

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 543**

51 Int. Cl.:

B32B 17/10 (2006.01)

B60R 13/08 (2006.01)

G10K 11/168 (2006.01)

G01N 19/00 (2006.01)

C03C 27/12 (2006.01)

G01N 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.08.2011 PCT/FR2011/051927**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2012 WO12025685**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2011 E 11758517 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 2608958**

54 Título: **Procedimiento de selección de una capa intermedia para amortiguación vibroacústica, capa intermedia y acristalamiento que comprende dicha capa intermedia**

30 Prioridad:

24.08.2010 FR 1056725

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

11.07.2018

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
18 avenue d' Alsace
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**REHFELD, MARC y
FOURNIER, DAVID**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 675 543 T3

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).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de selección de una capa intermedia para amortiguación vibroacústica, capa intermedia y acristalamiento que comprende dicha capa intermedia

5 La invención se refiere a un procedimiento de selección de una capa intermedia que tiene una propiedad de amortiguación acústica para ser incorporada en un acristalamiento laminado, destinado principalmente para vehículos de locomoción, en particular un vehículo automóvil.

Entre todas las cualidades que contribuyen al confort en los medios de transporte modernos como trenes y automóviles, el silencio se ha convertido en factor determinante.

10 El confort acústico se ha mejorado desde hace varios años hasta ahora, tratando los ruidos, tales como los ruidos del motor, de la rodadura o de la suspensión, en su origen o durante su propagación a través del aire o de los sólidos por medio de, por ejemplo, recubrimientos absorbentes piezas de unión de elastómero.

Las formas de los vehículos también han sido modificadas para mejorar la penetración en el aire y disminuir las turbulencias que son en sí mismas fuentes de ruido.

15 Después de varios años, se ha puesto énfasis en el papel que los acristalamientos podrían tener en la mejora del confort acústico, en particular los acristalamientos laminados que comprenden películas de capas intermedias plásticas. Los acristalamientos laminados tienen, además, otras ventajas tales como eliminar el riesgo de proyección de fragmentos en caso de una rotura violenta y constituir un retardador de la efracción.

20 Se ha demostrado que el uso de películas plásticas estándar en acristalamientos laminados no es adecuado para mejorar el confort acústico. Por lo tanto, se han desarrollado películas plásticas específicas que tienen propiedades amortiguadoras que permiten mejorar el confort acústico.

En la siguiente descripción, la referencia a una película amortiguadora se refiere a una película plástica viscoelástica que garantiza una amortiguación mejorada de las vibraciones con el fin de proporcionar al acristalamiento una función de reducción de los ruidos.

25 Se ha demostrado que las prestaciones acústicas de un acristalamiento dependen del valor del factor de pérdida tan δ del material que constituye la película de la capa intermedia. El factor de pérdida es la relación entre la energía disipada en forma de calor y la energía de deformación elástica; caracteriza la capacidad del material para disipar energía. Cuanto mayor sea el factor de pérdida, mayor es la energía disipada y por lo tanto más desempeña el material su función de amortiguación.

30 Este factor de pérdida varía en función de la temperatura y de la frecuencia. Para una frecuencia dada, el factor de pérdida alcanza su valor máximo a una temperatura conocida como temperatura de transición vítrea.

Los materiales usados como capas intermedias de acristalamientos laminados son películas plásticas viscoelásticas, de tipo polímeros acrílicos o resinas de acetal o también poliuretano por ejemplo, que tienen un factor de pérdida bastante alto, como al menos superior a 0,6 para un intervalo de temperatura dado y para un intervalo de frecuencia dado.

35 El factor de pérdida tan δ se evalúa por medio de un analizador de viscosidad. El analizador de viscosidad es un dispositivo que permite someter a una muestra de material a deformación en condiciones precisas de temperatura y frecuencia y de este modo obtener y procesar el conjunto de las magnitudes reológicas que caracterizan al material.

40 También ha sido descrito, con respecto a la integración de una capa intermedia amortiguadora en un acristalamiento laminado, que el factor de pérdida tan δ no debe ser considerado sólo, sino que el módulo de cizallamiento G' constituye otra característica que debe ser tomada en consideración en la propiedad amortiguadora de la capa intermedia. El documento EP-A-844075 enseña que, para amortiguar las vibraciones, la capa intermedia del acristalamiento laminado debe responder a valores particulares en cuanto al módulo de cizallamiento G' y al factor de pérdida tan δ . Se recuerda que el módulo de cizallamiento G' caracteriza la rigidez del material; cuanto mayor sea G' más rígido es el material, y cuanto menor sea G' más flexible es el material. El módulo de cizallamiento depende de la temperatura y de la frecuencia. El módulo de cizallamiento G' también se evalúa usando un analizador de viscosidad. Este documento describe que el factor de pérdida tan δ de la capa intermedia es superior a 0,6 y el módulo de cizallamiento G' de la capa intermedia es inferior a 2×10^7 Pa para temperaturas comprendidas entre 10°C y 60°C y frecuencias comprendidas entre 50 Hz y 10.000 Hz, con el fin de amortiguar, de manera más particular, los ruidos de origen estructural.

50 Además, cuando el acristalamiento laminado se usa como parabrisas, se ve sometido a vibraciones acústicas específicas. De este modo, las cuatro primeras frecuencias naturales del parabrisas, y en particular la segunda y tercera frecuencias naturales del parabrisas, comprendidas entre 100 Hz y 240 Hz, son particularmente molestas, desde el punto de vista acústico. La capa intermedia del documento EP-A-844075 es adecuada para amortiguar ruidos estructurales, pero no para la amortiguación vibroacústica de las primeras frecuencias naturales del parabrisas, en

particular la segunda y tercera frecuencias naturales.

Por lo tanto, existe la necesidad de un procedimiento de selección de una capa intermedia que permita optimizar la amortiguación de las primeras frecuencias naturales de un parabrisas, en particular de la segunda y tercera frecuencias naturales del parabrisas, sin aumentar el peso del parabrisas.

5 Para ello, la invención propone un procedimiento de selección de una capa intermedia plástica viscoelástica que comprende dos capas externas y una capa central y destinada a ser incorporada entre dos hojas de vidrio de un acristalamiento, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

- proporcionar un primer elemento de material plástico viscoelástico destinado a constituir la capa central y un segundo elemento de material plástico viscoelástico destinado a constituir las capas externas,

10 - medir el módulo de cizallamiento G' del primer elemento y del segundo elemento por medio de un analizador de viscosidad,

- elegir el material del segundo elemento únicamente si su módulo de cizallamiento G' es superior o igual a 3×10^7 Pa a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz,

15 - fijar el espesor h del primer elemento de modo que h se encuentre comprendido entre 0,31 mm y 1,20 mm y que el parámetro de cizallamiento $g = G'/h$, siendo G' el módulo de cizallamiento, esté comprendido entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m a 20°C , y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.

Según otra característica particular, el espesor h del primer elemento se fija de modo que h esté comprendido entre 0,50 y 0,90 mm y que G'/h esté comprendido entre $7,56 \times 10^8$ Pa/m y $1,42 \times 10^9$ Pa/m a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.

20 Según otra característica particular, el procedimiento comprende además, antes de la etapa de fijar el espesor h , las siguientes etapas:

- medir el factor de pérdida $\tan \delta$ del primer elemento por medio del analizador de viscosidad; y

- elegir el primer elemento únicamente si su factor de pérdida $\tan \delta$ es superior a 0,6.

Según otra característica particular, el procedimiento comprende además la etapa siguiente:

25 - elegir el material del segundo elemento únicamente si su módulo de cizallamiento G' está comprendido entre 10^8 Pa y 2×10^8 Pa a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.

Según otra característica particular, el procedimiento comprende además las siguientes etapas:

30 - verificar que la adhesión del material del segundo elemento sea compatible con los requerimientos del Reglamento R43 realizando una torsión de una muestra de la capa intermedia constituida del material del segundo elemento acoplada con dos hojas de vidrio, midiendo la fuerza de torsión a la cual se inicia la separación de la capa intermedia, constituida del material del segundo elemento, de las hojas de vidrio, y calculando a partir de esta fuerza la resistencia adhesiva al cizallamiento correspondiente, y comparar este valor de la resistencia adhesiva con un intervalo de valores admisibles para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43; y

35 - fijar el espesor e del segundo elemento de la siguiente manera:

- identificar un acristalamiento laminado de referencia que resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43 y que comprenda dos hojas de vidrio y una capa intermedia constituida del material del segundo elemento;

40 - determinar la resistencia al desgarro de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia, el espesor de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia y el espesor de las hojas de vidrio del acristalamiento laminado de referencia;

45 - por medio de una gráfica representativa de la resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43 en función del espesor de la capa intermedia del acristalamiento laminado cualquiera, estableciéndose esta gráfica para un espesor de sustrato del acristalamiento laminado cualquiera igual al espesor de sustrato en el acristalamiento laminado de referencia, deducir el espesor mínimo de la capa intermedia requerido que corresponde a un valor de resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida igual a la resistencia al desgarro de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia; y

- fijar el espesor e del segundo elemento de modo que e sea superior o igual a dicho valor óptimo del espesor de la capa intermedia.

