

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 444**

51 Int. Cl.:
G10K 11/168 (2006.01)
B60R 13/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10155903 .7**
96 Fecha de presentación: **09.03.2010**
97 Número de publicación de la solicitud: **2365483**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.09.2011**

54 Título: **Componente aislante de automóvil**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.06.2012

73 Titular/es:
Autoneum Management AG
Schlossalstrasse 43
8406 Winterthur, CH

72 Inventor/es:
Castagnetti, Claudio y
Bertolini, Claudio

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 382 444 T3

DESCRIPCIÓN

Componente aislante de automóvil

CAMPO TÉCNICO

La invención se refiere a un componente de automóvil para la atenuación de ruidos en un vehículo.

5 TÉCNICA ANTERIOR

Las fuentes de ruido en un vehículo son numerosas e incluyen, entre otras, el motor, la transmisión, la superficie de rodadura de los neumáticos (provocada por la superficie de la carretera), los frenos y el viento. El ruido generado por todas estas fuentes en el interior del habitáculo del vehículo cubre un intervalo de frecuencias bastante grande que, en vehículos normales diesel y de gasolina, puede llegar hasta 6,3 kHz (por encima de esta frecuencia, la potencia acústica radiada por las fuentes de ruido es generalmente despreciable). El ruido del vehículo se divide generalmente en ruido de baja, media y alta frecuencia. De forma típica, puede considerarse que el ruido de baja frecuencia cubre el intervalo de frecuencias entre 50 Hz y 500 Hz y está dominado por ruido “transmitido por la estructura”: la vibración se transmite a los paneles que rodean el habitáculo de los pasajeros a través de varias trayectorias estructurales y, de este modo, tales paneles radian ruido en el propio habitáculo. Por otro lado, de forma típica, es posible considerar que el ruido de alta frecuencia cubre el intervalo de frecuencias por encima de 2 kHz. De forma típica, el ruido de alta frecuencia está dominado por ruido “transmitido por el aire”: en este caso, la transmisión de vibraciones a los paneles que rodean el habitáculo de los pasajeros se produce a través de trayectorias en el aire. Se admite que existe una zona indefinida en la que los dos efectos se combinan y ninguno de los dos domina. No obstante, para el confort del pasajero, es importante atenuar el ruido en el intervalo intermedio de frecuencias, así como en los intervalos bajos y altos de frecuencias.

Para la atenuación de ruidos en vehículos tales como coches y camiones, es conocido el uso de aislantes, amortiguadores y elementos absorbentes para reflejar y disipar el sonido y, por lo tanto, reducir el nivel de sonido interior general.

Normalmente, el aislamiento se obtiene mediante un sistema de barrera de resorte-masa clásico, en el que la masa está formada por un material impermeable de alta densidad, conocido también como capa pesada, y el resorte está formado por un material de baja densidad, como fieltro o espuma no comprimidos. La rigidez del resorte es comparable a la suma de la compresibilidad del aire en la capa de desconexión y la rigidez de su estructura. Normalmente, el espesor de las barreras aislantes acústicas usadas viene predeterminado exclusivamente por el fabricante del vehículo. Si este es el caso, y, de forma específica, la capa aislante tiene un espesor sustancialmente uniforme, es posible llevar a cabo cambios en la frecuencia de resonancia aumentando la masa. Es conocido que la frecuencia de resonancia de los sistemas aislantes acústicos no debe estar en el mismo intervalo que las frecuencias perturbadoras del motor.

Ambos sistemas absorbentes y aislantes presentan por sí mismos solamente un pequeño ancho de banda de frecuencias en el que los mismos funcionan de forma óptima. El elemento absorbente funciona mejor en frecuencias altas. Además, ambos sistemas no resultan óptimos para usar en un vehículo moderno. La función del aislante depende en gran medida de su peso por unidad de superficie y de su densidad, siendo mejor el aislante cuanto mayor es su peso. Por otro lado, el elemento absorbente depende en gran medida del espesor del material, cuanto más espeso, mejor. El espesor y el peso están cada vez más limitados. El espacio disponible en un coche en el que se disponen los componentes es limitado. Cuanto más delgado es el material, más espacioso es el vehículo, siendo este un argumento de venta de un coche. El peso tiene una influencia directa en el consumo de combustible durante la conducción. Por lo tanto, un menor peso constituye una mejor opción económica y ecológicamente.

Recientemente, la tendencia hacia pesos inferiores de la capa de masa o de la capa pesada en sistemas de resorte-masa clásicos ha disminuido el peso promedio de aproximadamente 3 (kg/m²) a aproximadamente 2 (kg/m²). Esta disminución del peso por unidad de superficie también supone una menor cantidad de material usado con la tecnología habitual y, por lo tanto, menos costes. Es posible conseguir incluso pesos inferiores de hasta 1 (kg/m²), y están presentes en el mercado, aunque la tecnología para conseguirlos es cara y presenta inconvenientes, de forma específica, en producción en serie de poco volumen. Las capas de masa clásicas típicas están hechas de materiales densos con alto contenido de carga, tales como EPDM, EVA, PU, PP, etc. Debido a que estos materiales tienen una densidad alta, normalmente por encima de 1000 (kg/m³), es necesario producir una capa muy delgada para obtener un peso por unidad de superficie reducido. Esto aumenta los costes de producción y provoca problemas en los procesos correspondientes, por ejemplo, el material se rompe fácilmente durante el moldeo.

El rendimiento del aislamiento de una barrera acústica se determina por la pérdida de transmisión (TL) de sonido. La capacidad de una barrera acústica de reducir la intensidad del ruido transmitido depende del tipo y estructura de los materiales que comprenden la barrera. La propiedad física más importante que controla la TL de sonido de una barrera acústica es la masa por unidad de superficie de sus capas componentes. Para obtener un mejor rendimiento del aislamiento, la capa pesada de una masa-resorte tiene una superficie lisa y de alta densidad para maximizar la reflexión de las ondas sonoras, una estructura no porosa y una cierta rigidez del material para minimizar vibraciones.

Desde este punto de vista, es conocido que muchos tejidos textiles, de estructura delgada y/o porosa, no son ideales para el aislamiento acústico.

JP 2001310672 describe una estructura de capas múltiples que consiste en dos capas absorbentes con una capa de película reflectante de sonido dispuesta entre las mismas. La capa de película deberá reflejar el sonido que penetra en la capa absorbente hacia la misma capa absorbente, aumentando el efecto absorbente de las capas absorbentes. El sistema puede ajustarse optimizando el espesor de la película y la densidad de la película.

JP 2001347899 describe un sistema de resorte-masa clásico con una capa absorbente adicional sobre la capa de masa. Principalmente, para absorber el ruido que pasa a través de los orificios en la pieza y que es reflejado por el interior del coche. Gracias a esta atenuación de ruido adicional, es posible reducir el espesor y/o la densidad de la capa de masa.

EP 1428656 describe una estructura de capas múltiples que consiste en una capa de espuma y una capa fibrosa con una película dispuesta entre ambas capas. (Ver figura 1, muestra C, que es un ejemplo de un material de capas múltiples comparable al descrito en esta patente). La capa fibrosa funciona como una capa absorbente con una AFR entre 500 y 2500 (Nsm^{-3}) y una masa por unidad de superficie entre 200 y 1600 g/m^2 . Esta capa consiste en fieltro comprimido. La capa de espuma descrita presenta una desviación de fuerza de compresión muy reducida, con una rigidez entre 100 y 100000 (Pa), comparable con la rigidez de una capa de fieltro usada normalmente como un desconector. Preferiblemente, la película usada está perforada o es suficientemente delgada para que la misma no tenga influencia en la absorción de ambas capas absorbentes conjuntamente. La película se denomina transparente acústicamente para indicar que las ondas sonoras pueden atravesar la película. Para tal fin, el espesor descrito está en el intervalo de 0,01 (mm) o inferior.

