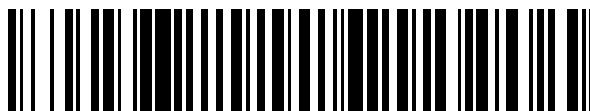


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 222 296**

51 Int. Cl.:

**E04F 13/00** (2006.01)

**E04F 15/02** (2006.01)

**E04F 15/20** (2006.01)

**B32B 27/32** (2006.01)

**B32B 27/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

96 Número de solicitud europea: **01117926 .4**

96 Fecha de presentación: **24.07.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1219760**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.07.2002**

54 Título: **Sistema compuesto de protección acústica para superficies de delimitación de espacios**

30 Prioridad:  
**29.12.2000 EP 00128689**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **01.02.2005**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **30.04.2012**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **30.04.2012**

73 Titular/es:  
**TROCELLEN GMBH  
MULHEIMER STRASSE 26  
53840 TROISDORF, DE**

72 Inventor/es:  
**Elsässer, Manfred**

74 Agente/Representante:  
**de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 222 296 T5

**DESCRIPCIÓN**

Sistema compuesto de protección acústica para superficies de delimitación de habitaciones

5 Es conocido según la física de la construcción, que en las obras sólo se puede conseguir una protección suficiente contra el ruido de las pisadas, manteniendo realistas al mismo tiempo las masas de los componentes, mediante componentes de varias envueltas – en general de dos envueltas – o mediante la combinación de pesadas cubiertas de separación de una sola envuelta con recubrimientos pisables elásticos blandos. Las cubiertas de separación de dos envueltas están realizadas en general en forma de pavimentos  
10 flotantes y requieren por tanto generalmente alturas constructivas relativamente grandes, que en particular en la rehabilitación de construcciones antiguas con alturas de conexión generalmente predeterminadas son prácticamente imposibles de realizar. Para el cálculo de la masa de mejora  $VM_{\text{erf}}$  del ruido de las pisadas necesaria para la protección contra ruido de pisadas mínima de la estructura en conjunto de estructuras de cubierta de varias capas, no en todos los países europeos se pueden utilizar recubrimientos  
15 pisables elásticos blandos. Además, los mismos son parcialmente inapropiados o inaceptables para su aplicación en particular en zonas húmedas (baños).

En los últimos tiempos, por el contrario, se emplean cada vez más recubrimientos de suelos y revestimientos de paredes relativamente delgados, rígidos, por ejemplo de madera o de placas de papel prensado en formato de tablas con superficies extremadamente duras, por ejemplo también de estratificados de  
20 plástico. El comportamiento de estos recubrimientos de suelo o de pared – que actúan como de una sola envuelta – es en gran medida crítico y subjetivamente desagradable desde el punto de vista de la radiación acústica en la propia habitación que se pisa.

25 Las tablas de suelo, que son pegadas directamente sobre una cubierta en bruto, ofrecen en efecto las mejores condiciones previas desde el punto de vista de la radiación acústica en la habitación, pero no cooperan casi nada a la amortiguación del ruido de las pisadas, por lo que en la práctica de la construcción (al menos en los países DACH, Alemania, Austria y Suiza) su tendido debe hacerse necesariamente sobre pavimentos flotantes.

30 Es conocido que, en unión con pavimentos “flotantes”, se puede conseguir una buena amortiguación del ruido de las pisadas, y por tanto buena protección contra el ruido de las pisadas, si se emplean capas de aislamiento acústico con una rigidez dinámica por debajo de  $30 \text{ MN/m}^3$  (véase para ello por ejemplo “Schall-Wärme-Feuchte, Grundlagen, Erfahrungen und praktische Hinweise für den Hochbau”, de K.  
35 Gösele/W. Schüle, 9ª edición, Bauverlag GmbH, Wiesbaden y Berlín, 1991, apartado 5.5.2 Fussböden, páginas 97-101).

Es esencial que, según opiniones especializadas vigentes, la mejora del aislamiento en aire y del ruido de las pisadas es tanto más alta cuanto menor es la rigidez dinámica  $s'$  de la capa de aislamiento acústico y  
40 cuanto mayor es la masa  $m'$  referida a la superficie de la placa distribuidora de carga. Para una masa referida a la superficie de la placa distribuidora de carga de  $50 \text{ kg/m}^2$  por ejemplo, la rigidez dinámica de la capa de aislamiento acústico debe ser como máximo de  $30$  a  $50 \text{ MN/m}^3$  según la clase de cubierta en bruto, para una mejora suficiente del aislamiento acústico en aire de cubiertas en edificios de viviendas,

entre otros. Se consigue por tanto simultáneamente también la mejora requerida del aislamiento del ruido de las pisadas (véase para ello "Schallschutz + Raumakustik in der Praxis" de W. Fasold/E. Veres, Verlag für Bauwesen, Berlín, edición 1998, páginas 306-307).

- 5 De la misma fuente se puede deducir también que, en placas distribuidoras de carga de pavimentos de asfalto fundido y secos, para conseguir reducciones del ruido de las pisadas comprobadas de  $\Delta L_w$  de aproximadamente 20 dB para masas  $m'$  referidas a superficie entre solamente 5 y 60 kg/m<sup>2</sup>, los valores de las rigideces dinámicas de los materiales aislantes deberían estar entre 18 y 50 MN/m<sup>3</sup>. Como la rigidez dinámica según

10

$$(1) \quad s' = \frac{E}{d}$$

- 15 carga puntual y a su estanqueidad a los gases posee también para uso permanente una posibilidad de utilización en el campo de la es una función del módulo de elasticidad E del material y del espesor d de la capa de material considerada, tales rigideces de material se pueden conseguir con materiales aislantes usuales en el mercado, aparte de pocas excepciones, pero sólo con un espesor suficiente, más bien grande.