ES 2 675 543 T3

También existe una necesidad de una capa intermedia que permita optimizar la amortiguación de las primeras frecuencias naturales de un parabrisas, en particular de la segunda y tercera frecuencias naturales del parabrisas, sin aumentar el peso del parabrisas.

5 Para ello, la invención propone una capa intermedia plástica viscoelástica destinada a ser incorporada entre dos hojas de vidrio de un acristalamiento para proporcionarle propiedades de amortiguación vibroacústica, comprendiendo la capa intermedia:

- dos capas externas de material plástico viscoelástico, cuyo módulo de cizallamiento G' sea superior o igual a 3×10^7 Pa a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz,

10 - una capa central con propiedades de amortiguación vibroacústica, de espesor h tal que h esté comprendido entre 0,31 mm y 1,20 mm y que el parámetro de cizallamiento $g = G'/h$ de la capa central, siendo G' el módulo de cizallamiento, esté comprendido entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz,

estando la capa central entre las dos capas externas.

15 Según otra característica particular, el espesor h de la capa central es tal que h está comprendido entre 0,50 y 0,90 mm y que G'/h está comprendido entre $7,56 \times 10^8$ Pa/m y $1,42 \times 10^9$ Pa/m a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.

Según otra característica particular, la capa central tiene un factor de pérdida $\tan \delta$ superior a 0,6.

Según otra característica particular, las capas externas tienen un módulo de cizallamiento G' comprendido entre 10^8 Pa y 2×10^9 Pa a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.

20 Según otra característica particular, cada una de las capas externas tiene un espesor e tal que:

- la adhesión del material de las capas externas es compatible con los requerimientos del Reglamento R43, determinándose la adhesión realizando una torsión de una muestra de capa intermedia constituida del material de las capas externas acoplada con dos hojas de vidrio, midiendo la fuerza de torsión para la cual se inicia la separación de la capa intermedia, constituida del material de las capas externas, de las hojas de vidrio, y calculando, a partir de esta fuerza, la resistencia adhesiva de cizallamiento correspondiente y comparando después este valor de la resistencia adhesiva con un intervalo de valores admisibles para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43; y que

25 - se fija el espesor e de cada una de las capas externas de forma que satisfaga los requerimientos del Reglamento R43, determinándose el espesor e de la siguiente manera:

30 - se identifica un acristalamiento laminado de referencia que resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43 y que comprenda dos hojas de vidrio y una capa intermedia constituida del material de las capas externas;

35 - se determina las resistencias al desgarro de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia, el espesor de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia y el espesor de las hojas de vidrio del acristalamiento laminado de referencia;

40 - por medio de una gráfica representativa de la resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43, en función del espesor de la capa intermedia del acristalamiento laminado cualquiera, estableciéndose esta gráfica para un espesor de sustrato del acristalamiento laminado cualquiera igual al espesor de sustrato en el acristalamiento laminado de referencia, se deduce el espesor mínimo de la capa intermedia requerido que corresponde a un valor de la resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida igual a la resistencia al desgarro de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia: y

- se fija el espesor e de cada capa externa de modo que e sea superior o igual a dicho valor óptimo del espesor de la capa intermedia.

45 Según otra característica particular, la capa central comprende:

- una película amortiguadora de material plástico viscoelástico A de espesor h_A y con un parámetro de cizallamiento g_A ;

- una película amortiguadora de material plástico viscoelástico B de espesor h_B y con un parámetro de cizallamiento g_B ,

50 presentando los materiales A y B cada uno en un intervalo de temperatura respectivo t_A y t_B y para una frecuencia comprendida entre 100 Hz y 240 Hz, un factor de pérdida superior a 0,6 y un parámetro de cizallamiento comprendido

entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m, y presentando la película que presenta el factor de pérdida mayor, para un intervalo de temperatura dado incluido en el intervalo de temperatura t_A o t_B respectivamente, un parámetro de cizallamiento equivalente $g_{A \text{ o } B \text{ eq}} = g_{A \text{ o } B} \times h$, siendo $g_{A \text{ o } B}$ el parámetro de cizallamiento del material que constituye la película y siendo h el espesor de la capa central que es inferior al parámetro de cizallamiento equivalente de la otra película para dicho intervalo de temperatura.

- 5
- La invención se refiere igualmente a un acristalamiento que comprende:
- una hoja de vidrio de espesor comprendido entre 1,4 mm y 2,1 mm,
 - una hoja de vidrio de espesor comprendido entre 1,1 mm y 1,6 mm, y
 - la capa intermedia descrita anteriormente, estando la capa intermedia entre las hojas de vidrio.
- 10 Según otra característica particular, el espesor e de cada una de las capas externas y el espesor total de las hojas de vidrio son tales que:
- la adhesión del material de las capas externas es compatible con los requerimientos del Reglamento R43, determinándose la adhesión realizando una torsión de una muestra de capa intermedia constituida del material de las capas externas acoplada con dos hojas de vidrio, midiendo la fuerza de torsión para la que se inicia la separación de la capa intermedia, constituida del material de las capas externas, de las hojas de vidrio, y calculando, a partir de esta fuerza, la resistencia adhesiva al cizallamiento correspondiente y comparando después este valor de la resistencia adhesiva con un intervalo de valores admisibles para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43; y que
- 15
- el espesor e de cada una de las capas externas y el espesor total de las hojas de vidrio se fijan de forma que satisfagan los requerimientos del Reglamento R43, determinándose de la siguiente manera:
 - se identifica un acristalamiento laminado de referencia que resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43 y que comprenda dos hojas de vidrio y una capa intermedia constituida del material de las capas externas;
 - se determina la resistencia al desgarro de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia, el espesor de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia y el espesor de las hojas de vidrio del acristalamiento laminado de referencia;
 - por medio de una gráfica representativa de la resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43, en función del espesor de la capa intermedia del acristalamiento laminado cualquiera y del espesor de las hojas de vidrio del acristalamiento laminado cualquiera, se deduce una combinación de valores óptimos del espesor de la capa intermedia y del espesor de las hojas de vidrio que corresponden a un valor de la resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida igual a la resistencia al desgarro de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia: y
 - se fija el espesor e de cada capa externa de modo que e sea superior o igual a dicho valor óptimo del espesor de la capa intermedia y se fija el espesor de las hojas de vidrio superior o igual a dicho valor óptimo del espesor de las hojas de vidrio.
- 20
- 25
- 30
- 35
- La invención se refiere igualmente a un vehículo que comprende el acristalamiento descrito anteriormente, estando la hoja de vidrio de espesor comprendido entre 1,4 mm y 2,1 mm dirigida hacia el exterior del vehículo y estando la hoja de vidrio de espesor comprendido entre 1,1 mm y 1,6 mm dirigida hacia el interior del vehículo.
- 40
- La invención se refiere igualmente a un uso de la capa intermedia descrita anteriormente para la amortiguación vibroacústica de la segunda y tercera frecuencias naturales de un parabrisas constituido de dos hojas de vidrio y de la capa intermedia incorporada entre las hojas de vidrio.
- La invención se refiere igualmente a un uso del acristalamiento descrito anteriormente como parabrisas de vehículo, vidrio lateral de vehículo o vidrio de techo de vehículo.
- 45
- Otras características y ventajas de la invención serán ahora descritas con respecto a los dibujos, en los que:
- la figura 1 representa una curva de la amortiguación modal de un parabrisas laminado en función del parámetro de cizallamiento de una capa central de la capa intermedia del parabrisas laminado para frecuencias comprendidas entre 100 Hz y 240 Hz a 20°C, y para espesores de la capa central comprendidos entre 0,10 y 1,20 mm;
 - la figura 2 representa una vista en corte transversal de un acristalamiento según la invención;
 - la figura 3 representa una vista en corte transversal de un acristalamiento según la invención según otro modo de realización;
- 50

ES 2 675 543 T3

- 5 • la figura 4 representa una gráfica representativa de la resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida para que un acristalamiento laminado resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43, en función del espesor de la capa intermedia del acristalamiento laminado, establecida para un acristalamiento laminado que comprende dos sustratos de vidrio de 2,1 mm de espesor y una capa intermedia que tiene una resistencia adhesiva comprendida entre 2 MPa y 5 MPa y para una altura de caída de 4 m;
- 10 • la figura 5 representa una gráfica tridimensional representativa de la resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida para que un acristalamiento laminado resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43, en función a la vez del espesor de la capa intermedia y del espesor de vidrio del acristalamiento laminado, establecida para un acristalamiento laminado que comprende una capa intermedia de resistencia adhesiva comprendida entre 2 MPa y 5 MPa y para una altura de caída de 4 m;
- la figura 6 representa una vista frontal esquemática de un dispositivo experimental para evaluar la adhesión de una capa intermedia con respecto a las hojas de vidrio con las cuales está asociada;
- la figura 7 representa una vista en perspectiva de una variante de dispositivo para evaluar la adhesión de una capa intermedia con respecto a las hojas de vidrio con las cuales está asociada; y
- 15 • la figura 8 representa una vista esquemática de un dispositivo experimental para evaluar la resistencia al desgarro de una capa intermedia.

