

## **Análisis experimental de bandas de atenuación en vigas rectas incorporando resonadores mecánicos locales.**

Fruccio, W.H.<sup>1</sup>; Masch, F.<sup>1</sup>; Piovan, M.T.<sup>2</sup> y Hecker, R.L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, UNLPam.

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica Nacional, FRBB

wfruccio@ing.unlpam.edu.ar

### **RESUMEN**

Durante los últimos años el interés en el tratamiento de estructuras tipo periódicas denominadas meta-estructuras, ha llamado la atención de diversas áreas industriales que realizan trabajos en alta tecnología. Dichas estructuras, están constituidas por una estructura portante con resonadores, que pueden estar embebidos o adosados a la misma. El objetivo de estas estructuras, se centra en aplicaciones que pretenden disminuir, amortiguar o cancelar fenómenos vibratorios en ciertos rangos de frecuencia. Ejemplos aplicativos de estas construcciones se encuentran en las protecciones acústicas aeroespaciales, elementos para efectuar control estructural o para coleccionar y/o disipar energía. Una de las posibilidades constructivas para las meta-estructuras son las vigas con resonadores adosados y calibrados adecuadamente para su utilización. Entre los diferentes tipos de resonadores se encuentran los elasto mecánicos, formados esencialmente por una masa y un resorte, siendo los parámetros de masa y rigidez los que se deben sintonizar para generar la disminución del fenómeno vibratorio en el rango de frecuencia deseado. Si bien, un sistema masa-resorte es bastante sencillo, no siempre es fácil encontrar una disposición geométrica adecuada para el posterior montaje en la estructura portante. Una manera de fabricar dichas meta-estructuras, incorporando conceptos e ideas diferentes, es utilizando la manufactura aditiva, en este caso la tecnología de impresión 3D FDM. En tal sentido, se fabricó una viga de sección sólida, utilizando PETG como material de aporte, con una longitud de 400 mm, ancho de 30 mm y espesor de 5 mm. Por otro lado, los resonadores fueron contruidos con una masa puntual y un muelle elástico que representa un resorte. Este muelle fue también fabricado en PETG mediante la tecnología de impresión 3D y se efectuó la caracterización de la constante de rigidez para un diseño a flexión con configuración romboidal. Esta caracterización es fundamental para poder estimar los posibles rangos esperables de frecuencias en la sintonización de los resonadores para la aparición del bandgap. Con la constante elástica de este muelle,  $K=7494$  N/m y la masa puntual agregada de 13 gramos se logra una frecuencia de resonancia de 120 Hz para la sintonización de cada resonador. Se distribuyeron 7 resonadores de forma periódica a lo largo de la viga y utilizando el método de elementos finitos, se realizó el cómputo de las frecuencias naturales



de la misma. Se pretende generar una banda de atenuación para eliminar el pico de resonancia para 141 Hz, para lo que se recomienda que los resonadores tengan una frecuencia ligeramente menor. Posteriormente, la viga fue adosada en uno de sus extremos a un equipo para inducir vibraciones controladas, compuesto por el conjunto amplificador-caja acústica-altavoz. Luego, para poder computar la respuesta en frecuencia se adosó un acelerómetro en la base de empotramiento y otro en el extremo de la viga. Se computa la respuesta en frecuencia de la magnitud de la aceleración del extremo libre de la viga respecto a la aceleración del extremo empotrado, para ambas respuestas experimentales. Donde se logra generar una banda de atenuación para disminuir el pico de resonancia de la frecuencia natural seleccionada.

Palabras clave: estructuras periódicas, fabricación aditiva, metaestructuras, resonadores.

## Experimental analysis of attenuation bands in straight beams incorporating local mechanical resonators

### ABSTRACT

In recent years, interest in treating periodic structures called meta-structures has attracted the attention of various industrial areas that carry out high-tech work. These structures consist of a supporting structure with resonators, which can be embedded or attached to it. The objective of these structures is focused on applications that aim to reduce, absorb, or cancel vibration phenomena in certain frequency ranges. Examples of applications of these constructions are found in aerospace acoustic protections, which are elements that carry out structural control or collect and dissipate energy. One of the constructive possibilities for meta-structures is beams with resonators attached and calibrated appropriately for their use. Among the different types of resonators are elasto mechanical, essentially formed by a mass and a spring, with the mass and stiffness parameters being those that must be tuned to generate the reduction of the vibration phenomenon in the desired frequency range. Although a mass-spring system is quite simple, it is not always easy to find a suitable geometric arrangement for subsequent assembly in the supporting structure. One way to manufacture such meta-structures, incorporating different concepts and ideas, is by using additive manufacturing, in this case, FDM 3D printing technology. In this sense, a solid section beam was manufactured, using PETG material, with a length of 400 mm, width of 30 mm, and thickness of 5 mm. On the other hand, the resonators were built with a point mass and an elastic spring. This spring was also manufactured in PETG using 3D printing technology and the stiffness constant was characterized by a bending design with a rhomboidal configuration. This characterization is essential to be able to estimate the possible expected frequency ranges in the tuning of the resonators for the appearance of the bandgap. With the stiffness constant,  $K=7494$  N/m, and the added point mass of 13 grams, a resonance frequency of 120 Hz is achieved for the tuning of each resonator. Seven resonators