Normalmente, en un buen equilibrio del aislamiento y de la absorción acústica de un coche obtenido por los componentes acústicos, es necesario reducir el nivel de presión sonora en el habitáculo de los pasajeros. Las diferentes partes pueden tener diferentes funciones (por ejemplo, aislamiento en el salpicadero interior, absorción en las alfombras), pero existe la tendencia a conseguir una subdivisión más refinada de las funciones acústicas en las zonas específicas para optimizar el rendimiento acústico general. Como ejemplo, un salpicadero interior puede dividirse en dos partes, una que proporciona una elevada absorción y otra que proporciona un elevado aislamiento. De forma general, la parte inferior del salpicadero es más adecuada para el aislamiento, ya que el ruido procedente del motor y las ruedas delanteras a través de esta zona inferior es más importante, mientras que la parte superior del salpicadero es más adecuada para la absorción, ya que otros elementos del coche ya proporcionan cierto aislamiento, por ejemplo, el panel de instrumentos. Además, la parte posterior del panel de instrumentos reflejará las ondas sonoras que pasan a través de la parte superior del salpicadero oculta detrás del propio panel de instrumentos. Estas ondas sonoras reflejadas podrían ser eliminadas de forma eficaz usando material absorbente. Es posible aplicar consideraciones similares en otras partes acústicas del coche. Por ejemplo, en el suelo: El aislamiento se usa principalmente en las zonas del compartimento para comida y alrededor de la zona del túnel, mientras que las zonas absorbentes están dispuestas principalmente debajo de las zonas del asiento y en las zonas que rodean el compartimento para comida y en las zonas del túnel, así como en las zonas laterales.

En la actualidad, esta tendencia se obtiene mediante el uso de fragmentos o material adicional aplicado localmente (US 20040150128). Por ejemplo, US 5922265 describe un método de aplicación de material de capa pesada adicional en zonas específicas de un componente en las que es necesario aislamiento, mientras que las zonas sin el material de capa pesada actuarán como elemento absorbente. Todos estos tipos de productos híbridos presentan el inconveniente de que los mismos siguen aumentando el peso por unidad de superficie para obtener una solución combinada de absorción y aislamiento de ruido. Los mismos son intensivos en mano de obra, procesamiento y costes. Además, el material usado como desconector para un sistema de resorte-masa acústico no es óptimo para usar como elemento absorbente. Asimismo, el uso de diferentes tipos de materiales hace que el reciclaje de las piezas y del material desechado sea más difícil.

Resumen de la invención

Por lo tanto, un objetivo de la invención consiste en obtener un componente aislante acústico que funciona en el intervalo de frecuencias importante para la reducción del ruido en un vehículo, sin los inconvenientes del estado de la técnica, de forma específica, en obtener una solución alternativa a las capas de masa clásicas hechas de materiales densos con alto contenido de carga, tales como EPDM, EVA, PU, PP, usadas en la actualidad en sistemas de masa-resorte acústicos.

Este objetivo se alcanza gracias al componente según la reivindicación 1. Un componente aislante acústico con características de masa-resorte acústicas comprende una capa de masa y una capa de desconexión, caracterizándose porque la capa de masa consiste en una capa fibrosa porosa con un módulo de Young dinámico (Pa) al menos de $(96 \cdot \text{AW} \cdot t)$, siendo AW el peso por unidad de superficie (g/m^2) y siendo t el espesor (mm) de la capa fibrosa, y una capa de barrera delgada impermeable dispuesta entre la capa fibrosa y la capa de desconexión.

Se esperaba una mayor pérdida de transmisión en un sistema de resorte-masa tradicional con una capa de masa o una capa de barrera impermeable al aire. De forma imprevista, se descubrió que es posible crear una capa de masa

acústica para un sistema de resorte-masa que consiste en un material fibroso poroso y una capa de barrera impermeable al aire. No obstante, para obtener un aislamiento satisfactorio, es necesario que el módulo de Young dinámico del material fibroso poroso usado como capa de masa sea al menos de: $96 \cdot AW \cdot t$ (Pa) para obtener una frecuencia de radiación de tal material fibroso poroso al menos de 4900 (Hz), obteniendo por lo tanto un buen rendimiento de aislamiento en todo el intervalo de frecuencias de interés, sin una caída de frecuencia perturbadora en el espectro de TL de sonido.

Capa de barrera delgada

La capa de barrera delgada dispuesta entre la capa fibrosa porosa y la capa de desconexión debe ser impermeable para funcionar como una barrera acústica, no obstante, la misma no tiene o necesita la masa para funcionar como una capa de masa, como las barreras de capa pesada presentes normalmente en sistemas de resorte-masa clásicos. Solamente si la capa de barrera delgada es impermeable al aire, la capa fibrosa porosa, conjuntamente con la capa de barrera delgada, funcionarán según la invención como una capa de masa para un sistema de resorte-masa clásico. Aunque en los ejemplos se muestra una película, es posible usar de forma alternativa materiales delgados no permeables.

Si se usa una película como capa de barrera, la misma tiene preferiblemente un espesor al menos de 40 (μm), preferiblemente aproximadamente de 60 a 80 (μm). Aunque las películas más espesas funcionarán, las mismas no mejoran realmente la funcionalidad de la pieza y solamente aumentan su precio. Además, las películas más espesas pueden interferir con la formación del fieltro. Sería necesario ajustar el espesor para asegurar una interacción con las ondas sonoras.

La capa de barrera delgada, de forma específica, una película, puede estar hecha de material termoplástico, tal como PVOH, PET, EVA, PE o PP, o de materiales de doble capa, tal como un laminado de hojas de PE/PA. La selección del material de barrera depende de la capa fibrosa y de la capa de desconexión, y debería ser capaz de formar un laminado con las 3 capas unidas entre sí. También es posible usar materiales usados como un adhesivo, en forma de película o de polvo. No obstante, después de la unión y/o formación del componente, la película debería ser impermeable al aire en el producto final. También es posible usar como capa de barrera delgada materiales aplicados inicialmente como un polvo o en otra forma, siempre que los mismos formen una capa de barrera impermeable después de su procesamiento.