Los números de referencia que son idénticos en las diferentes figuras representan elementos idénticos o similares.

Nótese también que los límites de los intervalos dados en esta solicitud están incluidos en los intervalos.

20 La invención se refiere a un procedimiento de selección de una capa intermedia plástica viscoelástica que comprende dos capas externas y una capa central destinada a ser incorporada entre dos hojas de vidrio de un acristalamiento.

El procedimiento comprende las siguientes etapas:

- 25 - proporcionar un primer elemento de material plástico viscoelástico destinado a constituir la capa central y un segundo elemento de material plástico viscoelástico destinado a constituir las capas externas,
- medir el módulo de cizallamiento G' del primer elemento y del segundo elemento por medio de un analizador de viscosidad,
- elegir el material del segundo elemento únicamente si su módulo de cizallamiento G' es superior o igual a 3×10^7 Pa a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz,
- 30 - fijar el espesor h del primer elemento de modo que h esté comprendido entre 0,31 mm y 1,20 mm y que el parámetro de cizallamiento $g = G'/h$, siendo G' el módulo de cizallamiento, esté comprendido entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m a 20°C , y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.

El intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz comprende las cuatro primeras frecuencias naturales de un parabrisas laminado, y en particular la segunda y tercera frecuencias naturales, como los inventores han podido medir mediante ensayos en vehículos.

35 Además, los inventores han demostrado que un material que satisface las condiciones de h y g descritas anteriormente permite optimizar la amortiguación de las primeras frecuencias naturales de un parabrisas laminado, en particular la segunda y tercera frecuencias naturales de los parabrisas que comprende dos hojas de vidrio y una capa intermedia elegida como se ha descrito anteriormente.

40 En efecto, como se observará a continuación en particular durante el estudio de la figura 1, los inventores han mostrado que estos valores de g comprendidos entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz, combinados con valores de h comprendidos entre 0,31 y 1,20 mm, permiten optimizar la amortiguación acústica de las frecuencias comprendidas entre 100 Hz y 240 Hz.

Si el material del primer elemento es tal que su parámetro de cizallamiento g no puede estar comprendido entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m para un espesor comprendido entre 0,31 y 1,20 mm, el material no se selecciona para producir la capa intermedia.

45 Además, para que la capa central vibre correctamente, es necesario que las capas externas sean más rígidas que la capa central, lo cual se logra con las condiciones de elasticidad definidas.

La invención se refiere igualmente a una capa intermedia plástica viscoelástica destinada a ser incorporada entre dos hojas de vidrio de un acristalamiento para darle propiedades de amortiguación vibroacústica, comprendiendo la capa intermedia:

- 50 - dos capas externas de material plástico viscoelástico, cuyo módulo de cizallamiento G' sea superior o igual a 3×10^7

Pa a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz,

- una capa central con propiedades de amortiguación vibroacústica mejoradas, de espesor h tal que h esté comprendido entre 0,31 mm y 1,20 mm, y que el parámetro de cizallamiento $g = G'/h$ de la capa central, siendo G' el módulo de cizallamiento, esté comprendido entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m a 20°C para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.

La capa intermedia se obtiene por el procedimiento de selección descrito anteriormente.

La capa intermedia permite optimizar la amortiguación de las primeras frecuencias naturales de un parabrisas laminado, en particular de la segunda y tercera frecuencias naturales del parabrisas, comprendiendo el parabrisas laminado dos hojas de vidrio y la capa intermedia incorporada entre las hojas de vidrio.

- 10 La capa intermedia está destinada a ser integrada en un acristalamiento. El acristalamiento está destinado a ser usado en un vehículo, en particular como parabrisas.

La invención se refiere igualmente a un acristalamiento que comprende dicha capa intermedia. La invención se refiere igualmente a un vehículo que comprende dicho acristalamiento.

La figura 2 representa una vista en corte transversal de un acristalamiento según la invención.

- 15 El acristalamiento comprende dos hojas de vidrio 1, 2 entre las cuales se inserta la capa intermedia. El acoplamiento de la capa intermedia con las hojas de vidrio se realiza por medios conocidos, por ejemplo por apilamiento de las hojas de vidrio y la capa intermedia y haciendo pasar el conjunto por un autoclave.

- 20 La hoja de vidrio 1 del acristalamiento está destinada a quedar dirigida hacia el exterior del vehículo mientras la hoja de vidrio 2 está destinada a quedar dirigida hacia el interior del vehículo. La hoja de vidrio 1 es más gruesa que la hoja de vidrio 2, de modo que el acristalamiento permita una mejor protección contra los ataques externos (intemperie, proyección de grava, etc.). En efecto, cuanto más grueso sea el vidrio mejor es su resistencia mecánica. Sin embargo, cuanto más grueso sea el vidrio, más pesado es. Por lo tanto es necesario encontrar un compromiso entre la resistencia mecánica y el peso del acristalamiento. De este modo, el espesor de la hoja de vidrio 1 está comprendido, por ejemplo, entre 1,4 mm y 2,1 mm y el espesor de la hoja de vidrio 2 está comprendido, por ejemplo, entre 1,1 mm y 2,1 mm.

En los acristalamientos existentes, el espesor de la hoja de vidrio 1 es en general de 2,1 mm y el espesor de la hoja de vidrio 2 es en general de 1,6 mm.

- 30 Preferiblemente, según la invención, el espesor de la hoja de vidrio 1 es de 1,8 mm y el espesor de la hoja de vidrio 2 es de 1,4 mm con el fin de limitar el peso del parabrisas, lo cual hace posible manipularlo más fácilmente y economizar material. Esto también permite reducir el consumo de combustible de un vehículo equipado con dicho parabrisas. Estos espesores reducidos de las hojas de vidrio son posibles sin pérdida de prestaciones acústicas o mecánicas en comparación con los acristalamientos existentes, como se observará más adelante.

- 35 La invención también puede ser aplicada a parabrisas cuyo espesor de la hoja de vidrio 1 sea de 1,6 mm y el espesor de la hoja de vidrio 2 sea de 1,2 mm, o también a parabrisas cuyo espesor de la hoja de vidrio 1 sea de 1,4 mm y el espesor de la hoja de vidrio 2 sea de 1,1 mm.

La capa intermedia está constituida de dos capas externas 4, 5 entre las cuales se inserta una capa central 3.

- 40 Las capas externas 4, 5 tienen un módulo de cizallamiento G' superior o igual a 3×10^7 Pa a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz. Preferiblemente, el módulo de cizallamiento G' de las capas externas está comprendido entre 10^8 Pa y 2×10^8 Pa para mejorar aún más la amortiguación vibroacústica de la capa central. Las capas externas son, por ejemplo, de butiral de polivinilo (PVB).

- 45 La capa central 3 se elige de modo que su espesor h esté comprendido entre 0,31 y 1,20 mm y que el parámetro de cizallamiento $g = G'/h$ de la capa central, siendo G' el módulo de cizallamiento, esté comprendido entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz. La capa central 3 tiene de este modo unas prestaciones acústicas optimizadas para las frecuencias comprendidas entre 100 Hz y 240 Hz. La capa central está compuesta por ejemplo de la capa central de PVB acústico de tres capas con el nombre comercial SAF RZN-12 comercializada por la compañía Sekisui o también de la capa central de PVB acústico de tres capas con el nombre comercial QC 55 comercializado por la compañía Solutia.

- 50 Para optimizar aún más las prestaciones acústicas, la capa central se elige preferiblemente de modo que h esté comprendido entre 0,50 mm y 0,90 mm y que G'/h esté comprendido entre $7,56 \times 10^8$ Pa/m y $1,42 \times 10^9$ Pa/m a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.

Las propiedades acústicas de la capa central 3 también se definen por su factor de pérdida $\tan \delta$. La capa central 3 se elige de modo que su factor de pérdida sea superior a 0,6 a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz, para permitir una amortiguación satisfactoria.

