

# Monitorización inalámbrica del movimiento longitudinal de la cubierta de un puente colgante

Artículo cedido por National Instruments

Por Nicky Battista de la Universidad de Sheffield



www.ni.com/spain

*“Los productos de NI WSN proporcionan una plataforma inalámbrica fiable que nos permite conectar cualquier sensor analógico mediante una pequeña instalación.”*

## El reto

*Supervisar continuamente el desplazamiento longitudinal de la cubierta de un puente colgante utilizando sensores que se encuentran a unos 450 metros de un PC de adquisición de datos accesibles desde la Web.*

## La solución

*Utilizar los nodos de entradas analógicas del NI WSN-3202 para transmitir sin cables los datos de los sensores al gateway NI WSN-9791 conectado al PC.*

Figura 1. Tamar Bridge



## Vigilancia del puente Tamar

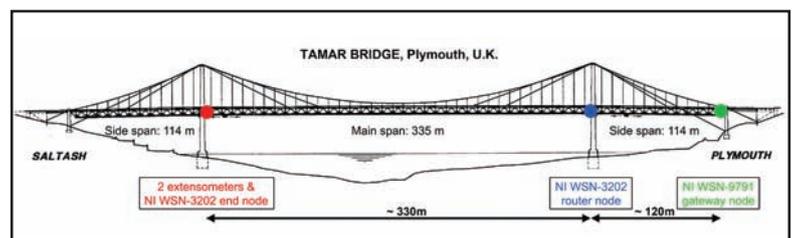
El departamento de ingeniería de vibraciones de la Universidad de Sheffield está constantemente tratando de entender cómo se comportan las estructuras durante largos períodos de tiempo bajo condiciones ambientales variables. Hacemos un seguimiento de la salud estructural de puentes, edificios altos, chimeneas y otras estructuras civiles para asegurar que estén funcionando correctamente. Estos estudios requieren a menudo la vigilancia de muchos parámetros de respuesta durante un largo período de tiempo utilizando sistemas semi-permanentes de instrumentación. Sin embargo, la utilización de cables largos entre los sensores y los sistemas de adquisición de datos es algo que generalmente resulta caro, consume mucho tiempo, tiene predisposición al fracaso o incluso puede ser imposible. Por lo tanto, la recogida de datos inalámbrica de sensores y su transmisión a través de una comunicación por radio con el sistema de adquisición de datos es una mejor opción.

Nuestro objetivo fue vigilar el puente Tamar cerca de Plymouth en el Reino Unido. La Universidad de Sheffield y otros habían utilizado instrumentación de medida con anterioridad sobre este puente con diferentes sistemas de monitorización para medir su comportamiento dinámico y cuasi-estático, así como las condiciones ambientales. Para mejorar nuestra comprensión de cómo la estructura se comportaba a diferentes temperaturas ambientales y cargas de tráfico, necesitábamos medir el desplazamiento longitudinal de la cubierta del puente en la junta de dilatación.

Se utilizaron tres sensores extensiométricos de tipo “pull-wire” de cuyas señales analógicas de

salida se tomaron los datos. Fue necesario almacenar los datos en un PC accesible desde la Web para realizar consultas a distancia desde nuestras oficinas en Sheffield. Sin embargo, la junta de dilatación se encontraba a unos 450 m de la cámara de adquisición de datos del PC de control. Tratamos de integrar los sensores en un sistema de control ya cableado, sin embargo, esto causó considerables interferencias en las lecturas del sensor existente. Por lo tanto, tuvimos que decidir entre utilizar un cable independiente de una longitud igual a la total del puente para conectar los nuevos sensores al PC o adoptar una solución inalámbrica. Debido a que la solución cableada habría sido demasiado cara y habría llevado mucho tiempo realizarla, elegimos la opción inalámbrica.

