



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

SISTEMAS DE SUSPENSIÓN ANTIVIBRATORIA PARA MEZCLADORAS

PACS: 43.40.Tm, 43.40.At.

Anda Pérez, Sergio¹; de la Fuente Benito, Diego José²; Santos Pardeiro, Roberto³
Vibrachoc, S.A.U.

C/ Vereda de las Yeguas, s/n

28500 Arganda del Rey (Madrid)

España

Tel: +34918760806

E-Mail: ¹sergio.anda-perez@hutchinson.com; ²diego-jose.delafuente@hutchinson.com;

³roberto.santos-pardeiro@hutchinson.com; comercial.vibrachoc@hutchinson.com

Palabras Clave:

Amortiguador, mezcladora, vibraciones, ruido estructural, medición, caso real

ABSTRACT (Arial, línea 25, tamaño 10, alineado izquierda).

In the industry, it's key to control machine vibrations propagation. This helps to assure machines durability and minimize vibration transmission to other equipment, as well as avoid health problems to workers.

Mixing machines are very sensible machines because they transmit much vibration energy, especially very low frequencies. In some cases, they are joined to additional systems (weight systems, dimensional control, etc.) that could be affected in their usual performance by vibrations, resulting wrong measurement results.

RESUMEN

En la industria, es fundamental controlar la propagación de las vibraciones emitidas por la maquinaria. Esto ayuda tanto a asegurar la durabilidad de las propias máquinas y minimizar la transmisión a otros equipos, como a para evitar problemas de salud en los trabajadores.

Las mezcladoras son máquinas particularmente sensibles ya que transmiten mucha energía vibratoria, especialmente a frecuencias muy bajas. En algunos casos, además, cuentan con sistemas de control posteriores (pesado, dimensional) que, si no se aíslan adecuadamente, pueden verse afectados por las vibraciones falseando los resultados de medida.



FIA 2018

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre**

1. Introducción

Con el fin de evitar la degradación de las estructuras y debido a cuestiones relacionadas con la Seguridad y Salud en el trabajo, es necesario aplicar unas medidas correctoras en cuanto a la transmisión de vibraciones generadas por la maquinaria en general y por las mezcladoras en particular.

Se trata de movimientos tanto verticales como laterales y rozamientos entre la masa a mezclar y el elemento mezclador que se transmiten a la estructura donde se encuentren instaladas y que provoca la degradación de la estructura y como en este caso, el mal funcionamiento del sistema de pesaje de sacos que son llenados con el material compuesto generado en la mezcladora.

En el caso de estudio que nos ocupa, el problema fundamental era la transmisión de vibraciones a la estructura que soporta la mezcladora y las tolvas de producto terminado, que a su vez afectan al sistema de pesaje de sacos en la zona de llenado. Estos sistemas de pesaje pueden variar hasta un 10% del peso total medido sin que se esté vertiendo más material sobre el saco.

Debido a la inexistencia de componentes elásticos en el apoyo de la mezcladora en la estructura, existe una transmisión directa de las vibraciones de la máquina a la estructura y posteriormente, al sistema de pesado.

2. Estudio de vibraciones previo

Previamente al diseño de los amortiguadores, se realizaron medidas de vibraciones en diferentes puntos de la instalación, a saber:

- Puntos en la mezcladora y en las mangas de alimentación superiores.



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

- Medidas en estructura

7



8



9



10



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

Zona inferior a las tolvas



- En la zona de pesaje

FIA 2018

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre**

De estas mediciones, se concluye que las vibraciones generadas por la máquina tienen sus máximos en frecuencias comprendidas entre los 16 y los 26 Hz, lo que nos va a permitir aislar en gran medida esas vibraciones utilizando los amortiguadores basados en muelles.

