

AmemoMe: Diseño e implementación de un sistema de medida basado en acelerómetros MEMS para el análisis de los modos de vibración de una estructura de madera

J.J. Villacorta-Calvo¹, Alberto Izquierdo-Fuente¹, Lara del Val-Puente¹, Luis Suarez², Roberto Martínez³, Leandro Morillas⁴, Luis-Alfonso Basterra³

¹ Grupo de Procesado en Array. ETSI Telecomunicaciones. Universidad de Valladolid.

² Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Burgos.

³ Grupo de Estructuras y Tecnología de la madera. Universidad de Valladolid.

⁴ ETS Arquitectura. Universidad de Granada.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta el desarrollo experimental de un sistema de bajo coste, basado en acelerómetros MEMS, para el análisis dinámico de una estructura en servicio y la detección de síntomas de deterioro. El sistema integra una aplicación de desarrollo propio en LabVIEW, denominada AmemoMe, que permite la captura de la señal y el análisis frecuencial en tiempo real.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para el análisis de los modos de vibración se ha diseñado un sistema de adquisición de datos de bajo coste mediante la utilización de acelerómetros MEMS digitales modelo ADXL355. Para el control y lectura de los acelerómetros se ha seleccionado la plataforma myRIO, desarrollada por National Instruments. La interconexión física entre la tarjeta de evaluación ADXL355 y los conectores digitales de la myRIO se ha optado por utilizar conectores RJ45 (fig.1). Finalmente, se diseñó y fabricó por los autores el sensor en su encapsulado ABS mediante impresión 3D (fig.2). Destacar que cada plataforma myRIO es posible adquirir información de 6 acelerómetros MEMS (fig.3).



Fig. 1 Acelerómetro MEMS y conector RJ45.



Fig. 2 Acelerómetro MEMS encapsulado.



Fig. 3 myRIO con adaptador RF45.



Fig. 4 Set-up vigas libres.

Para probar el sistema de adquisición se han colocado en paralelo acelerómetros MEMS y acelerómetros analógicos triaxiales Brüel, junto con una célula de carga sobre un shaker (Fig. 5), excitado con ruido blanco entre 0 y 400 Hz. El sistema AmemoMe (Accelerometers MEMS for Modal Measurement), permite la utilización de uno o más de los sistemas de adquisición presentados previamente para el cálculo de las funciones FRF (Frequency Response Function) necesarias para la estimación de los modos de vibración de una estructura. Para validar el funcionamiento del sistema, se han colocado cinco sensores equiespaciados en una viga de madera de 4 m de longitud, suspendida en unos muelles tal y como se muestra en Fig. 4 y 5.

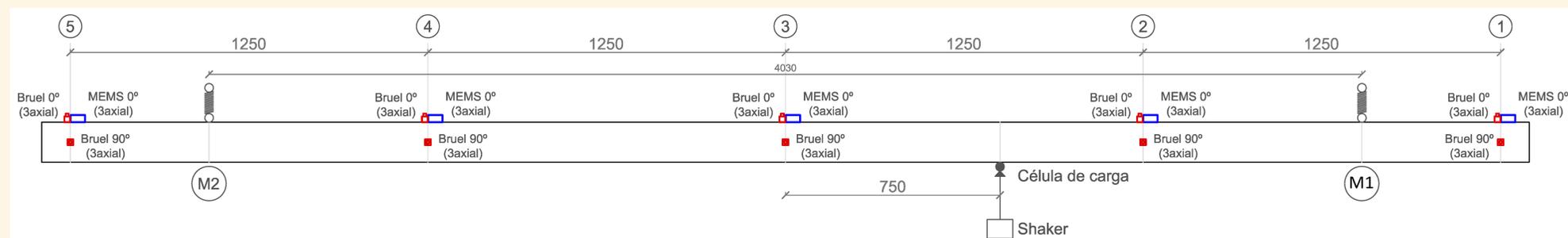


Fig. 5 Instrumentación en paralelo de acelerómetros MEMS y analógicos sobre vigas libres.

3. RESULTADOS

Se ha comparado la respuesta obtenida mediante medición con una cadena de medida comercial (Pulse-Brüel) y acelerómetros analógicos, y sistema AmemoMe (MEMS).