Capa fibrosa porosa

Se ha descubierto que el módulo de Young dinámico está relacionado con la frecuencia de radiación de la capa fibrosa porosa $E = AW \cdot 4t v^2$, siendo E el módulo de Young dinámico (Pa), siendo v la frecuencia de radiación (Hz), siendo AW el peso por unidad de superficie (kg/m^2) y siendo t el espesor (m). Según esta relación, un valor adecuado del módulo de Young dinámico permite el diseño de un componente con la frecuencia de radiación fuera del intervalo de frecuencias de interés y, por lo tanto, una pérdida de inserción no perturbada en el intervalo de frecuencias de interés. De forma específica, si el módulo de Young dinámico es más grande que el valor mínimo, definido como $E_{\min} = AW \cdot 4t \cdot v_0^2$, siendo $v_0 = 4900 \text{ Hz}$, entonces la frecuencia de radiación de la capa fibrosa aparecerá por encima del intervalo de frecuencias de aplicación de los componentes. Por lo tanto, el módulo de Young dinámico debería ser al menos $96 \cdot AW \cdot t$ (Pa), con AW en (g/m^2) y t en (mm). Esto permite obtener un módulo de Young dinámico elevado, con el que el material ya no puede ser comprimido fácilmente. El componente que contiene una capa fibrosa porosa al menos con un módulo de Young dinámico de $96 \cdot AW \cdot t$ (Pa), una capa de desconexión y una capa de película impermeable dispuesta entre la capa fibrosa porosa y la capa de desconexión, estando laminadas las 3 capas para formar una pieza, funcionará como un sistema de resorte-masa acústico. La capa fibrosa porosa, conjuntamente con la capa de película, es una capa de masa alternativa y puede sustituir el material de capa pesada usado normalmente. El material es más barato y la pieza en general es más fácil de reciclar en comparación con los sistemas de resorte-masa que usan los materiales de capa pesada con carga.

La capa fibrosa porosa puede ser cualquier tipo de fieltro. La misma puede estar hecha de cualquier material fibroso termoconformable, incluyendo los derivados de fibras naturales y/o sintéticas. Preferiblemente, el fieltro está hecho de material fibroso reciclado, tal como algodón de baja calidad u otras fibras recicladas, tales como poliéster.

Preferiblemente, el material de fieltro fibroso comprende un material de unión, ya sean fibras de unión o material de resina, por ejemplo, polímeros termoplásticos. Es preferible un 30% de resina epoxi o al menos un 25% de fibras de unión de dos componentes. Es posible y no se excluye el uso de otras fibras o materiales de unión para obtener la capa fibrosa porosa según la invención.

Preferiblemente, el peso por unidad de superficie es entre 500 y 2000 (g/m^2), más preferiblemente entre 800 y 1600 (g/m^2).

Normalmente, una limitación adicional también consiste en el espacio disponible en el coche donde es posible disponer el componente acústico. Normalmente, esta limitación está determinada por el fabricante del coche y está en el intervalo máximo de 20 a 25 mm. Todas las capas del componente deben compartir este espacio. Por lo tanto, el espesor de la capa fibrosa porosa es preferiblemente entre 1 y 10 (mm) y, preferiblemente, entre 1 y 6 (mm). Esto

deja espacio suficiente para la capa de desconexión. De forma específica, el espesor de la capa de desconexión puede variar para compensar diferencias de forma en 3D y para montarse en el coche.

En el estado de la técnica, existen zonas muy comprimidas alrededor de orificios en el componente, necesarios para la producción de cables o para el montaje de accesorios, o en zonas extremas conformadas en 3D, no estando dedicadas normalmente estas zonas al aislamiento acústico, ya que la naturaleza de los orificios destruye cualquier característica aislante cerca de los mismos.

Capa de desconexión

Como capa de desconexión, el material estándar usado para la capa de resorte en un sistema de resorte-masa acústico clásico puede ser usado en el componente según la invención siguiendo los mismos principios. La capa puede estar formada por cualquier tipo de espuma termoplástica y termoendurecible, cerrada o abierta, p. ej., espuma de poliuretano. La misma también puede estar hecha de material fibroso, p. ej., materiales fibrosos termoconformables, incluyendo los derivados de fibras naturales y/o sintéticas. Preferiblemente, la capa de desconexión tiene una rigidez de compresión muy baja, inferior a 100 (kPa). Preferiblemente, la capa de desconexión también es porosa o tiene poros abiertos para mejorar el efecto de resorte. En principio, la capa de desconexión debería estar unida a la capa de película en toda la superficie de la pieza para obtener el efecto más óptimo, no obstante, debido a la técnica de producción muy local, esto podría no producirse. Debido a que la pieza podría funcionar generalmente como un sistema de resorte-masa acústico, las zonas locales pequeñas en las que las capas no están conectadas no proporcionarían el efecto de atenuación general.

El espesor de la capa de desconexión puede optimizarse, no obstante, el mismo depende en gran medida de las limitaciones de espacio en el coche. Preferiblemente, el espesor puede variar a lo largo de la zona de la pieza para seguir el espacio disponible en el coche. Normalmente, el espesor es entre 1 y 100, en la mayor parte de zonas, entre 5 y 20 (mm).

Capas adicionales

El componente según la invención comprende al menos 3 capas, tal como se reivindica, y funciona como un sistema de resorte-masa acústico. No obstante, es posible optimizar la pieza adicionalmente añadiendo en la capa fibrosa porosa una capa adicional con propiedades absorbentes. La adición de material absorbente adicional puede llevarse a cabo al menos parcialmente. Preferiblemente, el peso por unidad de superficie de la capa adicional es entre 500 y 2000 (g/m²).

La capa absorbente puede estar formada por cualquier tipo de espuma termoplástica y termoendurecible, p. ej., espuma de poliuretano. No obstante, con el objetivo de absorber ruido, la espuma debe ser de poros abiertos y/o porosa para permitir la entrada de ondas sonoras según los principios de absorción acústica, tal como es conocido en la técnica. La capa absorbente también puede estar hecha de material fibroso, p. ej., materiales fibrosos termoconformables, incluyendo los derivados de fibras naturales y/o sintéticas. La misma puede estar hecha del mismo tipo de material que la capa de masa porosa fibrosa, pero más voluminoso. Preferiblemente, la resistencia al flujo de aire (AFR) de la capa absorbente es al menos de 500 (Nsm⁻³), preferiblemente entre 500 y 2500 (Nsm⁻³). También es posible disponer sistemas absorbentes con más de una capa absorbente sobre la capa fibrosa porosa.

Asimismo, es posible disponer una tela adicional sobre el material absorbente o la capa fibrosa porosa para mejorar incluso adicionalmente la absorción acústica y/o para proteger las capas subyacentes, por ejemplo, contra el agua, etc. Una tela es un material no tejido delgado con un espesor entre 0,1 y aproximadamente 1 (mm), preferiblemente entre 0,25 y 0,5 (mm), y con una mayor resistencia al flujo de aire. Preferiblemente, la misma tiene una resistencia al flujo de aire (AFR) entre 500 y 3000 (Nsm⁻³), más preferiblemente, entre 1000 y 1500 (Nsm⁻³). Preferiblemente, la AFR de la tela y de la capa absorbente subyacente son diferentes para obtener una mayor absorción.

El peso por unidad de superficie de la capa de tela puede ser entre 50 y 250 (g/m²), preferiblemente entre 80 y 150 (g/m²).

Las telas pueden estar hechas de fibras continuas o cortadas o de mezclas de fibras. Las fibras pueden estar hechas mediante tecnologías de fusión por soplado o de ligado por hilos. Las mismas también pueden mezclarse con fibras naturales. Por ejemplo, las telas están hechas de poliéster, o de fibras de poliolefina, o de una combinación de fibras, por ejemplo, de poliéster y celulosa, o poliamida y polietileno, o polipropileno y polietileno.

Estas y otras características de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de formas preferidas, mostradas a título de ejemplos no limitativos, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

Método de producción

El componente según la invención puede ser producido mediante métodos de moldeo en frío y/o caliente, conocidos comúnmente en la técnica. Por ejemplo, la capa fibrosa porosa, con o sin la película, puede ser conformada para obtener el módulo de Young dinámico deseado y, al mismo tiempo, para conformar la pieza en la forma en 3D

necesaria y, en una segunda etapa, es posible moldear por inyección la capa de desconexión o es posible añadir una espuma o capa de fibra en la cara posterior de la capa de película.