En este estudio de vibraciones previo, se obtuvieron los siguientes valores de aceleración y frecuencias en los diferentes puntos definidos midiendo en los 3 ejes: X, Y, Z:

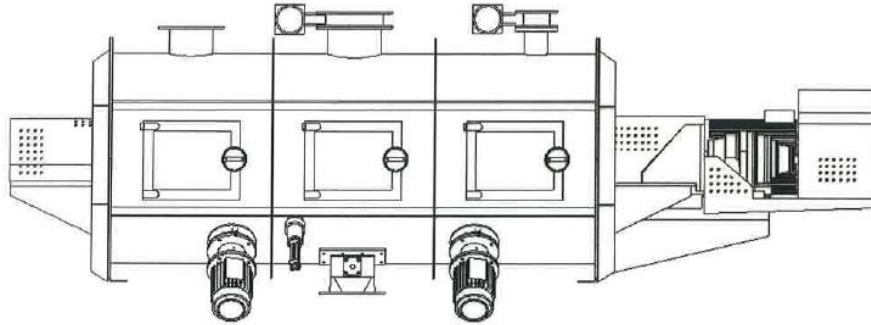
PUNTOS DE LAS MEDICIONES	Frecuencia (Hz)	Aceleración asociada a la frecuencia (m/s²)
P1 eje X	20	0.014
P1 eje Y	17	0.031
P1 eje Z	26	0.132
P2 eje X	21/26	0.026/0.05
P2 eje Y	21/26	0.028/0.076
P2 eje Z	23	0.091
P3 eje X	23	0.043
P3 eje Y	27	0.073
P3 eje Z	26	0.059
P4 eje X	23	0.013
P4 eje Y	26	0.148
P4 eje Z	16	0.051
P5 eje X	16	0.051
P6 eje X	16	0.211
P7 eje X	23/41	0.020/0.080
P7 eje Y	19	0.024
P7 eje Z	21/41	0.031/0.086
P8 eje X	21/41	0.009/0.10
P8 eje Y	21	0.017
P8 eje Z	17	0.003
P9 eje X	23/41	0.016/0.12
P9 eje Y	23/41	0.042/0.052
P9 eje Z	23/41	0.028/0.093
P10 eje X	23/41	0.013/0.028
P10 eje Y	23	0.049
P10 eje Z	23/41	0.024/0.058
P11	20	0.054
P12	14/20	0.032/0.040
P13	17/48	0.036/0.061
P14	23/48/79	0.133/0.117/0.355
P15	11/48/79	0.083/0.279/0.133

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

3. Diseño de los amortiguadores

3.1 Características de la mezcladora



Dimensiones:

- Longitud: 2.435 mm
- Anchura: 1.350 mm

Peso total de la prensa: 5.940 kg (incluyendo la mezcla)

3.2 Solicitaciones

Los amortiguadores que se diseñen tienen que trabajar adecuadamente frente a la frecuencia perturbadora de la mezcladora, que se encuentra entre 16 y 26 Hz. Esta diferencia de frecuencias perturbadoras se debe a que el motor de la mezcladora trabaja en diferentes regímenes cuando se encuentra en fase de premezcla, mezcla o vaciado.

Por tratarse de una instalación en la que se genera bastante residuo en forma de polvo, los amortiguadores deben estar protegidos y permitir que se puedan extraer para realizar la limpieza de los mismos en caso de que se introdujera una cantidad de polvo que no permitiera que el amortiguador realizara su función adecuadamente. De esta forma se diseñaron con placas de fijación superior e inferior para poder extraer los amortiguadores sin tener que retirar el elemento de fijación.



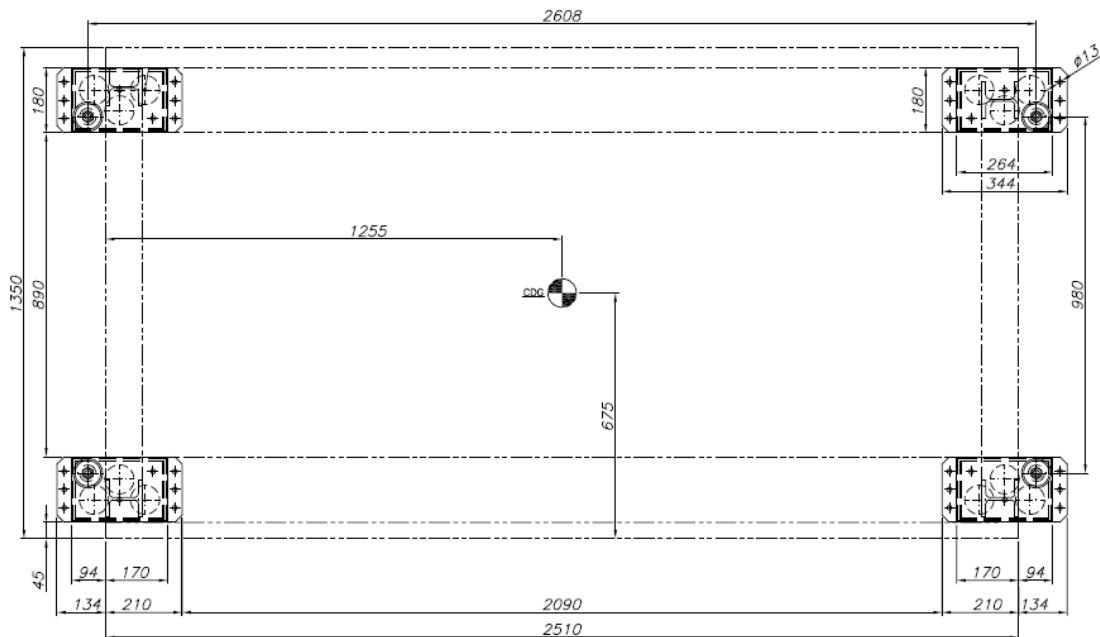
FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