El módulo de cizallamiento G' y el factor de pérdida $\tan \delta$ se miden usando un analizador de viscosidad.

5 Las hojas de vidrio contribuyen a las propiedades vibroacústicas de un acristalamiento. Cuanto más gruesas sean las hojas de vidrio, mayor debe ser la excitación para hacer que el acristalamiento vibre. Sin embargo, la optimización de las prestaciones acústicas de la capa intermedia para frecuencias comprendidas entre 100 Hz y 240 Hz hace posible
 10 reducir el espesor de las hojas de vidrio hasta 1,8 mm, incluso hasta 1,6 mm o incluso hasta 1,4 mm, para la hoja de vidrio destinada a estar dirigida hacia el exterior del vehículo y hasta 1,4 mm, incluso hasta 1,2 mm, o incluso hasta 1,1 mm, para la hoja de vidrio destinada a estar dirigida hacia el interior del vehículo, sin pérdida acústica con relación a los acristalamientos existentes. Habitualmente, los acristalamientos de parabrisas existentes tienen hojas de vidrio con espesores respectivos de 2,1 y 1,6 mm, entre las cuales se inserta una capa intermedia que comprende una capa
 15 central de material plástico viscoelástico que tiene un espesor de 0,12 mm con un módulo de cizallamiento G' comprendido entre 5×10^5 y 2×10^7 Pa y un factor de pérdida superior a 0,6 para una temperatura de 20°C y una frecuencia de 100 Hz. La reducción del espesor de las hojas de vidrio permite una reducción del peso del acristalamiento, y por lo tanto una manejabilidad mejorada así como una reducción de materiales, y una reducción en el consumo de combustible de un vehículo equipado con este parabrisas.

20 Las dos capas externas 4, 5 tienen el mismo espesor e . El espesor e de cada capa externa 4, 5 se determina a la vez de modo que sea lo más pequeño posible y de modo que las propiedades mecánicas de las capas externas sean suficientes para satisfacer las normas de resistencia mecánica definidas para automóviles, en particular el Reglamento N° 43 de las Naciones Unidas (denominado Reglamento R43) de resistencia a impactos fuertes. El Reglamento R43 de las Naciones Unidas se refiere a la adopción de especificaciones técnicas uniformes relacionadas con la homologación de acristalamientos de seguridad y a la instalación de estos acristalamientos en vehículos con ruedas. En efecto, es deseable que el espesor total de la capa intermedia sea lo más pequeño posible por razones de peso del parabrisas por un lado, lo que permite reducir el consumo de combustible de un vehículo equipado con dicho parabrisas, y ahorro de material por el otro lado.

25 Para hacer esto, el espesor e se minimiza tomando en consideración tanto la adhesión de una capa intermedia constituida del material de las capas externas con respecto a las dos hojas de vidrio como la resistencia al desgarro del material de las capas externas.

La adhesión se evalúa sobre la base del método de ensayo y de cálculo descrito en la solicitud de patente EP-A-1495305, que se recoge a continuación.

30 En primer lugar, se ejerce una tensión de torsión sobre una muestra de acristalamiento laminado compuesto de dos hojas de vidrio y de una capa intermedia constituida del material de las capas externas, hasta la iniciación del desprendimiento de la capa intermedia constituida del material de las capas externas con relación al menos a una de las hojas de vidrio. En la práctica, el ensayo se realiza en una muestra redonda 50 de acristalamiento, de radio r igual a 10 mm, por ejemplo por medio de un dispositivo de torsión 500 de tipo conocido, ilustrado en la figura 6.

35 El dispositivo 500 comprende tres mordazas 51, 52, 53, una polea 54 de radio R igual a 100 mm y conectada a una cadena de accionamiento 55 de eje vertical. Las mordazas tienen forma de arco de círculo de 120° cada una, de forma que sujeten la totalidad de la muestra. El recubrimiento superficial de las mordazas es de un material mecánicamente compatible con el vidrio, por ejemplo aluminio, Teflon® o polietileno.

40 Una de las mordazas se mantiene fija contra un armazón, mientras que otra mordaza se fija a la polea 54 destinada a girar para ejercer una torsión sobre la muestra. La rotación de la polea 54 se genera por el desplazamiento de la cadena 55 conectada a la polea. La cadena es impelida a una velocidad constante de 35 a 50 mm/min como mínimo.

45 Por medio de un detector de fuerza se mide la fuerza F necesaria para la aparición del inicio del desprendimiento de la capa intermedia constituida del material de las capas externas durante la torsión de la muestra. Se puede entonces deducir, mediante cálculo, la resistencia adhesiva al cizallamiento usando la fórmula conocida: $\tau = \frac{2FR}{\pi r^3}$, donde F es la fuerza necesaria para la aparición de un inicio de desprendimiento de la capa intermedia constituida del material de las capas externas, R es el radio de la polea 54 y r es el radio de la muestra.

50 Como se explica en la solicitud EP-A-1495305, el dispositivo 500 es sin embargo voluminoso, lo cual hace que los ensayos deban realizarse en laboratorio. El dispositivo 500 no está adaptado por lo tanto para medidas del tipo de "indicador de procedimiento" en una línea de fabricación de acristalamientos laminados. Sin embargo, para la fabricación de acristalamientos laminados, aunque la composición de la capa intermedia polimérica se elabore para satisfacer los valores de las restricciones fijadas por la invención, puede aparecer sin embargo una mala adhesión de la capa intermedia en el producto terminado debido a parámetros asociados con el procedimiento de fabricación del acristalamiento, tales como las condiciones de almacenamiento de la capa intermedia, la calidad de lavado del vidrio o también la temperatura y las tensiones de presión en la etapa de calandrado durante el montaje del vidrio y de la capa intermedia, que influyen sobre la calidad del pegado.

55 Con el fin de realizar medidas durante el control de fabricación cerca de la línea de fabricación, y así intervenir rápidamente sobre el procedimiento como respuesta a malos valores de las tensiones medidas, es posible como variante usar otro dispositivo de medida 600 el cual, de manera ventajosa, es de tamaño pequeño y fácilmente

transportable. Este dispositivo 600, representado en la figura 7, está miniaturizado a aproximadamente 60 cm por 20 cm y comprende dos sistemas de tres mordazas 60 y 61, un eje de rotación 62, un motor 63 para la rotación del eje, un dispositivo de medida del par 64 y una caja 65 que aloja los elementos de cálculo.

5 La muestra redonda del acristalamiento laminado, compuesto de dos hojas de vidrio y de una capa intermedia constituida de material de las capas externas, está destinado a ser emparedado entre los dos sistemas de mordazas 60 y 61, estando uno de los sistemas 60 fijo mientras que el otro puede moverse y hacerse girar por medio de su conexión al eje 62. El dispositivo de medida del par está colocado entre el motor y el sistema de mordazas móvil 61. La velocidad de rotación del eje depende del espesor de la capa intermedia. A modo de ejemplo, para una capa intermedia constituida del material de las capas externas que tenga un espesor de 0,76 mm, la rotación es del orden
10 de 0,08 rpm.

El sistema 61 gira y cuando el momento del par medido se invierte, ha tenido lugar el inicio del desprendimiento de la capa intermedia constituida del material de las capas externas. El dispositivo de medida está conectado a los elementos de cálculo de la caja 65 que comprende una parte de visualización sobre la cual se puede leer directamente el valor de la resistencia adhesiva τ .

15 Cualquiera que sea el dispositivo usado, con el propósito de tener una comprensión detallada de la dispersión del valor de la resistencia adhesiva τ , se prefiere repetir el ensayo con varias muestras, por ejemplo un número mínimo de cinco, y calcular la media de la resistencia τ junto con su desviación estándar.

Se controla que el valor de la resistencia adhesiva τ obtenida esté dentro de un intervalo de valores admisibles para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43 (resistencia a impactos fuertes). Este intervalo de valores admisibles se determina experimentalmente, a partir de los ensayos de resistencia mecánica normalizados definidos en el Reglamento R43, que se realizan en acristalamientos laminados de diferentes composiciones.

20 El intervalo de valores admisibles para el Reglamento R43, dentro del cual cualquier valor de la resistencia adhesiva τ es adecuado para satisfacer el criterio de adhesión, es el conjunto de los valores inferiores a 5 MPa. Preferiblemente, el intervalo de valores admisibles de la resistencia adhesiva τ para el Reglamento R43 está comprendido entre 2 MPa y 5 MPa, determinándose el límite inferior de este intervalo de valores para asegurar una buena transparencia del acristalamiento, independientemente de las consideraciones de resistencia mecánica del acristalamiento.

Una vez que se ha verificado que la resistencia adhesiva τ de la capa intermedia constituida del material de las capas externas está situada dentro del intervalo de valores admisibles citado anteriormente, se procede al dimensionamiento
30 propiamente dicho de las capas externas de la capa intermedia.