- 20 Los suelos de tablas distribuidoras de carga presentan masas referidas a superficie notablemente más bajas que los citados pavimentos flotantes. En caso de tendido directamente sobre capas de aislamiento acústico apropiadas sobre la cubierta en bruto, según los conocimientos vigentes todavía hoy en día, que por ejemplo se reflejan idénticamente en cuanto a su contenido tanto en la Norma vigente correspondiente ÖNORM B 8115 (véase Fig. 1), ÖNORM B 8115-4, edición 1992, tabla 12, como en la reelaboración en curso de dicha norma (propuesta ÖNORM B 8115-4, versión de 2 de mayo 2001, tabla 16), es decir que
- 25 para conseguir una reducción de ruido de pisadas comprobada correspondiente se requieren rigideces dinámicas  $s'$  de materiales aislantes tendidos en toda la superficie menores de o como máximo iguales a 10 MN/m<sup>3</sup>.

- 30 Combinaciones según el estado actual de la técnica formadas generalmente por varias capas para su empleo debajo de o en unión con revestimientos o recubrimientos de suelos se publican por ejemplo en los documentos EP 0 653 527 A, DE 197 22 513, DE 298 09 767 U, CH 645 150, EP 1 001 111, EP 0 864 712 o DE 196 37 142.

- 35 Según la Solicitud de Patente Europea N° 00128689.7 (= EP 1 113 122 A), es conocido un sistema compuesto de protección acústica, que mediante la combinación de una placa distribuidora de carga delgada, relativamente ligera, con una capa de amortiguación acústica, así como con una capa de aislamiento acústico dimensionado especialmente, en particular una lámina de burbujas de aire, permite obtener las ventajas de diseños de dos envueltas también para superestructuras de suelos con masas superficiales comparativamente pequeñas de las capas individuales, y que por tanto se considera como publicado.

Como inconveniente se presenta la limitación de la rigidez dinámica de esta capa de aislamiento acústico a como máximo  $20 \text{ MN/m}^3$ , preferentemente a como máximo  $10 \text{ MN/m}^3$ .

5 En la Solicitud del Modelo de Utilidad Alemán N° 201 09 885.7 se describe una lámina de burbujas de aire formada por bandas de lámina con materiales de barrera, que debido a su elevada capacidad de construcción.

10 Un sistema de amortiguación para la amortiguación de vibraciones y para la reducción de radiaciones acústicas en automóviles o aviones y en barcos es conocido por ejemplo según la memoria de la Patente US 4.860.851. El sistema consiste en una o varias capas de material deformable que debe absorber las vibraciones que se producen y eliminarlas por disipación. En el lado opuesto a una causa de vibraciones se encuentra una capa dura, poco compresible, o en construcción de buques también agua como líquido incompresible, que limita en lo posible las vibraciones a la estructura a amortiguar. La eliminación de las vibraciones mecánicas se efectúa dentro de la una o varias capas mediante una elección apropiada de los valores de los factores de pérdida. Los sistemas de amortiguación de este tipo son, debido a diferentes planteamientos del problema, poco apropiados como sistemas de protección contra ruido para superficies de delimitación de habitaciones en el campo de la construcción, porque aquí no es posible una inclusión comparable, completamente envolvente, del generador de ruido, por ejemplo un tacón de zapato, con capas amortiguadoras y aislantes.

20 Los sistemas de protección acústica para superficies de delimitación de habitaciones según el estado actual de la técnica tienen por tanto el inconveniente de que, para una reducción de la radiación en la habitación y una reducción del ruido de las pisadas correspondientemente comprobada hay que aceptar a cambio espesores de capas mayores, o bien sólo se pueden conseguir menores reducciones del ruido de las pisadas.

30 La realización de un sistema de protección acústica, que posea un espesor pequeño y sin embargo una buena amortiguación del ruido de las pisadas, para su empleo bajo revestimientos de suelos rígidos y revestimientos de cubiertas plantea una necesidad existente desde hace largo tiempo. Debido a las opiniones técnicas vigentes hasta ahora, las capas de amortiguación acústica con elevadas rigideces dinámicas no eran utilizables, o lo eran sólo muy limitadamente, para este fin.

35 La invención se ha planteado por tanto el problema de obtener un sistema compuesto de protección acústica, que reduzca la radiación en la habitación y que mejore también la protección contra el ruido de las pisadas, a saber en particular en el caso de recubrimientos pisables o bien revestimientos de paredes o cubiertas. Además, debido a la capacidad de utilización requerida bajo revestimientos, el espesor total del sistema compuesto de protección acústica se debe mantener limitado.

40 Ese problema se resuelve mediante la combinación de las características señaladas en la reivindicación 1. En las características de las reivindicaciones subordinadas se representan desarrollos y mejoras de la idea de la invención. Cuando en la presente Solicitud se habla de protección contra el ruido de las pisadas, en el caso de revestimientos de paredes y cubiertas, por lo demás hay que considerar lógicamente también siempre la protección acústica.

La invención se basa en la idea de que, mediante una combinación apropiada y específica de factor de pérdidas a flexión  $\tan \partial_f$  y factor de pérdidas a dilatación monoaxial  $\tan \partial_c$  en las capas de un sistema compuesto de protección acústica, se pueden alcanzar, sorprendentemente, también rigideces dinámicas más allá del valor de  $50 \text{ MN/m}^3$  y permitir por tanto espesores de capa menores, que lo conocido anteriormente según el estado actual de la técnica.

