Sistema de monitoreo de rieles y vías del ferrocarril mediante tecnología y sensores de fibra óptica

Pablo A. Costanzo Caso

Dependencia: Instituto Balseiro Tel: 444-5100 int. 5863 Email: pcostanzo@ib.edu.ar

Codirector: Manuel Fernández

Propuestas: Proyecto Integrador de Ingeniería Mecánica

Lugar: LIAT – Laboratorio Investigación Aplicada en Telecomunicaciones (DIT, GDEyPE, GAIyANN, CNEA)

Motivación:

Los dispositivos de fibra óptica como las redes de Bragg (y la fibra óptica en particular) constituyen herramientas que están encontrando numerosas aplicaciones en diferentes campos de la industria. Una de ellas de gran importancia lo constituye el desarrollo de sensores mecánicos en la industria ferroviaria, aeroespacial, naval, energía, nuclear, entre otras. Magnitudes como temperatura, vibraciones, tracción, tensión, presión y deformaciones, pueden ser determinadas con este tipo de tecnología. Las redes de Bragg grabadas en fibra óptica (FBG, siglas del inglés) son una variación periódica de la estructura del material (SiO_2), la cual genera una variación periódica del índice de refracción del núcleo de la fibra. Este dispositivo tiene la propiedad de reflejar (transmitir) una banda muy angosta (ancha) del espectro de la luz incidente, la cual depende del período de la red y de las características del material (índice de refracción). Dicho de otra forma, la longitud de onda de reflexión depende del cambio de índice de refracción del núcleo y del período de la red de la siguiente manera $\lambda_B = 2n_{eff}\Lambda$, siendo n_{eff} el índice efectivo Λ el período de grabado de la red. Ambas características de la red se ven alteradas cuando se lo somete en aplicaciones de sensores, como la mencionaba anteriormente. Dado que la fibra óptica está compuesta de vidrio (SiO_2) posee propiedades excelentes para operar en ambientes hostiles. En particular, es inmune a las interferencias electromagnéticas, posee muy bajo peso y volumen. Además, posee muy bajas pérdidas lo que permite ubicar y monitorear remotamente los sensores a distancias extremadamente largas (por ejemplo, decenas de kilómetros) El objetivo general de este trabajo es emplear tecnología de fibra óptica para monitorear las vías y rieles del ferrocarril. Las magnitudes que se desean analizar son la deformación de los rieles, las vibraciones, temperatura, además de detectar la presencia/proximidad del tren y velocidad del mismo.

La primera parte del proyecto se centrará en el estudio y fabricación de los sensores. Para esto se deberá diseñar una estación de micro posicionamiento en dos ejes para situar y mover la fibra óptica de manera controlada para efectuar la modificación periódica de su estructura. Además, se debe lograr un movimiento en el eje de la fibra en pasos de 500 a 700 um para realizar la modificación periódica del índice de refracción. La modificación de la estructura del material se realizará mediante la incidencia de un arco eléctrico, generado por una fuente de alta tensión.

La segunda etapa del proyecto consiste en realizar el diseño de la ingeniería del proyecto considerando las redes de Bragg como sensores y la fibra óptica como medio de transmisión para conectarse al sensor. Inicialmente se considerarán sensores ubicados a lo largo de una fibra de 3 a 5 km de largo.

Finalmente se procederá a medir y caracterizar los sensores y sistema en el laboratorio, emulando el ambiente de trabajo propuesto (vías y rieles del ferrocarril).

Objetivos: El objetivo general de este trabajo es emplear tecnología de fibra óptica para monitorear las vías y rieles del ferrocarril. Las magnitudes que se desean analizar son la deformación de los rieles, las vibraciones, temperatura, además de detectar la presencia/proximidad del tren y velocidad del mismo.
La primera parte del proyecto se centrará en el estudio y fabricación de los sensores.
Para esto se deberá diseñar una estación de microposicionamiento en dos ejes para situar y mover la fibra óptica de manera controlada para efectuar la modificación periódica de su estructura.
Además, se debe lograr un movimiento en el eje de la fibra en pasos de 500 a 700 um para realizar la modificación periódica del índice de refracción. La modificación de la estructura del material se realizará mediante la incidencia de un arco eléctrico, generado por una fuente de alta tensión.
La segunda etapa del proyecto consiste en realizar el diseño de la ingeniería del proyecto considerando las redes de Bragg como sensores y la fibra óptica como medio de transmisión para conectarse al sensor. Inicialmente se considerarán sensores ubicados a lo largo de una fibra de 3 a 5 km de largo.
Finalmente se procederá a medir y caracterizar los sensores y sistema en el laboratorio, emulando el ambiente de trabajo propuesto (vías y rieles del ferrocarril).

Cronograma:

1) Estudiar dispositivos de fibra óptica basados en redes de Bragg.

2) Analizar y desarrollar procedimientos para la fabricación.

3) Desarrollar la solución de ingeniería al problema planteado

4) Medición y caracterización de los dispositivos en el laboratorio, y posteriormente en un ambiente similar al de la aplicación propuesta.

5) Difusión de resultados y escritura de la tesina.