3.3 Definición de los amortiguadores a instalar

De esta forma, se han diseñado los amortiguadores en relación a estas cargas y a la frecuencia perturbadora medida, con lo que se determina que lo más adecuado sería instalar distintos amortiguadores

En el siguiente plano se refleja la distribución de los mismos:

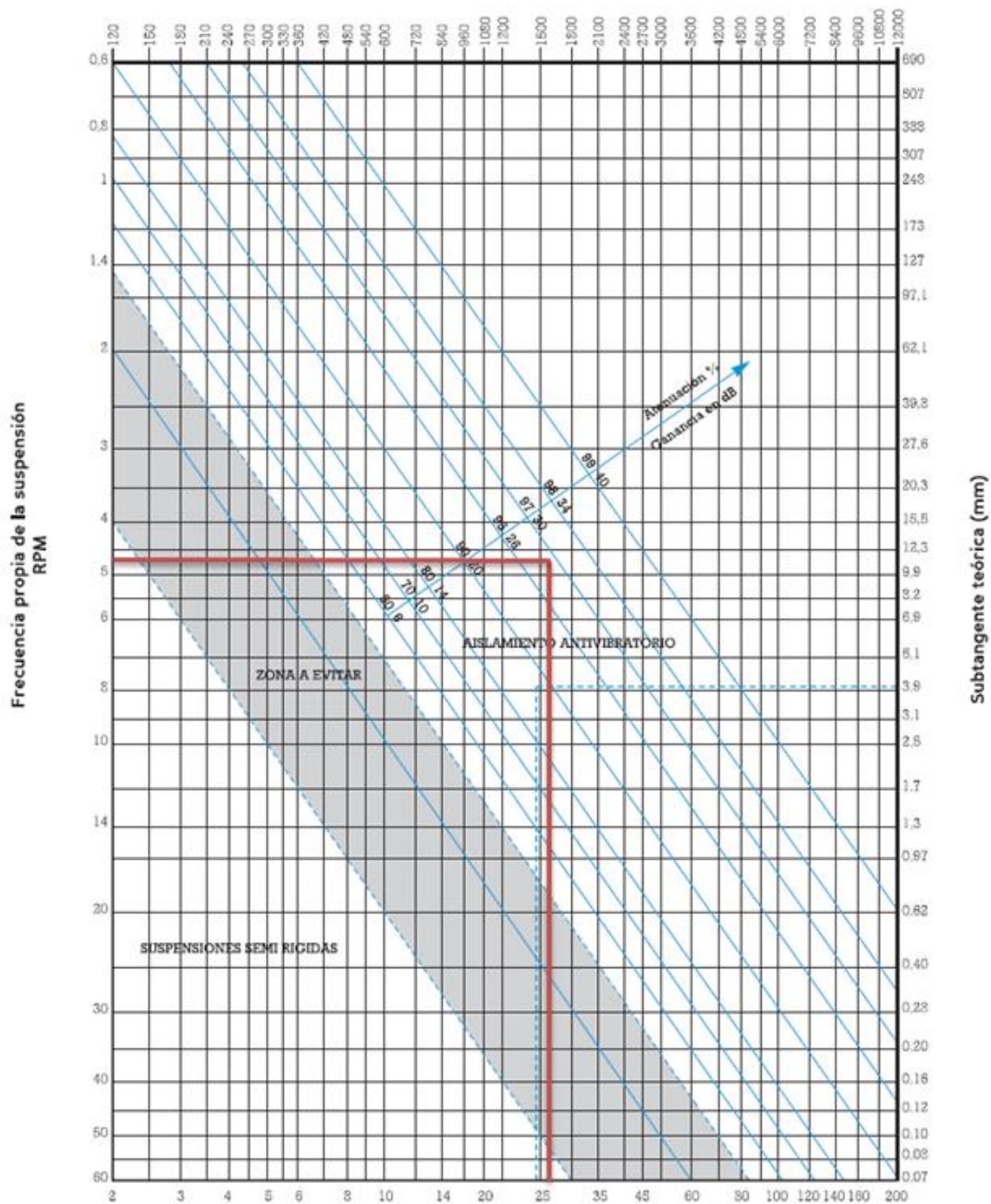


FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

3.4 Frecuencia propia de los amortiguadores y % de atenuación teórico

En función de las cargas, la frecuencia propia de los amortiguadores es de 4,78 Hz, por lo que teóricamente se calcula que se filtrará más de 95% de las vibraciones generadas por el funcionamiento propio de la mezcladora en el caso más favorable (26 Hz) y más del 90% en el caso más desfavorable (16 Hz).



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

4. Instalación de los amortiguadores

Una vez fabricados, se instalaron los amortiguadores cortando parte de las patas en que descansa la mezcladora, para mantener la altura de la máquina.

Se soldó la placa superior a la parte de la pata que apoyaba y la placa inferior a la viga de la estructura que soporta ese apoyo.



