

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

NOTACION Y ABREVIATURAS

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

1.1. Introducción a la monitorización de estructuras.

1.2. Necesidades actuales en SHM. Identificación de la problemática.

1.2.1. Carencias en los sistemas de monitorización actuales.

1.2.2. Aspectos que deben reunir un nuevo sistema de monitorización estructural.

1.3. Objetivos, contribuciones y estructura de esta Tesis.

CAPITULO 2. ESTADO DEL ARTE.

2.1. Introducción.

2.2. La fibra óptica como elemento sensitivo.

2.2.1. La fibra óptica.

2.2.2. Tipos de sensores de fibra óptica.

a) El parámetro a medir.

b) Su aplicación.

c) El medio sensitivo.

2.2.3. Redes de Difracción de Bragg.

2.2.4. Principio de funcionamiento de los sensores de fibra óptica tipo FBG.

2.2.5. Compensación térmica de la fibra óptica.

2.2.6. Elementos que forman un sistema de monitorización óptico.

2.2.7. Extensometría clásica versus monitorización óptica. Ventajas e inconvenientes.

2.3. Estado del Arte sobre el diseño y estudio de sensores de fibra óptica.

2.3.1. Introducción.

2.3.2. Estadísticas relativas al uso de distintos tipos de sensores de fibra óptica.

- a) *Lee (2003)*.
- b) *Hong-Nan et al. (2004)*.

2.3.3. Principales trabajos.

a) Encapsulado y calibración de sensores ópticos.

- *Fei Luo et al. (1999)*.
- *Moyo P. et al. (2005)*.
- *Jun y Libo (2009)*.
- *Kesavan et al. (2010)*.
- *Calderón y Glisic (2012)*.

b) Señal del sensor de fibra óptica.

- *Ramos et al. (2009)*.
- *Biswas et al. (2010)*.
- *Jochen y Tobías (2011)*.

c) Transferencia de deformaciones.

2.4. Estado del Arte sobre la aplicación e instrumentación estructural con fibra óptica.

2.4.1. Introducción.

2.4.2. Estadísticas relativas a la aplicación e instrumentación con fibra óptica.

- a) *Ko y Ni (2005)*.
- b) *Inaudi (2009)*.

2.4.3. Principales trabajos.

- a) Aplicaciones SHM en el campo de la obra civil.
- b) Aplicaciones SHM en el campo de la edificación.
- c) Aplicaciones SHM en el campo del estudio de nuevos materiales aplicados a la ingeniería.
- d) Otras investigaciones y aplicaciones SHM.

2.4.4. Pautas de monitorización estructural.

- a) Introducción.
- b) Mediciones obtenidas con sensores ópticos y su interpretación.
- c) Pautas de monitorización de distintos elementos estructurales.

- Tipología simple.
- Tipología paralela.
- Tipología cruzada.
- Tipología triangular.

2.4.5. Realizaciones.

- a) Monitorización de un edificio (Glisic e Inaudi 2007 y Zonta et al. 2011).
- b) Monitorización del puente “South Lutrive” (Glisic e Inaudi 2007).

2.5. Conclusiones relativas al Estado del Arte.

CAPITULO 3. OBJETIVOS PARTICULARES.

3.1. Objetivos.

3.2. Organización de los capítulos.

CAPITULO 4. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO, DESARROLLO Y DISEÑO DE UN SENSOR OPTICO PUNTUAL PARA LA OBTENCION DE DEFORMACIONES EN ESTRUCTURAS.

4.1. Introducción.

4.2. Caracterización de la respuesta de una FBG ante deformaciones y/o temperaturas impuestas.

4.2.1. Calibración frente a deformaciones impuestas.

4.2.2. Calibración frente a temperaturas impuestas.

4.3. Sensor FBG propuesto en la investigación.

4.4. Estudio numérico del sensor.

4.4.1. Introducción.

4.4.2. Condiciones de contorno, descripción de los elementos empleados y aplicación de la carga.

4.4.3. Resultados del estudio numérico.

- a) Comportamiento general.
- b) Estudios de sensibilidad del Módulo de Elasticidad y Coeficiente de Poisson del encapsulado, E_p y ν_p .
- c) Análisis de sensibilidad del espesor de adhesivo (t).
- d) Análisis de sensibilidad del Coeficiente de Poisson del adhesivo ν_A .
- e) Comparación del sensor propuesto con otros sistemas de encapsulado.

4.5. Comportamiento del encapsulado frente a variaciones térmicas.

4.6. Conclusiones.

CAPITULO 5. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO, DESARROLLO Y DISEÑO DE UN SENSOR ÓPTICO DE LONGITUD PARA LA OBTENCIÓN DE DEFORMACIONES EN ESTRUCTURAS.

5.1. Introducción.

5.2. Particularidades de los sensores de longitud.

5.3. Sensor de longitud FBG propuesto en la investigación.

5.4. Ventajas del sensor FBG de longitud propuesto en esta investigación.

5.5. Estudio experimental y numérico del sensor.

5.5.1. Introducción.

5.5.2. Estudio experimental.

a) Características de las probetas empleadas.

b) Propiedades de los materiales empleados.

c) Pórticos de ensayo.

d) Instrumentación.