Definición de rigidez mecánica y de compresión y su medición

- 5 La rigidez mecánica está asociada a la reacción que un material (una capa de material) ofrece a una excitación de tensión externa. La rigidez de compresión está relacionada con una excitación de compresión y la rigidez de flexión está relacionada con una excitación de flexión. La rigidez de flexión está relacionada con el momento de flexión aplicado en la desviación resultante. Por otro lado, la rigidez de compresión o normal está relacionada con la fuerza normal aplicada en la tensión resultante. En una placa homogénea hecha con un material isotrópico, la misma es el producto del módulo elástico E del material y la superficie A de la placa.
- 10 En una placa hecha con un material isotrópico, la rigidez de compresión y de flexión están relacionadas directamente con el módulo de Young del material y es posible calcular una a partir de la otra. No obstante, si el material no es isotrópico, tal como sucede en la mayor parte de los fieltros, ya no es posible aplicar las relaciones que acaban de explicarse, ya que la rigidez de flexión está asociada principalmente al módulo de Young en plano del material, mientras que la rigidez de compresión está asociada principalmente al módulo de Young fuera de plano.
- 15 Por lo tanto, ya no es posible calcular una a partir de la otra. Además, la rigidez de compresión y la rigidez de flexión pueden medirse en condiciones estáticas o dinámicas y, en principio, son diferentes en condiciones estáticas y dinámicas.
- 20 La radiación de ruido desde una capa de material se origina por las vibraciones de la capa ortogonales a su plano y está relacionada mínimamente con la rigidez de compresión dinámica del material. El módulo de Young dinámico de un material poroso se midió con el dispositivo comercializado "Elwis-S" (Rieter Automotive AG), en el que la muestra es excitada mediante una tensión de compresión. La medición realizada usando el dispositivo Elwis-S se describe, por ejemplo, en Transfer function based method to identify frequency dependent Young's modulus, Poisson's ratio and damping loss factor of poroelastic materials. *Symposium on acoustics of poro-elastic materials (SAPEM)*, Bradford, Dic. 2008, de **BERTOLINI, et al.**
- 25 Debido a que estos tipos de medición todavía no se usan de forma general en materiales porosos, no existe una norma oficial NEN o ISO. No obstante, se conocen y usan otros sistemas de medición similares, basados en principios físicos similares, tal como se describe de forma detallada en Polynomial relations for quasi-static mechanical characterization of isotropic poroelastic materials. *J. Acoustical Soc. Am.* 2001, vol.10, no.6, p.3032-3040, de **LANGLOIS, et al.**
- 30 Una correlación directa entre un módulo de Young medido con un método estático y un módulo de Young medido con un método dinámico no es sencilla y, en la mayor parte de casos, carece de sentido, ya que el módulo de Young dinámico se mide en un intervalo de frecuencias (por ejemplo, 300-600 (Hz), que se limita a 0 (Hz) (es decir, en el caso estático).
- 35 En la presente invención, la rigidez de compresión es importante, y no la rigidez mecánica usada normalmente en el estado de la técnica.

Otras mediciones

La resistencia al flujo de aire se midió según ISO9053.

El peso por unidad de superficie y el espesor se midieron usando métodos estándar conocidos en la técnica.

- 40 La pérdida de transmisión (**TL**) de una estructura es una medida de su aislamiento acústico. La misma se define como la relación, expresada en decibelios, entre la potencia acústica incidente en la estructura y la potencia acústica transmitida por la estructura a la cara receptora. En el caso de una estructura de automóvil equipada con una pieza acústica, la pérdida de transmisión no se debe solamente a la presencia de la pieza, sino también a la estructura de acero en la que está montada la pieza. Debido a que es importante evaluar la capacidad aislante acústica de una
- 45 pieza acústica de automóvil independientemente de la estructura de acero en la que la misma está montada, se introduce la pérdida de inserción. La pérdida de inserción (**IL**) de una pieza acústica montada en una estructura se define como la diferencia entre la pérdida de transmisión de la estructura equipada con la pieza acústica y la pérdida de transmisión de la estructura independiente:

$$IL_{pieza} = TL_{pieza+acero} - TL_{acero} \quad (dB)$$

- 50 La pérdida de inserción y el coeficiente de absorción se simularon usando SISAB, un software de simulación numérica para el cálculo de rendimiento acústico de piezas acústicas, basado en el método de matriz de transferencia. El método de matriz de transferencia es un método para simular la propagación del sonido en un medio en capas y se describe, por ejemplo, en A general method for modelling sound propagation in layered media. *Journal of Sound and Vibration*. 1995, vol.193, no.1, p.129-142. de **BROUARD B., et al.**

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 muestra la pérdida de inserción de las muestras A-D.

La figura 2 muestra una vista esquemática de las capas del componente aislante.

5 La figura 3 muestra la absorción de la muestra B y de la muestra D de comparación. Son las mismas muestras que en la figura 1.

La figura 4 muestra un ejemplo de un componente de salpicadero interior, con regiones de aislamiento acústico y regiones de absorción acústica.

La figura 5 muestra un gráfico del módulo dinámico E con respecto al peso por unidad de superficie y el espesor de la capa fibrosa porosa.

10 La figura 6 muestra un gráfico comparativo de la pérdida de inserción de diferentes muestras.

Ejemplos

La figura 1 muestra las curvas de pérdida de inserción de la muestra A-C y de la muestra D de comparación. La pérdida de inserción simulada mostrada es la pérdida de transmisión de las capas múltiples según se define menos la pérdida de transmisión de la placa de acero en la que las mismas están aplicadas.

15 La pérdida de transmisión y la absorción acústica de las diferentes capas múltiples atenuantes acústicas del estado de la técnica fueron simuladas usando parámetros basados en mediciones y fueron comparadas con capas múltiples atenuantes acústicas según la invención. Todas las muestras tienen el mismo espesor total de 25 (mm).

20 Las muestras A y B de comparación son sistemas de masa-resorte clásicos, con la capa de masa conformada a partir de un material de capa pesada de EPDM de 2 y 1 (kg/m^2), respectivamente, y con la capa de desconexión hecha de espuma inyectada. El peso por unidad de superficie total de A es de 3370 (g/m^2), y el de B es de 2370 (g/m^2).

25 La muestra C de comparación está realizada según los principios de EP 1428656, que describe una estructura de capas múltiples que consiste en una capa de espuma y en una capa fibrosa con una película dispuesta entre ambas capas. La capa superior es una capa de fieltro blando tendido al aire con un peso por unidad de superficie de 1000 (g/m^2), un espesor de 6 (mm) y una AFR de 1000 (Nsm^{-3}). El peso por unidad de superficie total de estas capas múltiples es 2150 (g/m^2). Se midió el módulo de Young dinámico, siendo el mismo aproximadamente de 70000 (Pa). Según la ecuación descrita, este material tendrá una frecuencia de radiación aproximadamente de 1700 (Hz). La película usada tiene 0,06 (mm) y es impermeable, la capa de desconexión es de espuma inyectada con un peso por unidad de superficie de 1100 (g/m^2).