were periodically distributed along the beam and using the finite element method, to the computation of the natural frequencies of the beam was carried out. The aim is to generate an attenuation band to eliminate the resonance peak of 141 Hz, for which it is recommended that the resonators have a slightly lower frequency. Subsequently, the beam was attached at one of its ends to a device to induce controlled vibrations, composed of the amplifier-speaker box assembly. Then, to compute the frequency response, an accelerometer was attached to the base of the embedding and another to the end of the beam. The frequency response of the magnitude of the acceleration of the free end of the beam concerning the acceleration of the embedded end is computed for both experimental responses. Where an attenuation band is generated to reduce the resonance peak of the selected natural frequency.

Keywords: Periodic Structures, Additive Manufacturing, Meta-structure, Resonator.

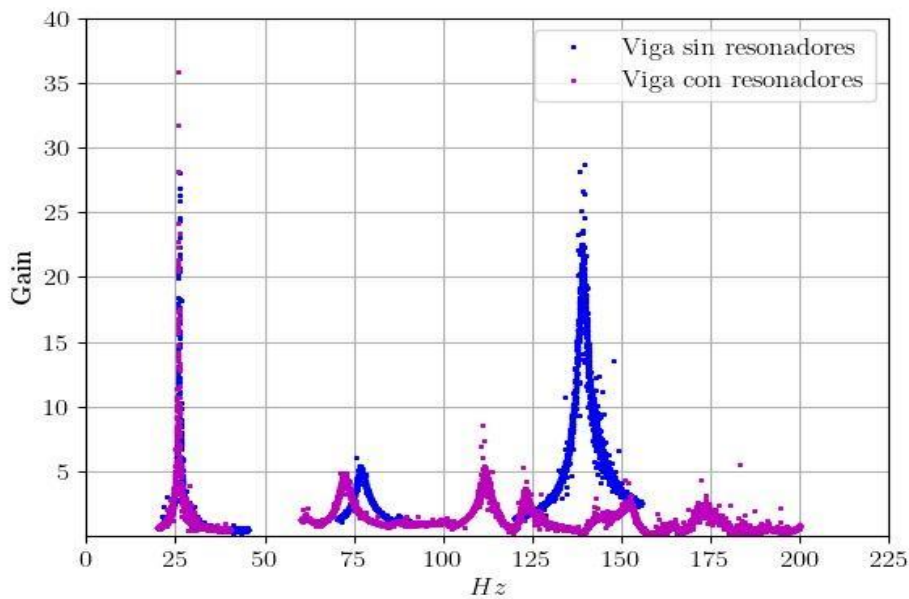


Figura 1: Respuesta dinámica del experimento.

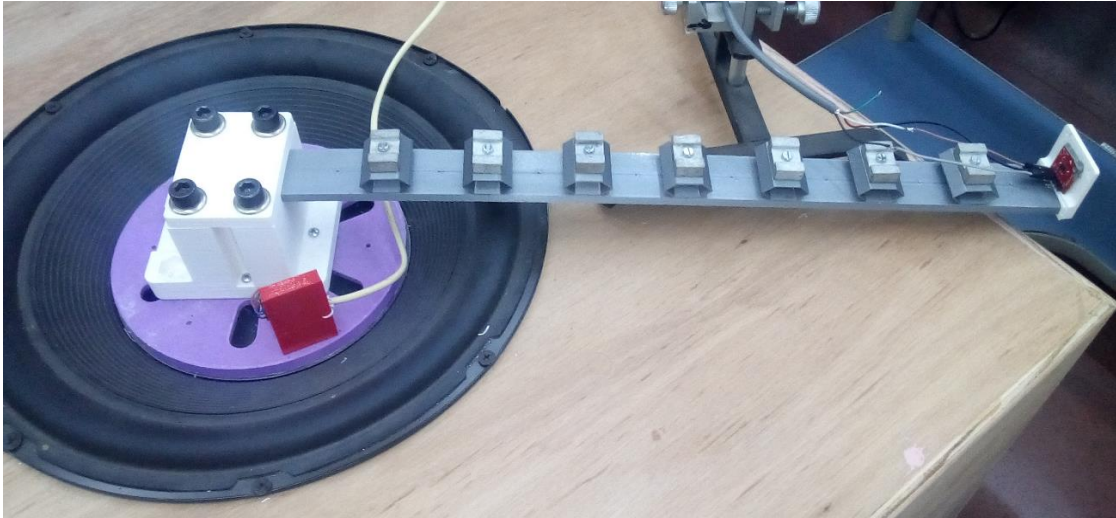


Figura 1: Montaje experimental de la viga con resonadores masa resorte.