Figura 2. Tamar Bridge elevation NI WSN



### Implementación de una red de sensores inalámbricos

Necesitábamos un sistema flexible que pudiera implantarse con rapidez y funcionase sin mantenimiento. Se realizaron pruebas iniciales con la plataforma WSN (Wireless Sensor Network) de National Instruments y se confirmó que se adaptaba bien. Los productos NI WSN proporcionaron una plataforma inalámbrica completa y fiable que nos permitió conectar cualquier sensor analógico mediante una pequeña instalación. El nodo de medida WSN-3202 digitaliza las entradas analógicas de los tres sensores y los transmite de forma inalámbrica mediante la radio IEEE 802.15.4 en la banda de frecuencia de 2,4 GHz.



Los datos se enviaron al gateway WSN-9791 que estaba conectado al PC vía Ethernet. Nuestro proyecto requiere una distancia de 450 m para la transmisión de datos, que es mayor que el rango de 300 m de comunicación de un único nodo NI WSN. Después de realizar pruebas de rango con diferentes tipos de antenas, adoptamos una solución intermedia utilizando un WSN-3202 como nodo enrutador, que puede ser fácilmente configurado por software.

### Adquisición de Datos y Procesamiento



Hemos desarrollado un VI mediante el software NI LabVIEW para adquirir y almacenar los datos recibidos en el PC. El VI, que estaba en línea accesible a través de un ordenador de sobremesa remoto, mostró las lecturas de los tres sensores de forma numérica y gráfica. También se supervisó la calidad del enlace de la comunicación en dos saltos de la red inalámbrica y la alimentación suministrada al nodo final y al router.

Los datos de los extensiómetros se muestrearon cada 5 segundos. A continuación se almacenaron

localmente en un archivo binario cada 24 horas y se descargaban a nuestra base de datos cuando se requiera. Dichos datos se procesaban en Sheffield para investigar cómo el movimiento longitudinal de la cubierta del puente se correlacionaba con los cambios ambientales. Esto nos ayudó a obtener una mejor comprensión del funcionamiento de la estructura.

### Conclusión

Se utilizaron los productos de NI WSN para resolver el problema de la transferencia de los datos recogidos en un punto de la estructura del puente a otra ubicación que se hallaba a cerca de medio kilómetro de distancia. Mediante el uso de WSN-3202 y WSN-9791 con LabVIEW, se evitó la instalación de cables largos y costosos y fuimos capaces de implementar nuestro sistema en un tiempo relativamente corto. La capacidad de comunicación del sistema NI WSN demostró ser altamente fiable. Además, el uso innovador de antenas omnidireccionales de alta ganancia demostró que el rango de los nodos de NI WSN podía ampliarse si había disponibilidad de visibilidad directa entre antenas.

Figura 5. High-gain antenna

Figura 3. NI WSN-9791 gateway node

Figura 4. NI WSN-3202 end node

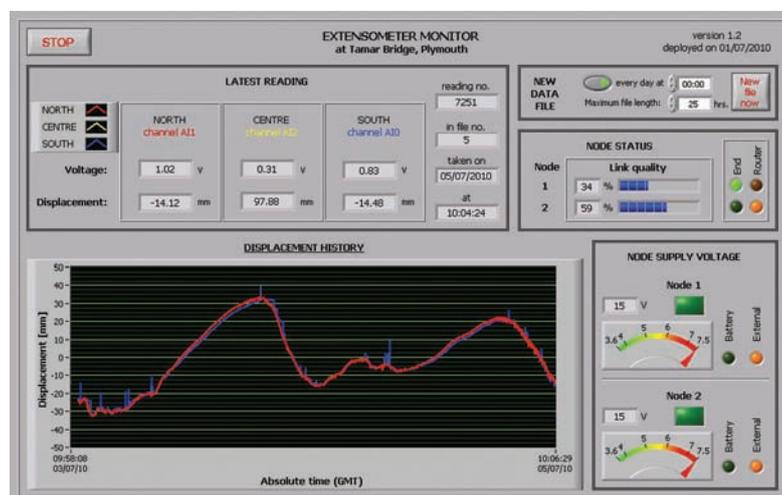


Figura 6. LabVIEW VI