Estos dos parámetros empleados para la descripción del sistema compuesto de protección acústica de al menos dos capas, que como factores de pérdidas caracterizan el comportamiento disipativo del sistema, son:

- el factor de pérdidas a flexión  $\tan \partial_f$  de la capa de amortiguación dispuesta directamente debajo de las tablas del suelo para las vibraciones de flexión de las tablas del suelo generadas al andar (no teniendo las vibraciones de espesor del sistema “tablas + capa de amortiguación” prácticamente importancia alguna), y
- el factor de pérdidas a dilatación monoaxial  $\tan \partial_c$  de la capa de aislamiento (del ruido de las pisadas) situada debajo de la capa de amortiguación; para ésta es válido

$$(2) \quad \tan \partial_c = \frac{L^*_c}{L''_c}$$

ésta es por tanto la relación del módulo de pérdidas a dilatación monoaxial  $L^*_c$  al módulo de acumulación a dilatación monoaxial  $L''_c$  que describe las propiedades de amortiguación respecto a las vibraciones de espesor de las tablas del suelo ocasionadas al andar.

Los dos factores de pérdidas influyen en su cooperación conjunta sobre el comportamiento de amortiguación del sistema global y en consecuencia tanto sobre el aislamiento del ruido de las pisadas como sobre el comportamiento de radiación de las tablas del suelo respecto al ruido en el aire en la habitación.

Este conocimiento, sorprendente también para el experto en la técnica, incluye que las leyes conocidas, utilizadas hasta ahora, de la reducción del ruido de las pisadas por materiales aislantes para tablas de suelo delgadas tampoco son plenamente válidas, si los materiales aislantes empleados para la protección contra el ruido de las pisadas tienen un factor de pérdidas a dilatación monoaxial  $\tan \partial_c$  mayor de 0,17. En este caso, para mantener valores comprobados de reducción del ruido de las pisadas  $\Delta L_w$  mayores de 15 dB todavía aceptables, y en contra de la opinión existente del mundo especializado para su posibilidad de realización, la rigidez dinámica  $s'$  de la capa aislante acústica debe presentar valores superiores a  $50 \text{ MN/m}^3$ , en el supuesto de que las tablas del suelo hayan sido combinadas en primer lugar con una capa de amortiguación con un factor de pérdidas de las ondas de flexión  $\tan \partial_f > 0,08$ . Ahora bien, estas elevadas rigideces se deben conseguir incluso con espesores del material aislante relativamente pequeños de sólo algunos milímetros, lo que es gran importancia, también económica, en particular en combinación con un posterior montaje de tablas de suelo, por ejemplo en el caso de rehabilitaciones.

Si el factor de pérdidas a dilatación monoaxial  $\tan \partial_c$  de la capa aislante acústica supera el de los materia-

les aislantes usuales en el mercado, por ejemplo de fibras minerales o poliestirol, en este caso especial la importancia de la rigidez dinámica  $s'$  de la capa aislante acústica, determinante por lo general, pierde significación frente a la influencia de la amortiguación de las vibraciones de espesor que se pueden alcanzar mediante la misma. Por tanto, se pueden obtener los mismos resultados incluso con materiales  
 5 cuyas rigideces dinámicas son mucho mayores que  $s' = 50 \text{ MN/m}^3$ .

El sistema compuesto de dos capas permite la optimización del comportamiento de amortiguación respecto a la radiación de ruido en la habitación. La capa de aislamiento acústico asume, además del papel amortiguador de vibraciones optimizado respecto a las tablas del suelo radiantes de ruido, también las  
 10 “propiedades elásticas” para el sistema de dos envueltas de actuación técnica acústica formado por

- tablas de suelo (como placa distribuidora de carga delgada con una masa superficial pequeña), y
- cubierta en bruto.

La frecuencia de resonancia propia de este sistema resorte-masa viene determinado en medida importante, además de por las dos masas individuales, por la rigidez dinámica del material dispuesto ente la placa distribuidora de carga y la cubierta en bruto, y según el estado actual de la técnica debería valer, a ser posible, menos de 85 Hercios. Se puede garantizar con ello que mediante el sistema acoplado resorte-masa se aplicará la menor cantidad posible de energía de excitación a choque como excitación local debida a las pisadas sobre las tablas del suelo en la propia cubierta en bruto, y será radiada nuevamente a  
 15 las habitaciones próximas (verticales y horizontales) como ruido en el aire.

Si el sistema de protección acústica según la invención se combina con suelos de tablas, ambos forman en conjunto una placa distribuidora de carga, que en el sentido de la deseada optimización – y como diferencia respecto a pavimentos flotantes más macizos – representa una “verdadera” envuelta blanda a flexión. Esto ocasiona por una parte que el comportamiento de radiación de las tablas del suelo en la habitación objeto de pisadas no sólo sea determinado claramente por la amortiguación de las vibraciones de flexión de las tablas gracias a la capa de amortiguación del sistema de protección acústica colindante con ellas, sino que sea influido en particular y muy sustancialmente también por la amortiguación adicional de las vibraciones del espesor del sistema de recubrimiento pisable mediante el factor de pérdidas a dilatación monoaxial  $\tan \delta_c$  de los materiales de protección contra el ruido de las pisadas empleados para  
 20 suelos de tablas en el sistema de protección acústica según la invención.

Mediante la capa de amortiguación hecha de materiales de densidad muy elevada, dispuesta adosada, en su caso pegada, al lado inferior del recubrimiento pisable se aumenta de manera tan decisiva la masa relativa a la superficie del delgado recubrimiento pisable – o también en el caso de aplicación de un delgado revestimiento de pared, la masa del mismo – que en unión con la rigidez dinámica apropiada de la capa activa técnicamente contra el ruido de las pisadas del sistema compuesto de protección acústica y en combinación con infraestructuras macizas (también en el caso de paredes y cubiertas) se consigue un valor de la frecuencia de resonancia del sistema global tan bajo, que éste es también básicamente activo  
 35 técnicamente contra el ruido en el aire o se puede emplear como absorbedor de placas que absorbe el ruido para fines acústicos en las habitaciones.