30 La muestra D se realizó según la invención, y contiene las mismas capa de desconexión y capa de película que la muestra C de comparación. La capa fibrosa porosa sobre la capa de película estaba hecha de una capa de fieltro rígido comprimido con un peso por unidad de superficie de 900 (g/m^2), un espesor de 6 (mm) y un módulo de Young dinámico de 550000 (Pa). Según la ecuación descrita, este material tendrá una frecuencia de radiación aproximadamente de 7100 (Hz).

35 Las muestras A y B son sistemas de resorte-masa clásicos con un peso por unidad de superficie de la capa pesada de 2 (kg/m^2) y 1 (kg/m^2), respectivamente. El rendimiento del aislamiento es elevado en un intervalo amplio de frecuencias y, por lo tanto, constituye el sistema preferido para usar en la atenuación de ruidos en un coche, no obstante, el sistema es demasiado pesado. Además, el material usado normalmente para la capa pesada, en este caso EPDM, es difícil de reciclar. En términos de peso, el sistema C de absorción acústica es más ligero y, por lo tanto, es preferido. En términos de atenuación de ruidos general, los sistemas A y B de resorte-masa clásicos siguen siendo superiores. En la muestra C de comparación, el material de la primera capa de fieltro empieza a radiar, produciendo por lo tanto ondas sonoras y, de este modo, ruido nuevamente. Esto puede observarse en la curva IL, con un bache aproximadamente a 1600 (Hz), que es la frecuencia de radiación del material usado.

40 En ese momento, se descubrió que, aumentando la rigidez dinámica de la capa superior, de forma específica, aumentando la rigidez de compresión en la dirección fuera de plano de la capa, era posible desplazar la frecuencia de radiación del material a una frecuencia más alta.

45 Seleccionando un material superior fibroso poroso con un peso por unidad de superficie según la ley de masa para aislamiento, y con un módulo de Young dinámico, en el que la frecuencia de radiación del material está fuera del intervalo de frecuencias a atenuar, el material se comportará como un sistema de masa-resorte en el intervalo de frecuencias deseado.

50 Por ejemplo, la muestra D tiene una capa fibrosa porosa sobre la capa de película hecha de una capa de fieltro rígido comprimido, con un peso por unidad de superficie de 900 (g/m^2), un espesor de 3 (mm) y un módulo de Young

dinámico de 550000 (Pa). La misma presenta una pérdida de aislamiento comparable e incluso mejor con respecto a una capa pesada de 1 kg de un sistema de resorte-masa clásico. Y la frecuencia de radiación solamente aparece como un bache aproximadamente a 6300 (Hz). La misma está muy por encima del intervalo de frecuencias normalmente previsto como ruido en un vehículo.

5 El efecto consistente en que una capa de barrera delgada, conjuntamente con una capa superior de fibras porosa con un módulo de Young dinámico al menos de $96 \cdot AW \cdot t$ (Pa) pueden formar una capa de masa con características comparables a un sistema de resorte-masa acústico clásico no depende solamente de la compresión del fieltro. El mismo también puede depender del tipo de material usado y de la cantidad de aglutinante entre los componentes del material, por ejemplo, entre las fibras o la resina y las fibras. Por lo tanto, la ecuación solamente sirve como guía para diseñar un componente según la invención. La frecuencia real que constituye la frecuencia de radiación real puede desviarse de la calculada, no obstante, siempre que aparezca por encima al menos de 4900 (Hz), la misma ya no interferirá con la atenuación de ruidos necesaria y más deseada en los vehículos. En otras aplicaciones, el módulo de Young dinámico mínimo necesario puede ser diferente, no obstante, un experto en la técnica podrá ajustar la ecuación usando la invención como guía.

15 En el estado de la técnica, todas las optimizaciones de atenuación acústica de componentes tienen como objetivo definir la resistencia al flujo de aire al menos de la capa superior de las capas absorbentes. Se ha descubierto que, en el componente según la invención, la frecuencia de radiación o resonancia de la capa de fieltro superior no depende en gran medida de su resistencia al flujo de aire. Se ha descubierto que la resistencia al flujo de aire tiene principalmente una influencia amortiguadora en la pendiente de la pérdida de transmisión en toda la frecuencia medida. El efecto amortiguador es más grande con una mayor resistencia al flujo de aire.

20 La figura 2 muestra una sección transversal esquemática del componente según la invención. Se muestra una capa A de masa que consiste en la capa 2 de barrera delgada y la capa fibrosa porosa según la invención 1 y una capa B de resorte que consiste en una capa de desconexión. Conjuntamente, las mismas forman un sistema de resorte-masa acústico. De acuerdo con ello, en la zona I solamente puede esperarse una característica de aislamiento acústico. En la zona II una capa 4 absorbente adicional se dispone sobre la capa 1 fibrosa porosa, transmitiendo una característica combinada de aislamiento y absorción acústicos. Preferiblemente, es posible disponer una capa 5 de tela adicional sobre la capa absorbente 4 para mejorar incluso de forma adicional el efecto de absorción acústica. Además, el hecho de que la capa fibrosa 1 siga siendo porosa, permitirá obtener por sí misma cierto efecto absorbente, tal como se muestra en la figura 3, comparando la absorción de las muestra B y D de comparación en las terceras bandas del grupo de ocho.

La figura 4 muestra un ejemplo de una pieza de salpicadero interior con dos zonas de atenuación acústica. De forma general, la parte inferior del salpicadero interior es más adecuada para el aislamiento (I), ya que la trayectoria del ruido procedente del motor y las ruedas delanteras a través de la zona inferior es más importante, mientras que la parte superior del salpicadero (II) es más adecuada para la absorción, ya que otros elementos del coche ya proporcionan cierto aislamiento, por ejemplo, el panel de instrumentos. Para conseguir una mejor atenuación acústica general con un componente de salpicadero interior, es posible realizar la totalidad de la pieza como un aislante, con la capa de masa según la invención. En la zona I del componente de la figura, estas zonas solamente contienen el aislante. Además del aislante, en la zona II, la pieza contiene también una capa absorbente adicional en la parte superior para aumentar el efecto de atenuación general de la pieza. Para mejorar incluso de forma adicional la atenuación acústica, también es posible disponer una tela adicional en el elemento absorbente de la zona II. El elemento absorbente adicional puede disponerse en el salpicadero interior como una pieza o como fragmentos independientes.

A continuación, se describe un ejemplo de la manera en que un experto en la técnica puede usar la ecuación para diseñar un componente según la invención. La figura 5 muestra un gráfico del módulo de Young dinámico con respecto al espesor de una capa de masa aislante según la invención. En este caso, se utilizó una capa de fieltro hecha principalmente de algodón reciclado, con un 30% de resina fenólica. Este material se utilizaba hasta hace poco como capa de desconexión o absorbente, principalmente en configuraciones de capas múltiples. En la actualidad, el aglutinante de fenol ya no se aplica en piezas interiores de vehículos, debido a las normas sobre vapores en el interior de los coches. No obstante, el material puede seguir siendo usado en piezas externas del coche, en la zona del vano motor o en camiones. La muestra no se ha seleccionado de forma limitativa, sino como un ejemplo para mostrar cómo se diseña el material según la invención.

Las muestras L1000gsm, L 1200gsm, L1400gsm y L1600gsm muestran el módulo de Young dinámico con un peso por unidad de superficie constante de 1000, 1200, 1400 o 1600 (g/m^2), con respecto al espesor de la capa fibrosa porosa, según $E = AW \cdot 4tv^2$, siendo $v = 5000$ Hz. En la figura 5, las mismas se muestran como líneas rectas. El módulo de Young dinámico de la capa fibrosa porosa con estos pesos por unidad de superficie debería estar por encima de la línea correspondiente para obtener una frecuencia de radiación al menos de 5000Hz.