Las gráficas de las figuras 4 y 5 ilustran dos posibles enfoques para el dimensionamiento de estas capas externas de modo que se satisfagan los requerimientos del Reglamento R43 para la resistencia a impactos fuertes.

Según un primer enfoque, el cual corresponde a la figura 4, se dimensiona un acristalamiento con un espesor total e_{g-dim}
35 de las hojas de vidrio en el acristalamiento laminado, fijo e igual a 4,2 mm, lo que corresponde, por ejemplo, a un espesor de cada hoja de vidrio de 2,1 mm, y una capa intermedia constituida del material de las capas externas, de composición específica c_i , por ejemplo una capa intermedia a base de PVB. La capa central se ignora para la determinación del espesor de las capas externas.

En este caso, con el propósito de dimensionar la capa intermedia constituida del material de las capas externas, se traza en primer lugar una curva C_3 , visible en la figura 4, representativa de la resistencia al desgarro mínima J_{c-min} de la capa intermedia requerida para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43, en función del espesor e_i de la capa intermedia del acristalamiento laminado cualquiera, estableciéndose esta curva para un espesor e_g de hoja de vidrio igual a 4,2 mm. En la práctica, la curva C_3 se obtiene a partir de ensayos normalizados de resistencia mecánica definidos en el Reglamento R43, realizados en acristalamientos laminados de composiciones diferentes en cuanto al espesor de su capa intermedia.

45 A continuación se identifica un acristalamiento laminado de referencia que resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43, con un espesor del sustrato de vidrio igual a 4,2 mm y que comprenda una capa intermedia que tenga la composición específica c_i . Un ejemplo de dicho acristalamiento laminado de referencia es el acristalamiento conocido 2,1/0,76/2,1, que comprende dos sustratos de vidrio de espesor de 2,1 mm cada uno y dos capas intermedias de espesor estándar de 0,38 mm que tiene la composición c_i , lo que corresponde a un espesor e_{i-ref} de la capa intermedia, del acristalamiento laminado de referencia igual a 0,76 mm. La resistencia de este acristalamiento de referencia a las tensiones correspondientes al Reglamento R43 se verifica mediante un ensayo normalizado de resistencia mecánica, en este ejemplo con una altura de caída del impactador de 4 m.

A continuación se determina la resistencia al desgarro J_{c-ref} de la capa intermedia del acristalamiento de referencia 2,1/0,76/2,1 por el método de Tielking.

55 Este método, desarrollado por M. Tielking, consiste en evaluar la resistencia al desgarro de un material sobre la base de un método de cálculo de la energía de fondo de fisura J. El método de Tielking es explicado en particular en las

solicitudes de patente EP-A-1151855 y EP-A-1495305, y se recoge en parte a continuación.

5 La resistencia al desgarro de una capa intermedia es una característica intrínseca del material que la constituye. Se caracteriza por un valor energético representativo de la energía necesaria para la propagación de una fisura iniciada en el material. Esta energía, denominada energía crítica J_c , es diferente para cada tipo de material y es independiente del espesor de la película de la capa intermedia.

La resistencia al desgarro o energía crítica J_c se da de forma conocida mediante un método energético basado en la integral de Rice J , que define la energía localizada en el fondo de una fisura de una película sometida a tensiones muy grandes en la ubicación de una fisura. Se describe en la forma matemática simplificada: $J = -\frac{1}{e_1} \left(\frac{\partial U}{\partial a} \right)$, para un estiramiento d dado de la muestra ensayada que a continuación se denominará desplazamiento d , y donde:

- 10 e_1 es el espesor de la muestra
 a es la longitud de la fisura y
 U es la energía potencial de la muestra.

15 El dispositivo experimental para la determinación de la resistencia al desgarro se muestra en la figura 8. Los ensayos de tracción por medio de una máquina de tracción-compresión 700 se realizan con varias muestras Ex_n , por ejemplo en número de cuatro, de un mismo material y de superficie igual a 100 mm^2 (50 mm de longitud por 20 mm de ancho). En cada muestra se hacen muescas en sus lados y perpendicularmente a la fuerza de tracción, con una longitud de fisuración a diferente para cada muestra Ex_n , y correspondiente a 5, 8, 12 y 15 mm respectivamente.

Cada muestra Ex_n es estirada perpendicularmente a las fisuras 20 con una velocidad de estiramiento de 100 mm/min y con una longitud de estiramiento o distancia d dada y en un medio en el que la temperatura es de 20°C .

20 Según el método descrito con detalle en el documento EP-A-1495305, es posible establecer una curva de variación de la energía J del fondo de fisura en función del estiramiento d experimentado por la muestra (no representado). Usando una cámara de video que visualiza la propagación de la fisura 70, se detecta a continuación para qué desplazamiento d_c comienza la propagación de la fisura en la muestra. Después, a partir de la curva $J(d)$ se deduce el valor de la energía crítica J_c de inicio del desgarro de la muestra, correspondiente al desplazamiento d_c . A este valor crítico J_c el material se desgarra y en consecuencia se daña mecánicamente con respecto a la función mecánica requerida.

25 El valor de la resistencia al desgarro J_{c-ref} medido para la capa intermedia de la composición c_i del acristalamiento de referencia 2,1/0,76/2,1 es de 31.000 J/m^2 .

30 Por medio de la curva C_3 de la figura 4, se deduce a continuación el espesor mínimo e_{i-min} de la capa intermedia requerido que corresponde a un valor de resistencia al desgarro mínima J_{c-min} de la capa intermedia requerida igual a la resistencia al desgarro J_{c-ref} de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia. Como se muestra en la curva C_3 , el espesor mínimo e_{i-min} de la capa intermedia requerido es igual a 0,45 mm.

35 De este modo, es posible dimensionar el acristalamiento laminado constituido de dos hojas de vidrio de espesor 2,1 mm cada una y de una capa intermedia constituida del material de las capas externas con un espesor e_{i-dim} de la capa intermedia superior o igual al espesor mínimo de la capa intermedia requerido $e_{i-min} = 0,45 \text{ mm}$. Preferiblemente, el espesor e_{i-dim} de la capa intermedia del acristalamiento laminado no es superior al valor del espesor mínimo e_{i-min} de la capa intermedia requerido más que en un límite de 20% por encima de este valor, es decir, en el ejemplo precedente e_{i-dim} es preferiblemente tal que $0,45 \text{ mm} < e_{i-dim} < 0,55 \text{ mm}$.

40 De este modo se obtiene un acristalamiento laminado que satisface los requerimientos del Reglamento R43, que comprende dos hojas de vidrio 1, 2 de 2,1 mm de espesor y una capa intermedia con una capa central 3 y dos capas externas 4, 5, teniendo cada una de las capas externas un espesor comprendido entre 0,225 mm y 0,275 mm.

La curva C_3 se puede trazar para otros valores de hoja de vidrio, por ejemplo de 1,8 mm y 1,4 mm. Cada una de las capas externas tiene entonces un espesor comprendido entre 0,2 mm y 0,37 mm.

45 Según un segundo enfoque posible de dimensionamiento de las capas externas de la capa intermedia, que corresponde a la figura 5, se dimensiona un acristalamiento laminado sin fijar arbitrariamente el espesor de las hojas de vidrio, comprendiendo el acristalamiento una capa intermedia constituida del material de las capas externas.

50 Se traza una gráfica C_4 en tres dimensiones, observada en la figura 5, representativa de la resistencia al desgarro mínima J_{c-min} de la capa intermedia requerida para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43, en función a la vez del espesor e_i de la capa intermedia constituida del material de las capas externas del acristalamiento laminado cualquiera y del espesor e_g de las hojas de vidrio del acristalamiento laminado cualquiera. La gráfica C_4 de la figura 5 se obtiene a partir de ensayos normalizados de resistencia mecánica definidos en el Reglamento R43, realizados en acristalamientos laminados de composiciones diferentes en cuanto al espesor de la capa intermedia y el espesor del sustrato.

A continuación se determina la resistencia al desgarro J_{c-ref} de un acristalamiento laminado de referencia, que resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43 y que comprenda una capa intermedia que tiene la composición específica c_i .

5 El acristalamiento laminado conocido 2,1/0,76/2,1 descrito anteriormente puede, por ejemplo, actuar como acristalamiento laminado de referencia, lo mismo que el acristalamiento laminado 2,1/0,76/1,8 también conocido, que comprende dos hojas de vidrio de espesores respectivos de 2,1 mm y 1,8 mm y dos capas intermedias constituidas del material de las capas externas de espesor estándar 0,38 mm que tienen la composición c_i , lo que corresponde a un espesor e_{i-ref} de la capa intermedia igual a 0,76 mm. La resistencia al desgarro J_{c-ref} de uno u otro acristalamiento de referencia a las tensiones correspondientes al Reglamento R43 se evalúa como anteriormente por el método de Tielking.