En la parte superior del amortiguador, se incluyó un sistema de retención formado por un cojín metálico. El nivel de apriete de este sistema de retención se realizará buscando un compromiso entre el movimiento de la máquina y la atenuación de las vibraciones generadas. De esta forma, si la retención se encuentra muy apretada, el movimiento va a ser mínimo, pero la atenuación no va a ser elevada. Por el contrario, si no se aprieta mucho el sistema de retención, el movimiento de la prensa durante su trabajo va a ser elevado, lográndose una mayor atenuación.



5. Mediciones post-instalación

Tras la instalación de los amortiguadores y con la máquina lista para trabajar, se volvió a realizar una serie de mediciones en los mismos puntos que en las medidas previas.

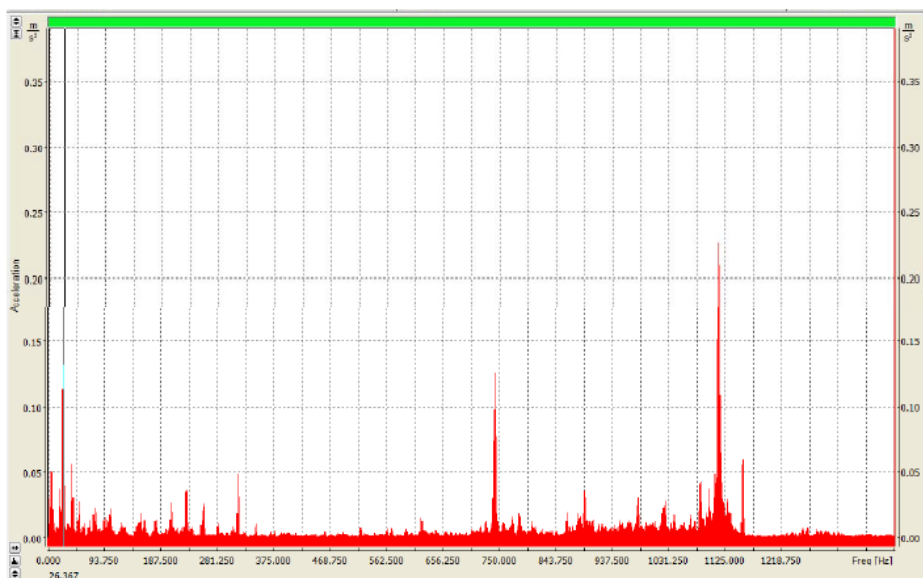
En este caso, se observa que en las frecuencias bajas, los picos de aceleración son mínimos, del nivel de $\mu\text{m/s}^2$, aparte de que los primeros picos de aceleración ocurren a unas frecuencias muy elevadas, que no tienen en absoluto que ver con el funcionamiento de la máquina. Estamos hablando de picos en frecuencias por encima de los 400 Hz.