A1000, A1200 y A1600 muestran el comportamiento del material, es decir, el módulo de Young dinámico de un material de fieltro principalmente de algodón, con un 30% de resina fenólica. En puntos determinados, se midió el módulo de Young dinámico y el comportamiento representado se extrapoló a partir de estas mediciones. Este

material presenta un aumento rápido del módulo de Young dinámico, mostrando ya una frecuencia de radiación por encima de 5000 (Hz) con un peso por unidad de superficie de 1000 (g/m²) y un espesor de aproximadamente 8 (mm). No obstante, debido a las limitaciones de espacio, este espesor no sería preferido en el interior de un coche, por ejemplo, en un salpicadero interior. Aunque en teoría sería posible conseguir el módulo de Young dinámico correcto con densidades mucho más bajas, el peso del componente de capa fibrosa porosa ya no sería suficiente para garantizar que la pieza puede funcionar como una buena pieza aislante.

Las muestras B1200gsm y B1600gsm muestran el módulo de Young dinámico de un material de fieltro principalmente de algodón, con un 30% de resina epoxi. En puntos determinados, se midió el módulo de Young dinámico y el comportamiento representado se extrapoló a partir de estas mediciones. Si se comparan estos datos con los del fieltro con resina fenólica descritos anteriormente, resulta evidente que el material de unión presenta un efecto sobre la rigidez de compresión del material y, de este modo, sobre el módulo de Young dinámico, con un peso por unidad de superficie y un espesor determinados.

La muestra C1400gsm muestra el módulo de Young dinámico de un material de fieltro principalmente de algodón, unido con un 15% de fibras de unión de dos componentes. En puntos determinados, se midió el módulo de Young dinámico y el comportamiento representado se extrapoló a partir de estas mediciones.

En un segundo grupo de muestras, la influencia del material de unión, de forma específica, el tipo y la cantidad de aglutinante, se describe de forma más detallada.

Se descubrió que una muestra EPOXI30% de fieltro de algodón con un 30% de epoxi, con un peso por unidad de superficie medido de 1090 (g/m²) y un espesor de 2,7 (mm), presentaba un módulo de Young dinámico medido de 5,55E5 (Pa), superior al módulo de Young necesario calculado según la invención.

Se descubrió que una muestra EPOXI20% de fieltro de algodón con un 20% de epoxi, con un peso por unidad de superficie medido de 1450 (g/m²) y un espesor de 4 (mm), presentaba un módulo de Young dinámico medido de 2,2E5 (Pa), muy inferior al módulo de Young necesario calculado según la invención.

Se midió una muestra BICO25% de fieltro de algodón con un 25% de fibras de unión de dos componentes, con un peso por unidad de superficie medido de 1040 (g/m²) y un espesor de 2,1 (mm), presentando un módulo de Young dinámico de 5,08E5 (Pa), muy superior al módulo de Young necesario calculado según la invención.

Se descubrió que una muestra BICO15% de fieltro de algodón con un 15% de fibras de unión de dos componentes, con un peso por unidad de superficie medido de 1280 (g/m²) y un espesor de 4 (mm), presentaba un módulo de Young dinámico de 9,91E4 (Pa), muy inferior al módulo de Young necesario calculado según la invención.

En estas muestras, también se simuló la pérdida de inserción. La figura 6 muestra la pérdida de inserción simulada de las muestras, comparándose muestras de 25 (mm) de espesor con una capa superior como la descrita, una película de 70 (µm) y el espesor restante cubierto con espuma como desconector.

Las frecuencias medidas y calculadas de la radiación propia de las muestras aparecen como un bache en las curvas IL. En las muestras EPOXI25% y BICO15%, la frecuencia de radiación medida fue de 3150 y 1600 (Hz), ambas en la zona de interés para la atenuación acústica en un coche. Asimismo, la frecuencia de radiación medida de EPOXI30% y BICO25% fue en ambos casos de aproximadamente 6300 (Hz), fuera de la zona de interés en la industria del automóvil.

Asimismo, tal como puede deducirse a partir de los materiales descritos, algunos materiales no resultan adecuados para conformar la capa de masa según la invención, básicamente porque los mismos deben ser comprimidos hasta un espesor que ya no es posible alcanzar o a cambio de aplicar fuerzas de presión extremadamente altas, haciendo que el proceso ya no sea económico. No obstante, ajustando la relación entre el material de unión y el material fibroso, el material de unión usado y el peso por unidad de superficie y/o el espesor, es posible diseñar materiales adecuados para su uso como una capa de masa fibrosa porosa según la invención.

El componente aislante acústico, ya sea un aislante o una combinación de aislante y elemento de absorción, con características de masa-resorte acústicas, con una capa de masa que consiste en una capa fibrosa porosa con un módulo de Young dinámico E al menos de 96-AW·t (Pa) y una capa de barrera delgada impermeable al aire, estando dispuesta la capa de barrera delgada entre la capa fibrosa y la capa de desconexión y estando laminadas todas las capas entre sí, puede ser usado en un coche, por ejemplo, como un salpicadero interior como el descrito anteriormente. No obstante, el mismo también puede ser usado para cubrir el suelo, ocasionalmente con una capa decorativa o una capa de alfombra sobre el mismo, siendo preferiblemente la capa de alfombra un sistema poroso, por ejemplo, una alfombra con mechones o una alfombra no tejida. El mismo también puede ser usado en recubrimientos para las ruedas exteriores o interiores. Todas las aplicaciones pueden ser usadas en vehículos como un coche o un camión.

Leyendas de las figuras

I. Zona aislante

II. Zona aislante y absorbente combinada

A Capa de masa que comprende al menos

1. capa porosa fibrosa
2. capa de barrera delgada

5 B Capa de resorte que comprende al menos

3. Capa de desconexión

Capas adicionales:

4. Capa absorbente
5. Capa de tela

REIVINDICACIONES

- 5 1. Componente aislante acústico con características de masa-resorte acústicas, que comprende una capa de masa y una capa de desconexión, caracterizado porque la capa de masa consiste en una capa fibrosa porosa con un módulo de Young dinámico E al menos de $96 \cdot AW \cdot t$ (Pa), siendo AW el peso por unidad de superficie (g/m^2) y siendo t el espesor (mm) de la capa fibrosa porosa, y una capa de barrera delgada impermeable al aire, en el que la capa de barrera delgada está dispuesta entre la capa fibrosa y la capa de desconexión y todas las capas están laminadas entre sí.
- 10 2. Componente aislante acústico según la reivindicación 1, en el que el AW de la capa fibrosa es entre 500 y 2000 (g/m^2).
- 15 3. Componente aislante acústico según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el espesor t de la capa fibrosa es entre 1 y 10 (mm).
4. Componente aislante acústico según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, al menos parcialmente, una capa absorbente adicional está dispuesta en la capa fibrosa porosa.
5. Componente aislante acústico según la reivindicación 4, en el que al menos la capa absorbente está cubierta por una capa de tela.
6. Componente aislante acústico según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa fibrosa porosa está cubierta al menos parcialmente por una capa de tela.
- 20 7. Componente aislante acústico según una de las reivindicaciones anteriores, en el que una capa decorativa o una capa de alfombra, preferiblemente una alfombra con mechones o una alfombra no tejida, está dispuesta en la capa fibrosa porosa.
8. Uso del componente aislante acústico como un aislante o como una combinación de aislante y elemento absorbente, según una de las reivindicaciones anteriores, como un componente de automóvil, tal como un salpicadero interior, una cubierta de suelo o un paso de rueda de un vehículo, tal como un coche o un camión.