El sistema compuesto de protección acústica según la invención no sólo se puede emplear para recubri-

mientos de suelos de placas de papel prensado, sino en principio también para recubrimientos de paredes y cubiertas, así como en todas las superestructuras de suelos sin pavimento flotante, en particular los provistos de recubrimientos pisables distribuidores de cargas.

5 La invención se explica en detalle, a título de ejemplo, con ayuda de los dibujos adjuntos. En concreto muestran:

- Fig. 1 una masa de mejora del ruido de las pisadas de pavimentos flotantes en función de la masa del pavimento y de la rigidez dinámica de la capa de amortiguación acústica según la opinión técnica vigente;
- 10 Fig. 2 la estructura de capas esquemática de un sistema de protección acústica según la invención;
- Fig. 3 la estructura de capas esquemática del sistema de protección acústica con inclusión de un bloqueo o freno de amortiguación;
- Fig. 4 la representación esquemática de una disposición alternativa de las capas con una integración de la capa amortiguadora en la capa de revestimiento;
- 15 Fig. 5 la representación esquemática de la utilización de una lámina de burbujas de aire como capa amortiguadora acústica del ruido de las pisadas, y
- Fig. 6a-c, en forma de tablas, los datos físicos y los efectos del sistema compuesto de protección acústica según la invención, junto a datos físicos para algunos sistemas según el estado actual de la técnica.
- 20

En Fig. 1 se representa la masa de mejora  $\Delta L_W$  del ruido de las pisadas como función de la masa del pavimento  $m'$  referida a la superficie y de la rigidez dinámica  $s'$  del material aislante. Este desarrollo representa la opinión técnica vigente y forma entre otras cosas la base de la norma vigente ÖNORM B 8115 y se contiene también en la reelaboración en curso según propuesta ÖNORM B 8115-4, versión de 2 de mayo 2001, tabla 16. La acción amortiguadora del ruido de las pisadas de un pavimento flotante es tanto mayor cuanto menor es la rigidez dinámica  $s'$  de la capa de aislamiento acústico y cuanto mayor es la masa  $m'$  referida a la superficie del pavimento. Las curvas en línea continua se refieren a pavimentos de cemento y sulfato cálcico, las curvas en línea de trazos y puntos a pavimentos de asfalto fundido y secos (imagen de "Schall-Wärme-Feuchte, Grundlagen, Erfahrungen und praktische Hinweise für den Hochbau", de K. Gösele/W. Schüle, 9ª edición, Bauverlag GMBH, Wiesbaden y Berlín, 1991, Figura 5.60).

25

30

Fig. 2 muestra la estructura de capas esquemática de un sistema de protección acústica según la invención. Sobre una superficie de delimitación U de la habitación puede estar dispuesto el sistema de protección acústica con una sucesión de capas de capa de revestimiento V, capa de amortiguación D y capa de aislamiento acústico S. La capa de amortiguación D puede ser tendida suelta, pero también ser unida fijamente, por ejemplo mediante pegado, bien con el lado inferior de la capa de revestimiento V, y/o con el lado superior de la capa de aislamiento acústico S, cuyo lado inferior se apoya sobre la superficie de delimitación U de la habitación.

35

40

Fig. 3 muestra una posible inclusión de un freno de amortiguación o bien bloqueo de amortiguación B – en su caso en forma de una lámina de calefacción o adicionalmente a una lámina de calefacción – entre la capa de revestimiento V y la capa de amortiguación D de la estructura de capas según la invención.

Fig. 4 muestra otra disposición posible de la capa de amortiguación D. La capa de amortiguación D puede estar configurada también como núcleo de la capa de revestimiento V o, tal como se representa aquí, estar dispuesta entre dos de sus capas V1, V2.

5

Fig. 5 representa esquemáticamente el empleo de una lámina L de burbujas de aire como capa de aislamiento acústico. La lámina de burbujas de aire consta de una banda de lámina L1 capaz de ser estirada profundamente y de una banda de lámina de cubierta L2 como capa de aislamiento acústico. Estas dos bandas de lámina constan a su vez de una pluralidad de capas, por ejemplo co-extrudidas, en las que para mejorar la estanqueidad a los gases pueden estar insertados también materiales de barrera. Las burbujas L3 de la lámina L de burbujas de aire pueden estar llenas con un gas inerte, por ejemplo argón, o una mezcla de gases inertes, por ejemplo argón-nitrógeno.

10

Las relaciones de espesor que se aprecian en Fig. 2 – Fig. 5 no deben entenderse en sentido limitativo. Así por ejemplo, la capa de revestimiento V puede estar configurada más delgada (por ejemplo, como placa de fibra dura de 5 mm de espesor o como capa estratificada, siempre que sólo actúe como distribuidora de cargas) o más gruesa que la capa de amortiguación D. Si se elige una capa de revestimiento V relativamente delgada, la capa de amortiguación D se configura como capa soporte (sustancialmente más gruesa), que mediante una elección especial de materiales de carga se puede optimizar en cuanto a las propiedades a conseguir.

15

20

En Fig. 6a-c se representan en forma de tablas parámetros y valores de medición para 4 combinaciones de capas diferentes según la invención como N° 1 a N° 4. Para comparación se señalan los datos físicos de sistemas de varias capas según el estado actual de la técnica como N° 5 (documento DE 197 22 513), N° 6 (documento DE 198 37 142) y N° 7 (documento EP 0 864 712). Estos sistemas según el estado actual de la técnica no se incluyeron en las mediciones.

