitzant una sèrie de proves de torsió en un sensor de forma, fabricat inscrivint els sensors de FBGs en una fibra òptica de set nuclis de filat múltiple. La investigació del comportament mecànic dels sensors òptics de forma multinucli ha involucrat sinèrgicament diverses disciplines: Mecànica del sòlid, Fotònica, Estadística i Anàlisi de dades. Aquesta investigació multidisciplinària ha sorgit de la prolífica cooperació entre l'Institut de Ciència i Tecnologia del Formigó (ICITECH) i l'Institut de Telecomunicacions i Aplicacions Multimèdia (iTEAM) – Laboratori de investigación fotònica (LIF) - de la Universitat Politècnica de València (UPV), a més de la valuosa col·laboració amb altres membres del projecte europeu ITN- FINESSE, al qual pertany aquest treball.

Aquest treball d'investigació pot permetre millorar el comportament dels sensors de forma basats en fibra òptica multinucli i ajudar al desenrotllament de noves geometries de sensors, amb un gran potencial per a aplicacions de control de la salut estructural.