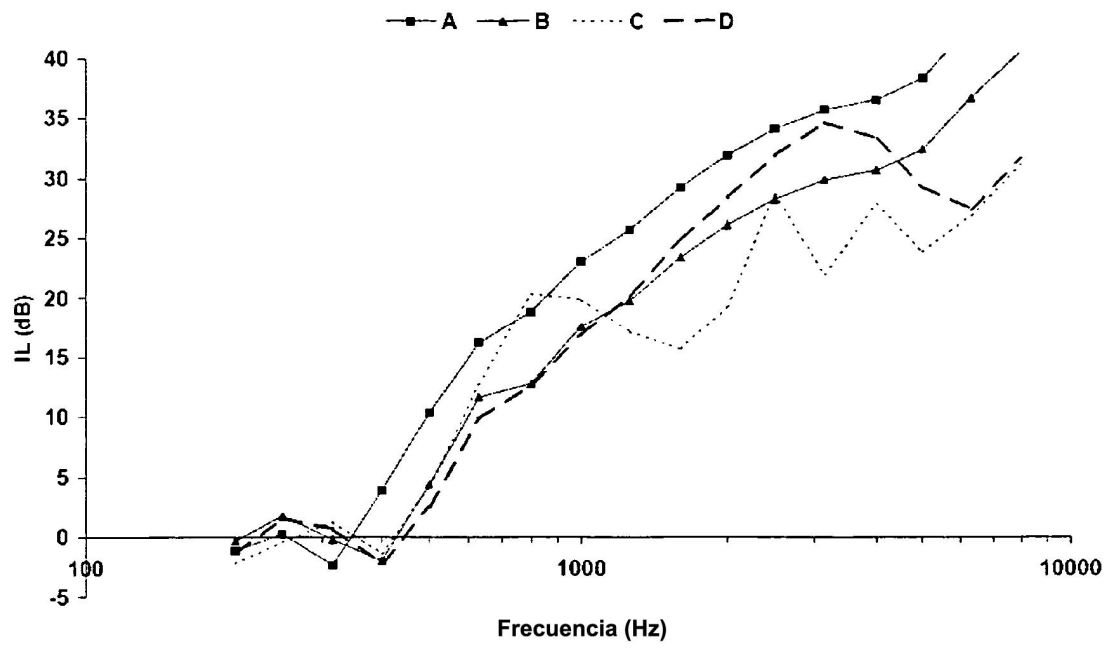


Fig. 1

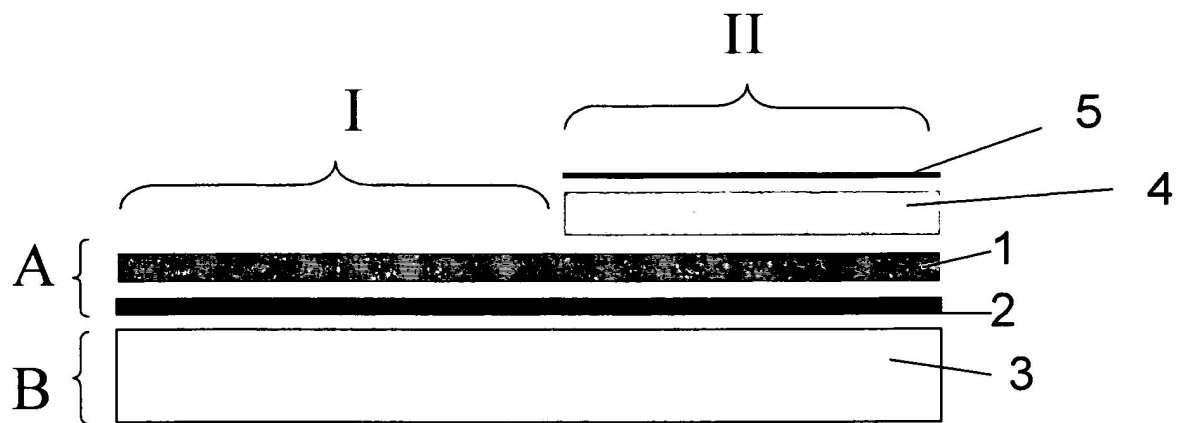


Fig. 2

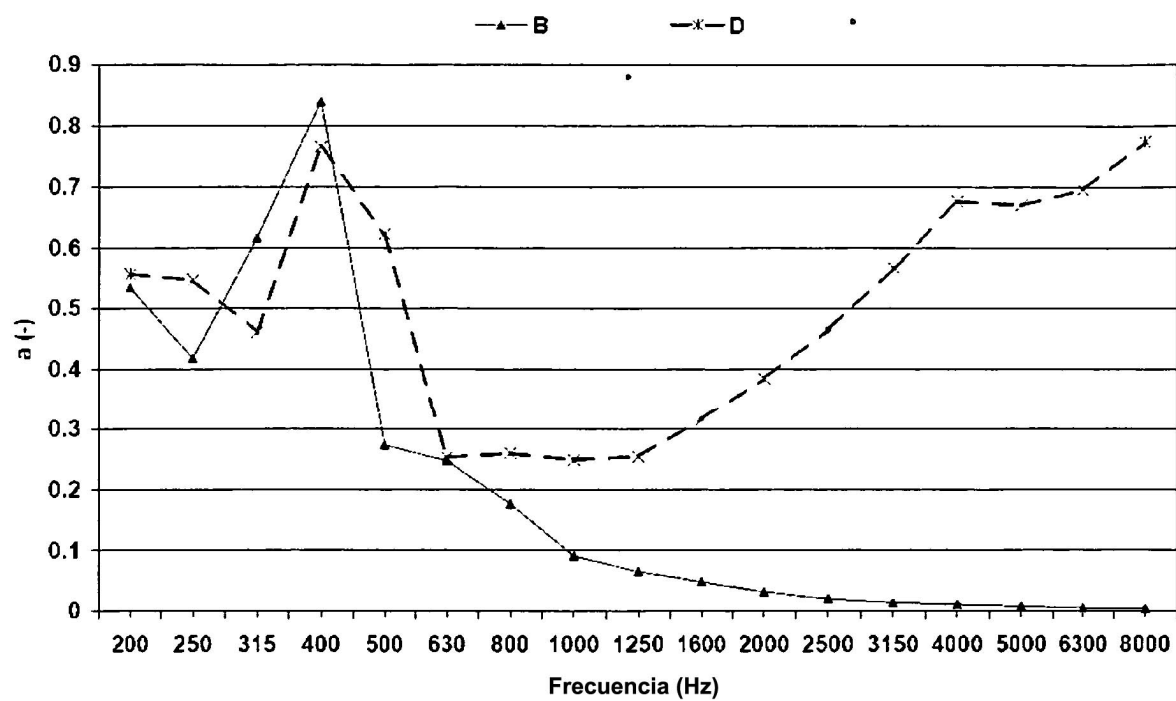


Fig. 3