25

Para todas las variantes según la invención sirve como base una cubierta en bruto de hormigón armado de 20 cm de espesor, y se emplea en cada caso una tabla estratificada rígida, acústicamente dura, hecha de una placa de fibra de alta densidad con recubrimiento estratificado de plástico de 1 mm, a saber con un espesor total de 7,6 mm. Las combinaciones de capas constan en concreto de

30

- la tabla de estratificado, la lámina amortiguadora de 0,9 mm de la Firma TARKETT SOMMER, Luxembourg S.A. y una lámina de burbujas de aire de 4 mm de material de alta barrera (combinación de capas N° 1);
- la tabla de estratificado, una lámina amortiguadora de 1,9 mm de la Firma TARKETT SOMMER, Luxembourg S.A. y una lámina de burbujas de aire de 4 mm Haiakawa L55 de 4 mm con espacios intermedios llenos (combinación de capas N° 2);
- la tabla de estratificado, una lámina amortiguadora de 1,9 mm de la Firma TARKETT SOMMER, Luxembourg S.A. y una capa de 3 mm de espesor de espuma reciclada nueva POER 310 de la Firma Greiner (combinación de capas N° 3);
- la tabla de estratificado, una lámina amortiguadora de 3,3 mm de la Firma TARKETT SOMMER, Luxembourg S.A., una lámina de burbujas de aire de 4 mm Haiakawa L45 de 4 mm con espacios intermedios llenos, y un velo de 2 mm (combinación de capas N° 4).

35

40

Los ensayos de laboratorio realizados para la medición de los datos físicos y de los efectos del sistema compuesto de protección acústica según la invención se llevaron a cabo según la Norma vigente para ello  
 5 ÖNORM EN ISO 621, Plásticos, determinación de propiedades mecánicas dinámicas, Edición 1 de mayo 1996, siendo determinante la parte 1 (Fundamentos generales) y en relación con el factor de pérdidas a flexión la parte 3, vibraciones a flexión, procedimientos de curvas de resonancia.

Se ha observado con ello que el valor numérico determinado según las técnicas de medición de la característica  $\tan \partial_f$  de la probeta depende muy fuertemente de la relación de espesores elegida de la propia  
 10 lámina de amortiguación y del material soporte básicamente necesario. Por el contrario, la anchura de la probeta no tiene importancia alguna. El valor medido de  $\tan \partial_f$  como relación de la parte real y de la parte imaginaria del módulo E de la probeta refleja el comportamiento de amortiguación de la combinación global ensayada; tanto en la parte real como en la parte imaginaria se encuentra por tanto la suma de las componentes individuales correspondientes de estas características de las dos capas respectivas en  
 15 cuestión de la probeta. La parte imaginaria del fleje de acero como parte soporte es pequeña y se puede despreciar prácticamente siempre, pero no así la parte real del módulo E del fleje de acero.

La caracterización indirecta del factor de pérdidas a flexión del material de la capa de amortiguación se llevó a cabo empleando una disposición de ensayo para el procedimiento B según la Norma de ensayo  
 20 ÖNORM EN ISO 6721-3, Edición de 1 de mayo 1996 para una temperatura de 20° Celsius así como con ayuda del valor  $\tan \partial_f$  determinado según dicha Norma para la “primera vibración básica” de una probeta de 150 mm de longitud con la estructura lámina de amortiguación + fleje de chapa de acero de 0,5 mm (9 mm de anchura).

De la comparación de las reducciones del ruido de las pisadas  $\Delta L_w$  [dB] de las 4 combinaciones de capas según la invención descritas se deduce - en unión con las diferentes rigideces dinámicas - la inesperada  
 25 gran influencia de los efectos de amortiguación en relación con el recalado/dilatación monoaxial (“vibración de espesor”) del sistema de protección acústica. En este tipo de funcionamiento especial en unión con tablas de suelos, la en principio esperada importancia de la rigidez dinámica de la capa de amortiguación acústica pierde evidentemente significado respecto a la influencia de las amortiguaciones de las  
 30 vibraciones de espesor que se pueden alcanzar mediante la misma. Se consigue con ello una reducción correspondiente del ruido de las pisadas para combinaciones especiales de rigidez dinámica  $s'$  y factor de pérdidas a dilatación monoaxial  $\partial_c$  de la capa de amortiguación acústica:

- un factor de pérdidas a dilatación monoaxial  $\tan \partial_c < 0,17$  y una rigidez dinámica  $s' < 50 \text{ MN/m}^3$ ,  
 35 preferentemente  $s' < 30 \text{ MN/m}^3$ ; esto es válido para la combinación de capas N° 1,
- un factor de pérdidas a dilatación monoaxial  $\tan \partial_c \geq 0,17$  y una rigidez dinámica  $s' \geq 50 \text{ MN/m}^3$ , preferentemente  $s' > 150 \text{ MN/m}^3$ ; esto es válido para las combinaciones de capas N° 2, N° 3 y N° 4.

La capa de amortiguación D presenta preferentemente una densidad mayor de  $2000 \text{ kg/m}^3$ , e independientemente de ello una rigidez dinámica  $s' > 150 \text{ MN/m}^3$ . Los materiales de carga minerales contenidos  
 40 opcionalmente en la capa de amortiguación D pueden ser cal y sulfato de bario, y los plastificantes empleados aquí pueden ser aceites minerales.

Es posible insertar, entre la capa de revestimiento V y la capa de amortiguación D, un freno de amortiguación o bloqueo de amortiguación B en forma de una lámina de calefacción.