5.5.3. Estudio numérico.

a) Descripción de los elementos finitos empleados, condiciones de contorno y aplicación de la carga.

b) Interfaz de contacto hormigón-adhesivo.

c) Estudio del pandeo.

5.6. Resultados.

5.6.1. Validez de los trabajos realizados y resultados obtenidos.

5.6.2. Comportamiento general.

a) Transferencia de deformaciones.

b) Rigidez a axil del elemento.

5.6.3. Modos de fallo del sensor.

a) Primer modo de fallo: Rotura por esfuerzo rasante.

b) Segundo modo de fallo: Pandeo del sensor.

5.7. Conclusiones.

CAPITULO 6. APLICACIÓN DE LOS SENSORES DESARROLLADOS EN LOS CAPÍTULOS 4 Y 5 A LA MONITORIZACIÓN DE UNA ESTRUCTURA REAL. MONITORIZACIÓN DEL FALSO TUNEL DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD DE LEVANTE A SU PASO POR MOGENTE (VALENCIA).

6.1. Introducción.

6.2. Estrategia de monitorización propuesta.

6.3. Trabajo experimental.

6.3.1. Descripción de la estructura objeto de estudio.

6.3.2. Operaciones monitorizadas y calendario de medidas.

6.3.3. Monitorización y captura de datos.

6.4. Estudio numérico.

6.4.1. Introducción.

6.4.2. Condiciones de contorno, descripción de los elementos empleados y aplicación de la carga.

a) Introducción de las temperaturas.

b) Introducción del empuje de tierras.

6.5. Resultados.

6.5.1. Introducción.

6.5.2. Compensación térmica de los sensores de longitud.

6.5.3. Mediciones continuas los días 26 y 27/09/2011.

a) Introducción.

b) Variaciones de temperaturas medidas.

c) Comparación de los resultados de los sensores de longitud.

d) Pauta general de comportamiento del falso túnel. Comparación de las mediciones con los resultados numéricos.

6.5.4. Mediciones instantáneas el día 14/05/2012.

a) Introducción.

b) Temperaturas y deformaciones medidas.

c) Comparación de las mediciones con los resultados numéricos.

6.6. Conclusiones.

CAPITULO 7. ESTUDIO, CALIBRACION Y APLICABILIDAD DE SENSORES DISTRIBUIDOS MEDIANTE LA DISPERSIÓN ESTIMULADA DE BRILLOUIN (SBS).

7.1. Introducción.

7.2. Principio de funcionamiento de sensores distribuidos mediante la dispersión estimulada de Brillouin (*Stimulated Brillouin Scattering, SBS*).

7.3. Ventajas e inconvenientes del sensado distribuido.

7.3.1. Distancias de resolución del sensado distribuido de Brillouin.

7.4. Calibración del sensado distribuido frente a temperaturas.

7.4.1. Tramo de fibra de 20 km.

7.4.2. Tramo de fibra de 1.5 km.

7.4.3. Tramo de fibra de 2 km.

7.4.4. Sensibilidades obtenidas.

7.5. Calibración del sensado distribuido frente a deformaciones.

7.5.1. Datos de las probetas empleadas en los ensayos y aplicación de la carga.

7.5.2. Instrumentación de las probetas.

7.5.3. Resultados obtenidos de los ensayos.

a) Comportamiento general del sensado distribuido de Brillouin.

b) Linealidad del sensado distribuido de Brillouin.

c) Sensibilidad de la deformación del sensado distribuido de Brillouin.

d) Comparación de los resultados obtenidos.

7.6. Conclusiones.

CAPITULO 8. APLICACIÓN DE LOS SENSORES DISTRIBUIDOS DESARROLLADOS EN EL CAPITULO 7 A LA MONITORIZACION DE UNA ESTRUCTURA REAL. MONITORIZACION DEL FALSO TUNEL DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD DE LEVANTE A SU PASO POR MOGENTE (VALENCIA).

8.1. Introducción.

8.2. Instalación de los sensores ópticos distribuidos.

8.3. Análisis de los datos.

8.3.1. Mediciones continuas el día 26/09/2011

a) Tramo B. Tramo de fibra adherida a la estructura con cinta adhesiva en determinados puntos.

b) Tramo C. Tramo de fibra adherida a la estructura con adhesivo.

8.4. Conclusiones.

CAPITULO 9. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

9.1. Conclusiones generales.

9.2. Conclusiones particulares.

9.2.1. Respecto al estudio y diseño del sensor óptico puntual expuesto en el Capítulo 4.

9.2.2. Respecto al estudio y diseño del sensor óptico de longitud expuesto en el Capítulo 5.

9.2.3. Respecto a la aplicación de estos sensores ópticos propuestos en los Capítulos 4 y 5.

9.2.4. Respecto al estudio y calibración de los sensores distribuidos de Brillouin.

9.2.5. Respecto a la aplicación de los sensores distribuidos de Brillouin.

9.3. Producción científica.

9.3.1. Publicaciones.

9.3.2. Congresos.

9.3.3. Proyectos de investigación.

9.4. Futuras líneas de investigación.

REFERENCIAS

APENDICES

Apéndice I. Proyectos de investigación financiados por Administraciones Públicas o empresas privadas.

Apéndice II. Publicaciones en congresos y revistas.