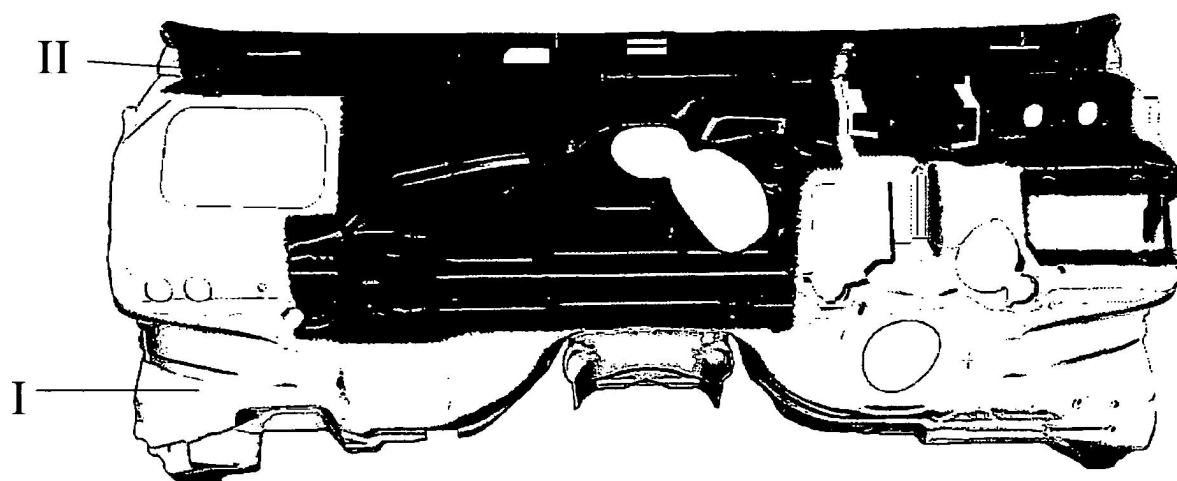


Fig. 4

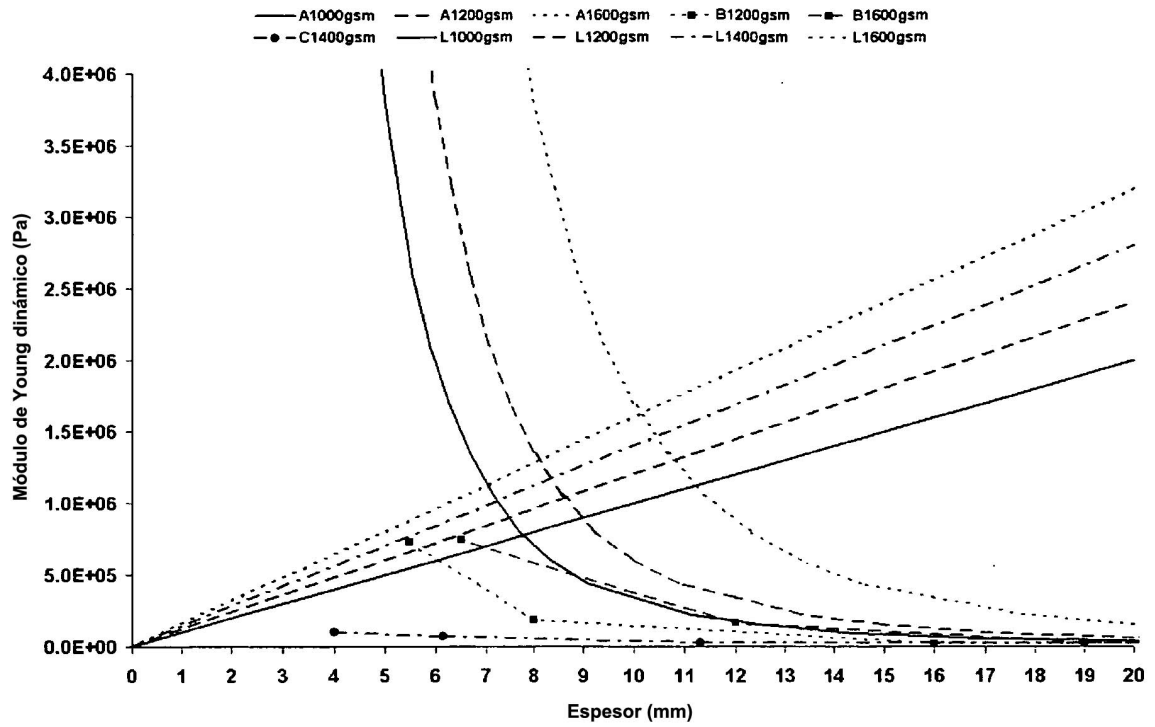


Fig. 5

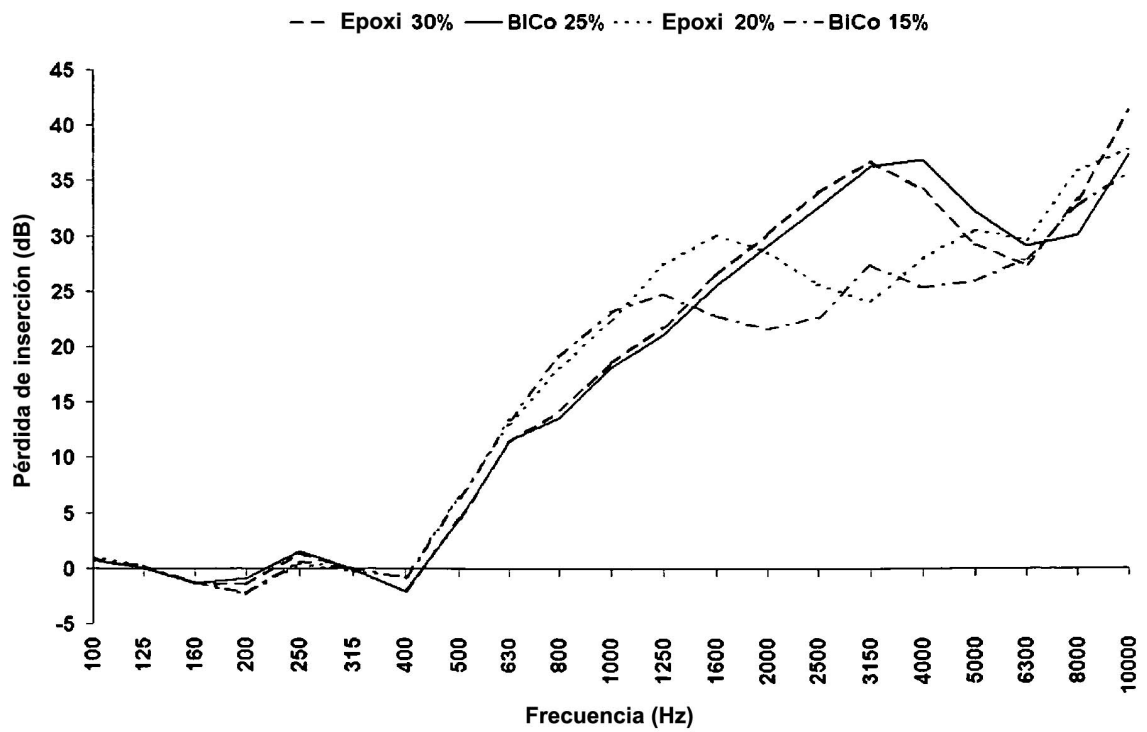


Fig. 6