- 5 La capa de amortiguación acústica puede poseer una rigidez dinámica  $s'$  mayor de  $150 \text{ MN/m}^3$ , y/o densidades entre  $250 \text{ kg/m}^3$  y  $600 \text{ kg/m}^3$ , en particular entre  $300$  y  $500 \text{ kg/m}^3$ . El espesor de esta capa es preferentemente de aproximadamente  $4 \text{ mm}$ . En el caso de que la lámina de amortiguación acústica S esté realizada como lámina de burbujas de aire, ésta puede presentar al menos una capa intermedia.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema compuesto de protección acústica para una superficie de delimitación (U) de habitaciones, que comprende
- 5 (I) un revestimiento (V) de suelo, pared o cubierta,  
 (II) una capa de amortiguación (D) que se conecta al respectivo revestimiento (V), y  
 (III) una capa aislante acústica (S) que se conecta a la superficie de delimitación (U) de habitaciones, caracterizado porque
- 10 a) la capa de amortiguación (D) presenta un factor de pérdidas a flexión  $\tan \delta_f \geq 0,08$  y una densidad  $> 1600 \text{ kg/m}^3$ , y  
 b) la capa aislante acústica (S)  
 b1) presenta, bien un factor de pérdidas a dilatación monoaxial  $\tan \delta_c < 0,17$ , una rigidez dinámica  $s' < 50 \text{ MN/m}^3$ , y una densidad entre 20 y  $600 \text{ kg/m}^3$ , o bien  
 b2) un factor de pérdidas a dilatación monoaxial  $\tan \delta_c \geq 0,17$  y una rigidez dinámica  $s' \geq 50 \text{ MN/m}^3$ ,
- 15 c) y en el que el espesor total de capa de amortiguación (D) y capa aislante acústica (S) es como máximo de 14 mm.
2. Sistema compuesto de protección acústica según la reivindicación 1, caracterizado porque la capa aislante acústica (S) posee un espesor de 2 – 6 mm.
- 20 3. Sistema compuesto de protección acústica según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la capa aislante acústica (S) consiste en espuma compuesta de copos de poliuretano reciclados.
- 25 4. Sistema compuesto de protección acústica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la capa de amortiguación (D) consiste en un sistema compuesto termoplástico.
5. Sistema compuesto de protección acústica según la reivindicación 4, caracterizado porque la capa de amortiguación (D) consiste en polietileno de alta densidad y vinil-acetato de etileno, así como materiales de carga minerales y plastificantes.
- 30 6. Sistema compuesto de protección acústica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque entre el revestimiento (V) y la capa de amortiguación (D) está dispuesto un freno de amortiguación o bloqueo de amortiguación (B).
- 35 7. Sistema compuesto de protección acústica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la capa aislante acústica (S) está configurada como lámina (L) de burbujas de aire o lámina múltiple de burbujas de aire.
- 40 8. Sistema compuesto de protección acústica según la reivindicación 7, caracterizado porque en una lámina múltiple de burbujas de aire, dos láminas de burbujas de aire están situadas simétricamente una sobre otra de tal modo que las burbujas de una lámina de burbujas de aire engranan en los espacios intermedios entre las burbujas de la otra lámina de burbujas de aire.