10 Por medio de la gráfica C_4 , se deduce entonces una combinación de valores óptimos e_{i-opt} , e_{g-opt} del espesor de la capa intermedia constituida del material de las capas externas y del espesor de las hojas de vidrio que corresponde a un valor de resistencia al desgarro mínima J_{c-min} de la capa intermedia requerida igual a la resistencia al desgarro J_{c-ref} de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia. Por ejemplo, si se parte del acristalamiento de referencia 2,1/0,76/2,1, que corresponde a un valor de la resistencia al desgarro J_{c-ref} de 31.000 J/m², los puntos que proporcionan una combinación de valores óptimos e_{i-opt} , e_{g-opt} son los puntos de la superficie, o napa, de la gráfica C_4 que corresponden a un valor de J_{c-min} de 31.000 J/m². A este respecto, debe notarse que cada uno de los valores óptimos e_{i-opt} o e_{g-opt} no es necesariamente de manera individual un valor mínimo del espesor de la capa intermedia constituida del material de las capas externas o un valor mínimo del espesor de las hojas de vidrio. Es la combinación de los valores de e_{i-opt} y e_{g-opt} la que da como resultado un valor minimizado del espesor total del acristalamiento laminado.

Como se observa en la gráfica C_4 , la combinación de los valores $e_i = 0,5$ mm y $e_g = 1,8$ mm/1,4 mm es una combinación de valores superiores o iguales a una combinación de valores óptimos.

25 En consecuencia, se puede dimensionar el acristalamiento laminado con un espesor e_{i-dim} de la capa intermedia constituida del material de las capas externas superior o igual a 0,5 mm y espesores e_{g-dim} de las hojas de vidrio de 1,8 mm y 1,4 mm, respectivamente, satisfaciendo este acristalamiento laminado los requerimientos del Reglamento R43.

30 La capa intermedia de composición c_i considerada en los ejemplos anteriores presenta prestaciones medias desde el punto de vista de su resistencia al desgarro y los niveles de resistencia al desgarro de las composiciones de capas intermedias con mejores prestaciones conocidas actualmente permiten contemplar combinaciones de valores óptimos e_{i-opt} , e_{g-opt} aún más reducidos en comparación con los valores dados previamente.

35 En particular, para un acristalamiento laminado adaptado para resistir las tensiones correspondientes al Reglamento R43 y que comprende dos sustratos de vidrio de espesores respectivos 1,8 mm y 1,4 mm, el espesor mínimo e_{i-min} de la capa intermedia requerido puede bajar hasta aproximadamente 0,4 mm. En consecuencia, el espesor e_{i-dim} de la capa intermedia optimizado de un acristalamiento laminado que responda a los requerimientos del Reglamento R43 y que comprenda dos sustratos de vidrio de espesores respectivos 1,8 mm y 1,4 mm es, de forma general, tal que $0,4$ mm < e_{i-dim} < 0,74 mm, correspondiendo el límite inferior de este intervalo a las composiciones de capas intermedias que presentan altas prestaciones desde el punto de vista de su resistencia al desgarro.

40 Se obtiene así un acristalamiento laminado que satisface los requerimientos del Reglamento R43, que comprende dos hojas de vidrio 1, 2 de espesores respectivos 1,8 mm y 1,4 mm y una capa intermedia con una capa central 3 y dos capas externas 4, 5, teniendo cada una de las capas externas un espesor comprendido entre 0,2 mm y 0,37 mm.

De este modo, se fija el espesor e de cada capa externa 4, 5 con el objetivo de que proporcionen propiedades mecánicas suficientes al acristalamiento, es decir propiedades mecánicas que satisfagan el Reglamento R43. Se procede de la manera siguiente:

45 - se verifica que la adhesión del material de las capas externas sea compatible con los requerimientos del Reglamento R43 realizando una torsión de una muestra de la capa intermedia constituida del material de las capas externas acoplada con dos hojas de vidrio, midiendo la fuerza de torsión (F) para la que se inicia la separación de la capa intermedia, constituida del material de las capas externas, de las hojas de vidrio, y calculando a partir de esta fuerza (F) la resistencia adhesiva al cizallamiento (τ) correspondiente, y se compara este valor de la resistencia adhesiva (τ) con un intervalo de valores admisibles para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43; y

50 - se fija el espesor e de cada una de las capas externas de modo que satisfagan los requerimientos del Reglamento R43 de la siguiente manera:

55 - se identifica un acristalamiento laminado de referencia que resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43 y que comprende dos hojas de vidrio y una capa intermedia constituida del material de las capas externas;

- se determinan la resistencia al desgarro (J_{c-ref}) de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia,

el espesor (e_{i-ref}) de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia y el espesor (e_{g-ref}) de las hojas de vidrio del acristalamiento laminado de referencia;

- 5 - por medio de una gráfica (C_3) representativa de la resistencia al desgarro mínima (J_{c-min}) de la capa intermedia requerida para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43, en función del espesor (e_i) de la capa intermedia del acristalamiento laminado cualquiera, estableciéndose esta gráfica para un espesor de sustrato del acristalamiento laminado cualquiera igual al espesor de sustrato en el acristalamiento laminado de referencia ($e_g = e_{g-ref}$), se deduce el espesor mínimo (e_{i-min}) de la capa intermedia requerido que corresponde a un valor de resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida igual a la resistencia al desgarro de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia ($J_{c-min} = J_{c-ref}$); y
- 10 - se fija el espesor e de cada capa externa de modo que e sea superior o igual a dicho valor óptimo de espesor (e_{i-opt}) de la capa intermedia.

Como una variante, se fija tanto el espesor e de cada capa externa 4, 5 como el espesor de las hojas de vidrio de modo que el conjunto proporcione propiedades mecánicas suficientes al acristalamiento, es decir propiedades mecánicas que satisfagan el Reglamento R43. Se procede de la manera siguiente:

- 15 - se verifica que la adhesión del material de las capas externas sea compatible con los requerimientos del Reglamento R43 realizando una torsión de una muestra de la capa intermedia constituida del material de las capas externas acoplada con dos hojas de vidrio, midiendo la fuerza de torsión (F) para la que se inicia la separación de la capa intermedia, constituida del material de las capas externas, de las hojas de vidrio, y calculando a partir de esta fuerza (F) la resistencia adhesiva al cizallamiento (τ) correspondiente, y se compara este valor de la resistencia adhesiva (τ) con un intervalo de valores admisibles para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43; y

- 20 - se fija el espesor e de cada una de las capas externas y el espesor total de las hojas de vidrio de modo que satisfagan los requerimientos del Reglamento R43 de la manera siguiente:

- 25 - se identifica un acristalamiento laminado de referencia que resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43 y que comprenda dos hojas de vidrio y una capa intermedia constituida del material de las capas externas;

- se determina la resistencia al desgarro (J_{c-ref}) de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia, el espesor ($2e_{-ref}$) de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia y el espesor (e_{g-ref}) de las hojas de vidrio del acristalamiento laminado de referencia;

- 30 - por medio de una gráfica (C_4) representativa de la resistencia al desgarro mínima (J_{c-min}) de la capa intermedia requerida para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43, en función del espesor (e_i) de la capa intermedia del acristalamiento laminado cualquiera, y del espesor (e_g) de las hojas de vidrio del acristalamiento laminado cualquiera, se deduce una combinación de valores óptimos (e_{i-opt} , e_{g-opt}) del espesor de la capa intermedia y del espesor de las hojas de vidrio que corresponde a un valor de resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida igual a la resistencia al desgarro de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia ($J_{c-min} = J_{c-ref}$); y

- 35 - se fija el espesor e de cada capa externa, de modo que e sea superior o igual a dicho valor óptimo del espesor (e_{i-opt}) de la capa intermedia y se fija el espesor (e_{g-dim}) de las hojas de vidrio superior o igual a dicho valor óptimo del espesor de las hojas de vidrio (e_{g-opt}).

- 40 La figura 3 representa una vista en corte transversal de un acristalamiento según la invención, según otro modo de realización.

Las hojas de vidrio 1, 2 y las capas externas 4, 5 de la capa intermedia son idénticas con respecto a las de la figura 2.

- 45 La capa central 3 comprende dos películas amortiguadoras 6, 7. La película amortiguadora 6 está constituida de un material plástico viscoelástico A, que es diferente del material viscoelástico B del que está constituida la película amortiguadora 7. Según un modo de realización, los materiales A y B son coextruidos. Como una variante, son laminados.