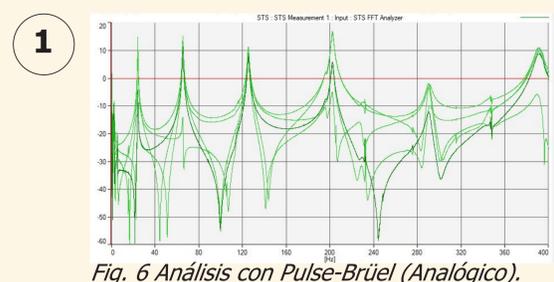


Fig. 6 Análisis con Pulse-Brüel (Analógico).

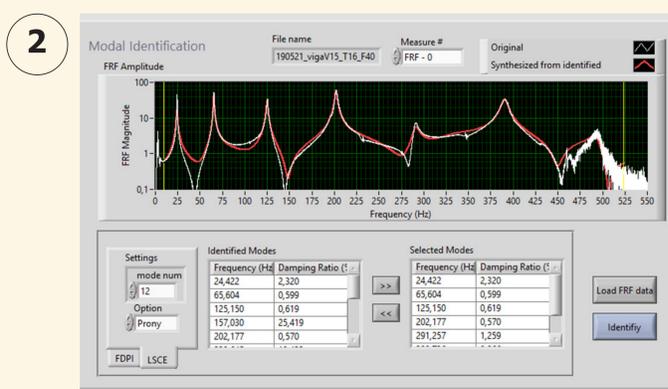


Fig. 8 Análisis de identificación modal.

En las fig. 6 y 7 se comparara las frecuencias de respuesta de las medidas realizadas sobre viga excitada mecánicamente. Se observa la concordancia de respuesta entre sistemas. En la fig.8 identificación de los parámetros modales, y en la fig.9 las frecuencias para los primeros 6 modos de vibración.

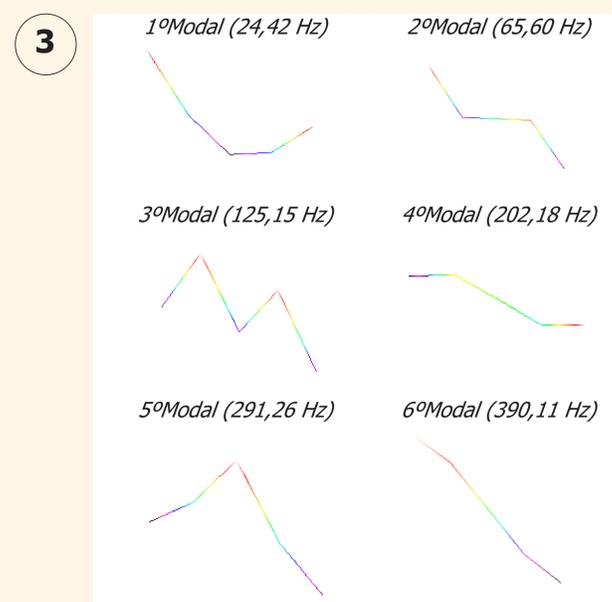


Fig. 9 Modos de vibración obtenidos.

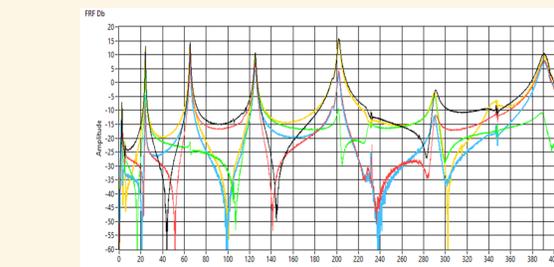


Fig. 7 Análisis con AmemoMe (MEMS).

4. CONCLUSIONES

Se ha diseñado un sistema de medida para el análisis de los modos de vibración de estructuras constituido por un sistema de adquisición de bajo coste basado en acelerómetros MEMS y un programa de control y medida. Como principales características, cabe destacar que se trata de un sistema distribuido y escalable que permite la monitorización de estructuras de grandes dimensiones, con cientos de sensores separados decenas de metros.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha llevado a cabo con ayuda financiera del programa de apoyo a proyectos de investigación de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León, cofinanciado por la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (ref. VA095P17).