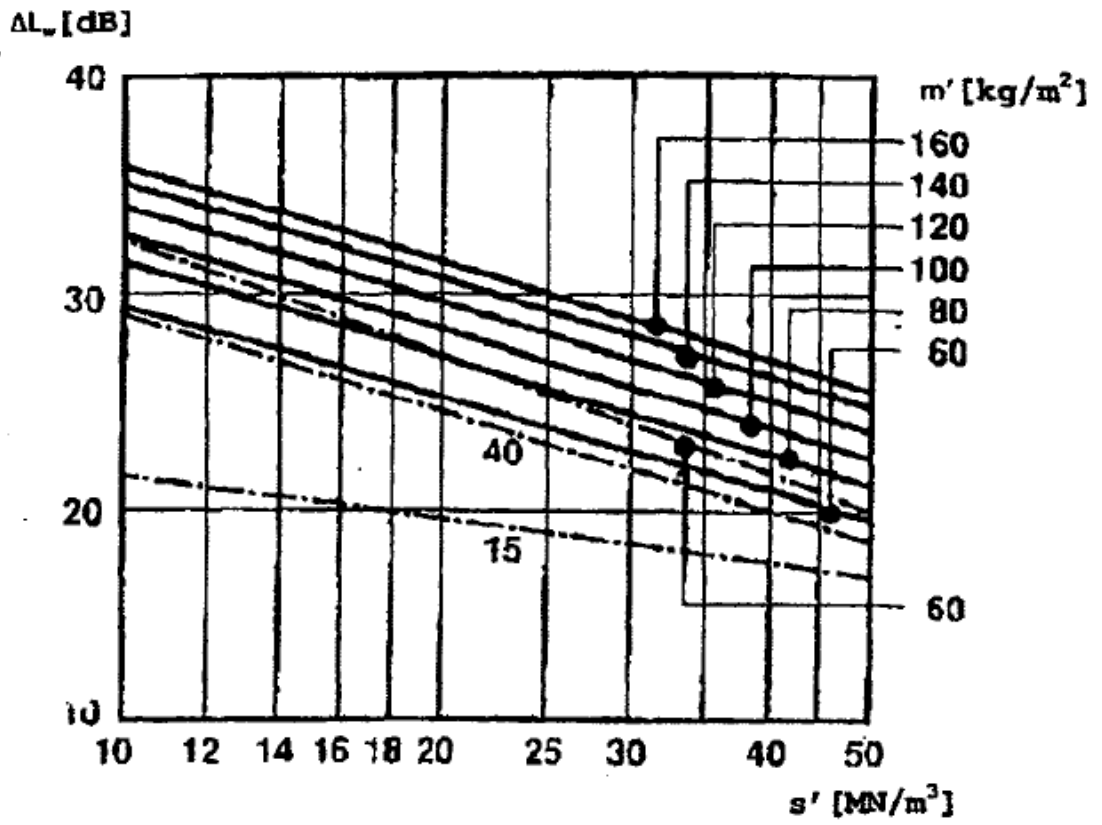


Fig.1

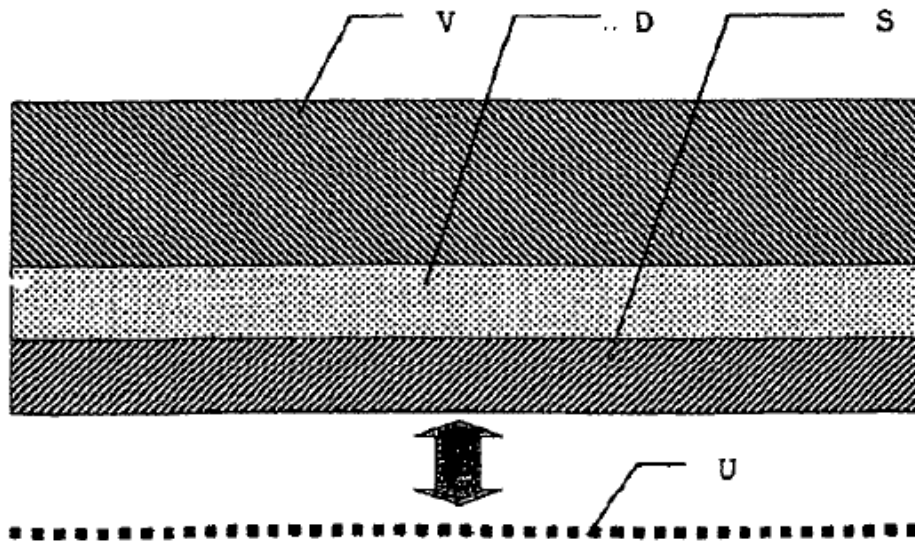


Fig.2

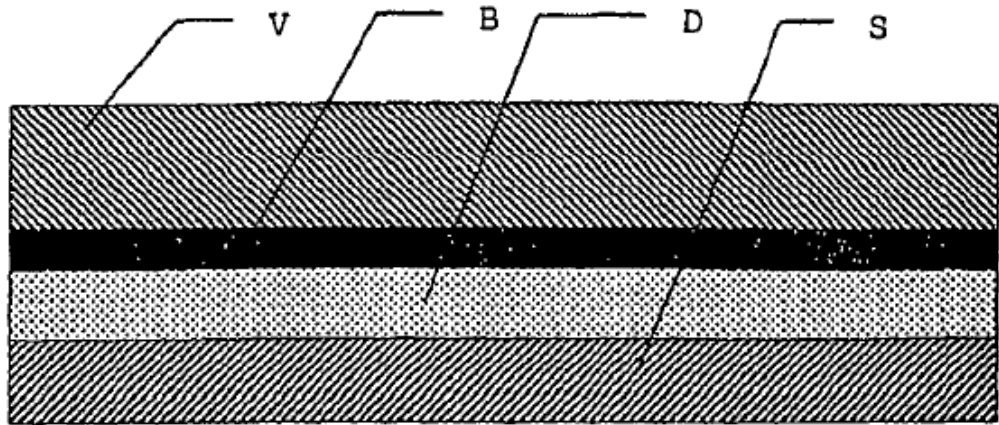


Fig.3

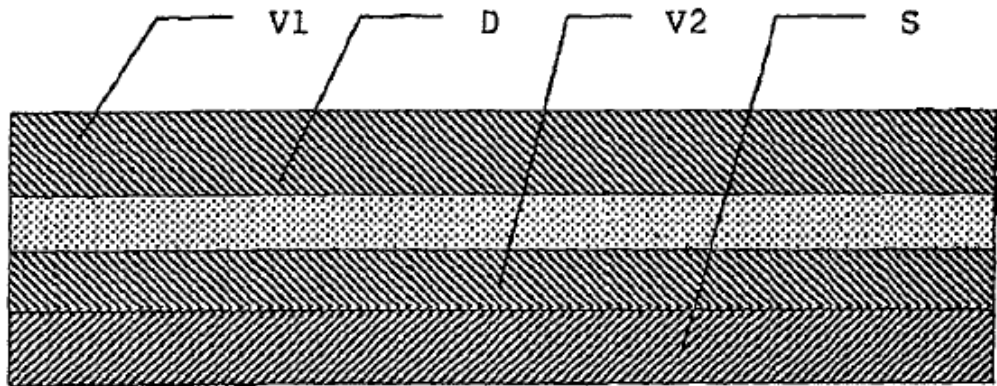


Fig.4

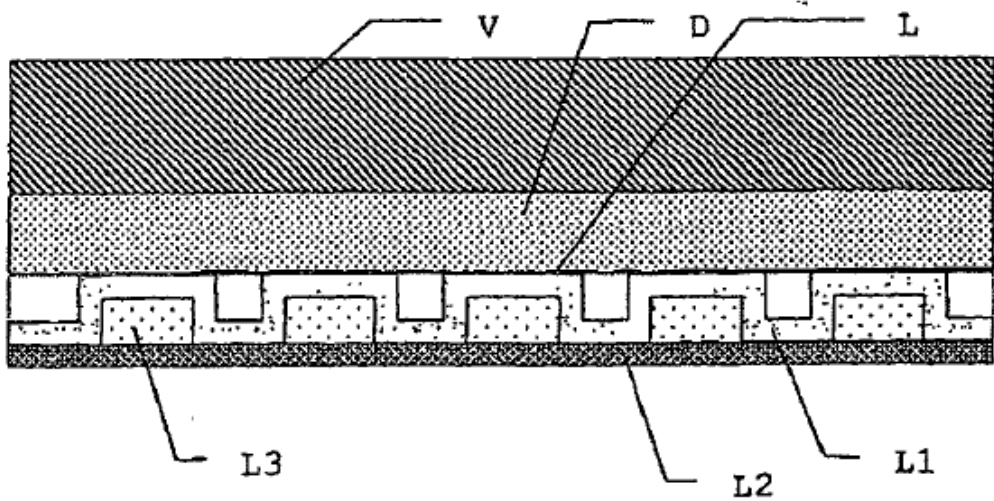


Fig.5

Nr.	Material	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	d [mm]	m' [kg/m <sup>2</sup> ]	f <sub>res</sub> [Hz]
Base	Cubierta en bruto (cubierta maciza de hormigón armado)	2500	200	500	
1	Tabla de estratificado 7,6 mm				
	Lámina amortiguadora 0,9 mm	1750	0.86	1.505	
	Lámina de burbujas de aire 4mm (burbujas de material de alta barrera)	21.3	4	0.085	49.9
2	Tabla de estratificado 7,6 mm				
	Lámina amortiguadora 1,9 mm	2000	1.86	3.720	
	Lámina de burbujas de aire 4mm Haiakawa L55 espacios intermedios rellenos	462.7	4	1.851	157.5
3	Tabla de estratificado 7,6 mm				
	Lámina amortiguadora 1,9 mm	2000	1.86	3.720	
	Espuma recilcada nueva POER 310 de 3mm Greiner	332.6	3	0.998	190.4
4	Tabla de estratificado 7,6 mm				
	Lámina amortiguadora 3,3 mm	2000	3.3	6.600	
	Lámina de burbujas de aire de 4 mm Haiakawa L45 espacios intermedios rellenos + velo de 2 mm	319.2	6	1.915	146.3
5	Poliétileno esponjado	n.d	9	0.23	64-70
	Poliestireno esponjado				
	Poliétileno esponjado				
6	Espuma de plástico 10 mm	60-120	10	0.6-1.2	
	Velo de 10 mm	20-40	10	0.2-0.4	
7	Elemento de fondo del estratificado	n.d	n.d	n.d	n.d
	1.Esterilla amortiguadora del ruido material termoplástico	> 2000	1-3	n.d	n.d
	2. Esterilla amortiguadora del ruido material termoplástico	> 2000	1-3	n.d	n.d

Fig. 6a

Nr.	Material	$E_{\text{ovn}}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$s'$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\tan \delta_c$ [-]	$\tan \delta_r$ [-]	$L_{\text{nt,w}}$ [dB]	$L_{\text{n,10}}$ [dB]
Base	Cubierta en bruto (cubierta maciza de hormigón armado)					70 71	74 74
	Tabla de estratificado 7,6 mm						
1	Lámina amortiguadora 0,9 mm		> 300	-	> 0,08		
	Lámina de burbujas de aire 4mm (burbujas de material de alta barrera)	78.694	19.7	0.12	-	62	55
2	Tabla de estratificado 7,6 mm						
	Lámina amortiguadora 1,9 mm		> 300	-	> 0,08		
3	Lámina de burbujas de aire 4mm Haiakawa L55 espacios intermedios rellenos	783.957	196.0	0.44	-		