La transmisión de las vibraciones por los elementos estructurales, tras las mediciones realizadas, se confirma que se ha visto reducida en más de un 90%, por lo que se corrobora que los cálculos teóricos realizados son correctos.

6. Conclusiones

Como conclusiones podemos indicar que los amortiguadores construidos a partir de muelles con frecuencias naturales muy bajas son adecuados para lograr una elevada atenuación de las vibraciones generadas durante el propio funcionamiento de una prensa.

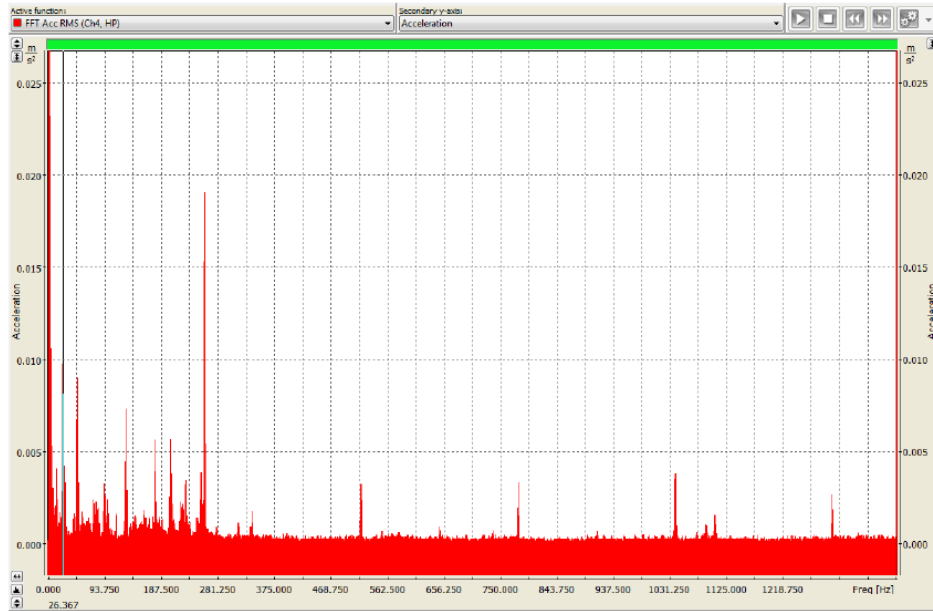
En la siguiente gráfica se puede comparar la cantidad de picos de aceleración en bajas frecuencias que aparecían antes de la instalación de los nuevos amortiguadores.



Por el contrario, en la gráfica que aparece a continuación podemos ver que las aceleraciones se encuentran muy próximas a cero en la zona de bajas frecuencias y el primer pico aparece en una frecuencia muy alta, por encima de los 250 Hz. Además, las aceleraciones residuales tras la atenuación provocada por los nuevos amortiguadores son de un valor muy inferior a las que aparecían con anterioridad.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACÚSTICA'18-
24 al 26 de octubre





FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

7. Referencias

- [1] Vibrachoc-Paulstra. *Suspensiones metálicas*, Vibrachoc-Paulstra, Arganda del Rey (España), 2009.
- [2] Vibrachoc-Paulstra. *Suspensiones elásticas*, Vibrachoc-Paulstra, Arganda del Rey (España), 2009.
- [3] Barry Controls. *Engineered Solutions for Controlling Shock, Vibration & Noise*, Barry Controls, Walton-on-Thames (England), 2010.
- [4] Pedro Flores Pereita. *Manual de Acústica y Vibraciones*, Ediciones GYC, Barcelona (España), 1990.
- [5] Cyril M. Harris. *Manual de medidas acústicas y control del ruido*, McGraw-Hill, Aravaca (España), 1995.
- [6] BalakumarBalachandran, Edward B. Magrab. *Vibraciones*, CengageLearning, México, D.F. (Méjico), 2008.