- 50 Las películas amortiguadoras 6, 7 que constituyen la capa central 3 permiten optimizar la amortiguación de las vibraciones acústicas en diferentes intervalos de temperatura. De este modo, la película 6 amortigua de manera óptima las vibraciones acústicas en un primer intervalo de temperatura y la película 7 amortigua de manera óptima las vibraciones acústicas en un segundo intervalo de temperatura. El primer y segundo intervalo de temperatura no se superponen. Esto permite optimizar la amortiguación de las frecuencias comprendidas entre 100 Hz y 240 Hz en un intervalo de temperatura más amplio.

Para hacer esto, el material A se elige de modo que presente en un intervalo de temperatura t_A y para una frecuencia comprendida entre 100 Hz y 240 Hz, factor de pérdida superior a 0,6 y un parámetro de cizallamiento comprendido

entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m. De igual modo, el material B se elige de modo que presente en un intervalo de temperatura t_B y para una frecuencia comprendida entre 100 Hz y 240 Hz, un factor de pérdida superior a 0,6 y un parámetro de cizallamiento comprendido entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m.

5 Además, la película 6 ó 7 que presenta el factor de pérdida más alto para un intervalo de temperatura dado incluido en el intervalo de temperatura respectivo t_A o t_B , presenta un parámetro de cizallamiento equivalente $g_{A \text{ o } B \text{ eq}} = h \times g_{A \text{ o } B}$, siendo $g_{A \text{ o } B}$ el parámetro de cizallamiento del material A o B respectivamente, que constituye respectivamente la película 6 o 7, y siendo h el espesor de la capa central, el cual es mucho menor que el parámetro de cizallamiento equivalente de la otra película 7 ó 6 respectivamente para dicho intervalo de temperatura dado. El parámetro de cizallamiento equivalente corresponde al módulo de cizallamiento.

10 El intervalo de temperatura dado es el primer intervalo de temperatura o el segundo intervalo de temperatura en el que la película 6 ó 7 respectivamente amortigua de manera óptima las vibraciones acústicas a las frecuencias comprendidas entre 100 Hz y 240 Hz.

15 De este modo, no es necesario únicamente que el factor de pérdida que cada una de las películas 6, 7 sea superior a 0,6 y que el parámetro de cizallamiento del material de cada una de las películas esté entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m en su intervalo de temperatura correspondiente, sino que es necesario que la película más amortiguada (tan δ de más alta) en el intervalo de temperatura correspondiente tenga un módulo de cizallamiento equivalente mucho menor que la otra película. De esta manera, la capa intermedia tendrá un comportamiento similar a la película más amortiguada en cada intervalo de temperatura. La capa intermedia asegurará de este modo una amortiguación óptima en cada uno de los intervalos de temperatura para los cuales cada una de las películas que constituyen la capa intermedia tiene un papel de amortiguación óptima.

20 Ahora se proporcionará la prueba de que la amortiguación de las frecuencias comprendidas entre 100 Hz y 240 Hz es óptima para los intervalos de g descritos anteriormente.

25 La figura 1 representa una curva de la amortiguación modal de un parabrisas laminado en función del parámetro de cizallamiento g de una capa central de la capa intermedia del parabrisas laminado para frecuencias comprendidas entre 100 Hz y 240 Hz a 20°C. Esta curva ha sido calculada por un método denominado de elementos finitos.

30 El cálculo ha sido realizado para un parabrisas constituido de dos hojas de vidrio de espesores respectivos 1,4 mm y 1,8 mm, entre las cuales se incorpora una capa intermedia de material plástico viscoelástico. La capa intermedia comprende tres capas: una capa central incorporada entre dos capas externas. Cada punto de la curva de la figura 1 representa el valor de la amortiguación modal en función del parámetro de cizallamiento para un espesor h de la capa central, correspondiendo los diferentes puntos a espesores h comprendidos entre 0,10 mm y 1,20 mm.

Tabla 1

h (mm)	g (Pa/m)	Amortiguación modal
0,10	$7,958 \times 10^9$	0,2421
0,15	$5,164 \times 10^9$	0,2737
0,20	$3,793 \times 10^9$	0,2959
0,30	$2,449 \times 10^9$	0,3235
0,31	$2,366 \times 10^9$	0,3273
0,35	$2,076 \times 10^9$	0,3273
0,40	$1,796 \times 10^9$	0,3327
0,50	$1,414 \times 10^9$	0,3365
0,60	$1,163 \times 10^9$	0,3365
0,70	$9,864 \times 10^8$	0,3381
0,80	$8,570 \times 10^8$	0,3365
0,90	$7,564 \times 10^8$	0,3365
1,00	$6,759 \times 10^8$	0,3327
1,10	$6,112 \times 10^8$	0,3327

h (mm)	g (Pa/m)	Amortiguación modal
1,20	$5,583 \times 10^9$	0,3327

La tabla 1 anterior comprende los valores del parámetro de cizallamiento g y los valores de la amortiguación modal para cada valor de h.

5 Como se muestra en la figura 1 y la tabla 1, el intervalo del parámetro de cizallamiento g comprendido entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m para una capa central 3 de espesor h comprendido entre 0,31 mm y 1,20 mm, a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz, permite una amortiguación modal superior o igual a 0,327, por lo tanto muy buena puesto que el máximo de la curva se encuentra en 0,338 para un espesor de la capa central de 0,7 mm.

10 El intervalo del parámetro de cizallamiento g comprendido entre $7,56 \times 10^8$ Pa/m y $1,42 \times 10^9$ Pa/m para una capa central 3 de espesor h comprendido entre 0,50 mm y 0,90 mm, a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz, permite una amortiguación modal superior o igual a 0,336, por lo tanto una amortiguación optimizada.

La invención permite por lo tanto optimizar la amortiguación vibroacústica de las primeras frecuencias naturales de un parabrisas que comprende la capa intermedia tal como se ha descrito anteriormente.

La capa intermedia según la invención permite igualmente una buena amortiguación vibroacústica fuera del intervalo de frecuencia para el que se ha optimizado.

15 La capa intermedia según la invención se usa preferiblemente para un parabrisas entre dos hojas de vidrio. También se puede utilizar en un acristalamiento lateral o también en un acristalamiento de techo de un vehículo, por ejemplo de un vehículo automóvil.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de selección de una capa intermedia plástica viscoelástica que comprende dos capas externas (4, 5) y una capa central (3) y destinada a ser incorporada entre dos hojas de vidrio (1, 2) de un acristalamiento, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:
- 5 - proporcionar un primer elemento de material plástico viscoelástico destinado a constituir la capa central (3) y un segundo elemento de material plástico viscoelástico destinado a constituir las capas externas (4, 5),
- medir el módulo de cizallamiento G' del primer elemento y del segundo elemento por medio de un analizador de viscosidad,
- 10 - seleccionar el material del segundo elemento únicamente si su módulo de cizallamiento G' es superior o igual a 3×10^7 Pa a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz, y
- fijar el espesor h del primer elemento de modo que h esté comprendido entre 0,31 mm y 1,20 mm y que el parámetro de cizallamiento $g = G'/h$, siendo G' el módulo de cizallamiento, esté comprendido entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m a 20°C , y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se fija el espesor h del primer elemento de modo que h esté comprendido entre 0,50 mm y 0,90 mm y que G'/h esté comprendido entre $7,56 \times 10^8$ Pa/m y $1,42 \times 10^9$ Pa/m a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además, antes de la etapa de fijar el espesor h , las etapas siguientes:
- medir el factor de pérdida $\tan \delta$ del primer elemento por medio del analizador de viscosidad; y
- 20 - seleccionar el primer elemento únicamente si su factor de pérdida $\tan \delta$ es superior a 0,6.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además la etapa siguiente:
- seleccionar el material del segundo elemento únicamente si su módulo de cizallamiento G' está comprendido entre 10^8 Pa y 2×10^8 Pa a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, que comprende además las etapas siguientes:
- 25 - verificar que la adhesión del material del segundo elemento es compatible con los requerimientos del Reglamento R43 realizando una torsión de una muestra de la capa intermedia constituida del material del segundo elemento acoplada con dos hojas de vidrio, midiendo la fuerza de torsión (F) para la cual se inicia la separación de la capa intermedia, constituida del material del segundo componente, de las hojas de vidrio; y calculando a partir de esta fuerza (F) la resistencia adhesiva al cizallamiento (τ) correspondiente y comparar este valor de la resistencia adhesiva
- 30 (τ) con un intervalo de valores admisibles para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43; y
- fijar el espesor e del segundo elemento de la siguiente manera:
- identificar un acristalamiento laminado de referencia que resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43 y que comprenda dos hojas de vidrio y una capa intermedia constituida del material del segundo elemento;
- 35 - determinar la resistencia al desgarro (J_{c-ref}) de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia, el espesor (e_{i-ref}) de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia y el espesor (e_{g-ref}) de las hojas de vidrio del acristalamiento laminado de referencia;
- por medio de una gráfica (C_3) representativa de la resistencia al desgarro mínima (J_{c-min}) de la capa intermedia requerida para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43, en función del espesor (e_i) de la capa intermedia del acristalamiento laminado cualquiera, estableciéndose esta gráfica para un espesor de sustrato del acristalamiento laminado cualquiera igual al espesor de sustrato en el acristalamiento laminado de referencia ($e_g = e_{g-ref}$), deducir el espesor mínimo (e_{i-min}) de la capa intermedia requerida, el cual corresponde a un valor de resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida igual a la resistencia al desgarro de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia ($J_{c-min} = J_{c-ref}$); y
- 40
- 45 - fijar el espesor e del segundo elemento de modo que e sea superior o igual a dicho valor óptimo del espesor (e_{i-opt}) de la capa intermedia.
6. Capa intermedia plástica viscoelástica destinada a ser incorporada entre dos hojas de vidrio de un acristalamiento para darle propiedades de amortiguación vibroacústica, comprendiendo la capa intermedia:
- dos capas externas (4, 5) de material plástico viscoelástico cuyo módulo de cizallamiento G' es superior o igual a