	Tabla de estratificado 7,6 mm						
4	Lámina amortiguadora 1,9 mm		> 300	-	> 0,08		
	Espuma recicada nueva POER 310 de 3mm Greiner	860.046	286.7	0.22	-	55	58
5	Tabla de estratificado 7,6 mm						
	Lámina amortiguadora 3,3 mm		> 300	-	> 0,08		
6	Lámina de burbujas de aire de 4 mm Haiakawa L45 espacios intermedios rellenos + velo de 2 mm		169	0.40	-	53	56
	Polietileno esponjado	n.d	35	n.d	n.d	n.d	n.d
Poliestireno esponjado							
Polietileno esponjado							
7	Espuma de plástico 10 mm	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	Velo de 10 mm	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
7	Elemento de fondo del estratificado	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	1.Esterilla amortiguadora del ruido material termoplástico	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	2. Esterilla amortiguadora del ruido material termoplástico	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

Fig. 6b

Nr.	Material	bewertete Trittschallminderung $\Delta L_w$ [dB]	Schall-Leistungspegel $L_{w,MIN}$ [dB]	SONE-Wert	Subjektive Erhöhung der Lautheit [%]
Base	Cubierta en bruto (cubierta maza de hormigón armado)	0 0	90.4	74.3	0
1	Tabla de estratificado 7,6 mm				
	Lámina amortiguadora 0,9 mm				
	Lámina de burbujas de aire 4mm (burbujas de material de subir barreras)	18	100.6	109.5	47
2	Tabla de estratificado 7,6 mm				
	Lámina amortiguadora 1,9 mm				
	Lámina de burbujas de aire 4mm Haiakawa L55 espacios rellenos	16	96.6	95.4	28
3	Tabla de estratificado 7,6 mm				
	Lámina amortiguadora 1,9 mm				
	Espuma reciclada nueva POER 310 Greiner	15	97.7	95.0	28
4	Tabla de estratificado 7,6 mm				
	Lámina amortiguadora 3,3 mm				
	Línea de burbuja de aire de 4 mm Haiakawa L45 espacios intermedios rellenos + velo de 2 mm	17	97.0	83.5	12
5	Polietileno esponjado	-	-	-	-
	Poliestireno esponjado	-	-	-	-
	Polietileno esponjado	-	-	-	-
6	Espuma de plástico 10 mm	-	-	-	-
	Velo de 10 mm	-	-	-	-
7	Elemento de fondo del estratificado	-	-	-	-
	1.Esterilla amortiguadora del ruido material termoplástico	-	-	-	-
	2. Esterilla amortiguadora del ruido material termoplástico	-	-	-	-

Fig. 6c