

Introducción

El objetivo de este proyecto es de dotar de una herramienta de monitorización continua y en tiempo real de las condiciones estructurales de los raíles del ferrocarril y, utilizando el mismo sistema de monitorización, conocer la localización, velocidad y peso de los trenes que circulen por los tramos. Nuestro socio tecnológico Micron Optics con ayuda de la Universidad Politécnica de Hong Kong, ha instalado diversos sensores e interrogadores de fibra óptica para llevar a cabo este proyecto.

Monitorización continua y en tiempo real de ferrocarril mediante sensores FBG

El proyecto de monitorización del ferrocarril de Hong Kong fue motivado por la mejora de la seguridad, fiabilidad y eficiencia en el uso habitual. Adicionalmente, se desea transformar el sistema convencional en un sistema autónomo de medida, desarrollando una red de sensores “Smart Railway” incorporando redes de sensores ópticos en varias zonas de la red de ferrocarril.

Con antelación a este proyecto, el departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Hong Kong había trabajado en proyectos que incluían sensores de fibra óptica basados en Redes de Bragg (FBG) para medida de temperatura y desplazamientos en proyectos ferroviarios.

En este proyecto se utilizan sensores FBG, monitorizados mediante interrogadores FBG desarrollados y fabricados por nuestro socio tecnológico [Micron Optics](#), en concreto 2 unidades del modelo sm130 y 14 unidades del modelo si425.

Los sensores FBG fueron utilizados en este proyecto para monitorizar diversos sub-sistemas, tales como:

- . Conteo de bogies
- . Monitorización anti-descarrilamiento
- . Detector de cargas en trenes
- . Detector de fisuras en raíles
- . Monitorización de firmas de vibración instantáneas durante las pasadas de los trenes en lugares seleccionados

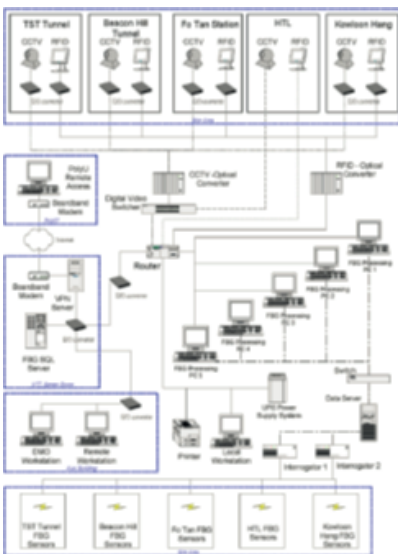
El sistema de monitorización en tiempo real está actualmente en servicio y completamente operativo, aportando información sobre:

- . Esfuerzos experimentados durante el servicio, estáticos y dinámicos, bajo diferentes condiciones de operación
- . El estado de carga y de tráfico de los vagones de pasajeros
- . La temperatura y la deformación inducidas por los esfuerzos en los raíles
- . Temperatura en y alrededor de los ejes y los frenos de las ruedas
- . Vibración dinámica del eje debido a la corrosión y al desgaste de los rodamientos
- . Otros parámetros relevantes para la monitorización de las vías

Conteo de bogies y Prevención de descarrilamiento

- . Conteo de bogies para asegurar el mismo número de trenes que entran y salen de los túneles.
- . Sistema de pesaje de ejes para alertar de las cargas no balanceadas que puedan causar daños en el tren o incluso descarrilamiento.
- . Identificación de tren y programación
- . Para identificar diferentes tipos de trenes en el sistema ferroviario por reconocimiento de sus clases de firmas únicas.
- . Para monitorizar variaciones en la respuesta de los trenes para programación de las labores de mantenimiento.

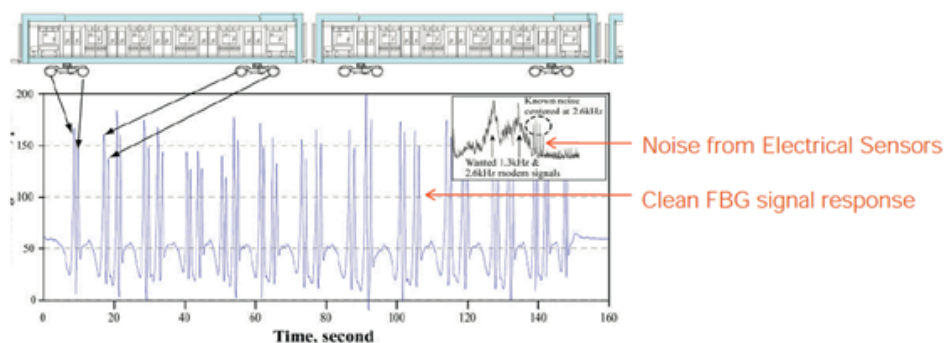
A continuación se muestra un diagrama esquemático de un sistema de monitorización de tren instalado en 5 lugares a lo largo de la [Vía Este de Hong Kong](#). Esta vía tiene 36 km de longitud, entre las estaciones de Tsim Sha Tsui y Lo Wo.



Cada lugar dispone de aproximadamente 10 sensores de fibra óptica en los raíles para medir los desplazamientos inducidos en los raíles cuando pasa un tren sobre ellos. Estas medidas se asocian a los vagones por sus identificadores (IDs). Los datos dinámicos recolectados a una frecuencia de 1 KHz son procesados y evaluados para determinar los parámetros clave monitorizados por los ingenieros de ferrocarriles con rangos aceptables.

El conjunto utiliza un sistema robusto y de una copia de seguridad redundante para asegurar la continua disponibilidad de datos. Los [sensores FBG](#) han sido instalados a la derecha e izquierda del raíl (para las dos ruedas del mismo eje) a un coste bajo para la medida de importantes parámetros. Los ingenieros de ferrocarriles monitorizan el ratio de trenes que pasan sin descarrilar, siendo capaces de detectar las cargas no balanceadas en los dos lados de las ruedas del tren.

En el siguiente gráfico se muestra el resultado de un [sensor FBG instalado en los raíles del ferrocarril](#). Cada rueda que pasa por el punto de medida se puede identificar claramente. Como las distancias entre ruedas son conocidas, se puede calcular de forma rápida la velocidad del tren utilizando los datos de un único sensor FBG.



Los picos del gráfico indican la fuerza aplicada por la rueda sobre el sensor. Se puede extraer información de velocidad y pesos, además de conteo de los ejes que hayan pasado por el punto de medida.

Resultados

- . Los resultados de las medidas de campo junto con la experiencia previa demuestra que el uso de sensores FBG es una excelente solución para la realización de sistemas de monitorización automatizado en infraestructuras ferroviarias.
- . Los sistemas de monitorización de tramos de vía (para detección de respuesta del conjunto ruedas/raíl) está siendo actualmente utilizado por la industria ferroviaria.
- . La Universidad Politécnica de Hong Kong está compartiendo sus experiencias locales para promocionar los sistemas de monitorización óptica para las consultorías y operadores de ferrocarriles en otras partes del mundo.