ES 2 675 543 T3

3×10^7 Pa a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz,

- una capa central (3) con propiedades de amortiguación vibroacústica, de espesor h , tal que h esté comprendido entre 0,31 mm y 1,20 mm y que el parámetro de cizallamiento $g = G'/h$ de la capa central, siendo G' el módulo de cizallamiento, esté comprendido entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz,

estando la capa central (3) entre las dos capas externas (4, 5).

7. Capa intermedia según la reivindicación 6, en la que el espesor h de la capa central (3) es tal que h está comprendido entre 0,50 y 0,90 mm y que G'/h está comprendido entre $7,56 \times 10^8$ Pa/m y $1,42 \times 10^9$ Pa/m a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.

8. Capa intermedia según la reivindicación 6 ó 7, en la que la capa central (3) tiene un factor de pérdida $\tan \delta$ superior a 0,6.

9. Capa intermedia según una de las reivindicaciones 6 a 8, en la que las capas externas (4, 5) tienen un módulo de cizallamiento G' comprendido entre 10^8 Pa y 2×10^8 Pa a 20°C y para un intervalo de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 240 Hz.

10. Capa intermedia según una de las reivindicaciones 6 a 9, en la que cada una de las capas externas (4, 5) tiene un espesor e tal que:

- la adhesión del material de las capas externas es compatible con los requerimientos del Reglamento R43, determinándose la adhesión realizando una torsión una muestra de la capa intermedia constituida del material de las capas externas acoplada con dos hojas de vidrio, midiendo la fuerza de torsión (F) a la cual se inicia la separación de la capa intermedia, constituida del material de las capas externas, de las hojas de vidrio, y calculando a partir de esta fuerza (F) la resistencia adhesiva al cizallamiento (τ) correspondiente, comparando entonces este valor de la resistencia adhesiva (τ) con un intervalo de valores admisibles para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43; y que

- el espesor e de cada una de las capas externas se fija de modo que satisfaga los requerimientos del Reglamento R43, determinándose el espesor e de la siguiente manera:

- se identifica un acristalamiento laminado de referencia que resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43 y que comprenda dos hojas de vidrio y una capa intermedia constituida del material de las capas externas;

- se determina la resistencia al desgarro (J_{c-ref}) de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia, el espesor (e_{i-ref}) de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia y el espesor (e_{g-ref}) de las hojas de vidrio del acristalamiento laminado de referencia;

- por medio de una gráfica (C_3) representativa de la resistencia al desgarro mínima (J_{c-min}) de la capa intermedia, requerida para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43, en función del espesor (e_i) de la capa intermedia del acristalamiento laminado cualquiera, estableciéndose esta gráfica para un espesor de sustrato del acristalamiento laminado cualquiera igual al espesor de sustrato en el acristalamiento laminado de referencia ($e_g = e_{g-ref}$), se deduce el espesor mínimo (e_{i-min}) de la capa intermedia requerido que corresponde a un valor de resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida igual a la resistencia al desgarro de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia ($J_{c-min} = J_{c-ref}$); y

- se fija el espesor e de cada capa externa de modo que e sea mayor que o igual a dicho valor óptimo del espesor (e_{i-opt}) de la capa intermedia.

11. Capa intermedia según una de las reivindicaciones 6 a 10, en la que la capa central comprende:

- una película amortiguadora (6) de material plástico viscoelástico A de espesor h_A y con un parámetro de cizallamiento g_A ;

- una película amortiguadora (7) de material plástico viscoelástico B de espesor h_B y con un parámetro de cizallamiento g_B ,

presentando cada uno de los materiales A y B, en un intervalo de temperatura respectivo t_A y t_B y para una frecuencia comprendida entre 100 Hz y 240 Hz, un factor de pérdida superior a 0,6 y un parámetro de cizallamiento comprendido entre $5,58 \times 10^8$ Pa/m y $2,37 \times 10^9$ Pa/m, y presentando la película (6 ó 7) que presenta el factor de pérdida más alto, para un intervalo dado de temperatura incluido dentro del intervalo de temperatura t_A o t_B respectivamente, un parámetro de cizallamiento equivalente $g_{A \text{ o } B \text{ eq}} = g_{A \text{ o } B} \times h$, siendo $g_{A \text{ o } B}$ el parámetro de cizallamiento del material que constituye la película (respectivamente 6 ó 7) y siendo h el espesor de la capa central, el cual es inferior al parámetro de cizallamiento equivalente de la otra película (7 ó 6 respectivamente) para dicho intervalo de temperatura.

12. Acristalamiento que comprende:

- una hoja de vidrio (1) de espesor comprendido entre 1,4 mm y 2,1 mm,
- una hoja de vidrio (2) de espesor comprendido entre 1,1 mm y 1,6 mm, y
- una capa intermedia (3, 4, 5) según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, estando la capa intermedia entre las hojas de vidrio (1, 2).

13. Acristalamiento según la reivindicación 12, en la que el espesor e de cada una de las capas externas (4, 5) y el espesor total de las hojas de vidrio son tales que:

- la adhesión del material de las capas externas es compatible con los requerimientos del Reglamento R43, determinándose la adhesión realizando una torsión de una muestra de la capa intermedia constituida del material de las capas externas acoplada con dos hojas de vidrio, midiendo la fuerza de torsión (F) a la cual se inicia la separación de la capa intermedia, constituida del material de las capas externas, de las hojas de vidrio y calculando a partir de esta fuerza (F), la resistencia adhesiva al cizallamiento (τ) correspondiente, comparando entonces este valor de la resistencia adhesiva (τ) con un intervalo de valores admisibles para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43; y que

- el espesor e de cada una de las capas externas y el espesor total de las hojas de vidrio se fijan de modo que satisfagan los requerimientos del Reglamento R43; se determinan de la siguiente manera:

- se identifica un acristalamiento laminado de referencia que resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43 y que comprenda dos hojas de vidrio y una capa intermedia constituida del material de las capas externas;

- se determina la resistencia al desgarro (J_{c-ref}) de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia, el espesor (e_{i-ref}) de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia y el espesor (e_{g-ref}) de las hojas de vidrio del acristalamiento laminado de referencia;

- por medio de una gráfica (C_4) representativa de la resistencia al desgarro mínima (J_{c-min}) de la capa intermedia requerida para que un acristalamiento laminado cualquiera resista las tensiones correspondientes al Reglamento R43, en función del espesor (e_i) de la capa intermedia del acristalamiento laminado cualquiera y del espesor (e_g) de las hojas de vidrio del acristalamiento laminado cualquiera, se deduce una combinación de los valores óptimos (e_{i-opt} , e_{g-opt}) del espesor de la capa intermedia y del espesor de las hojas de vidrio que corresponde a un valor de resistencia al desgarro mínima de la capa intermedia requerida igual a la resistencia al desgarro de la capa intermedia del acristalamiento laminado de referencia ($J_{c-min} = J_{c-ref}$); y

- se fija el espesor e de cada capa externa de modo que e sea superior o igual a dicho valor óptimo del espesor (e_{i-opt}) de la capa intermedia y se fija el espesor (e_{g-dim}) de las hojas de vidrio superior o igual a dicho valor óptimo del espesor (e_{g-opt}) de las hojas de vidrio.

14. Vehículo que comprende un acristalamiento según la reivindicación 12 ó 13, estando la hoja de vidrio (1) de espesor comprendido entre 1,4 mm y 2,1 mm dirigida hacia el exterior del vehículo y la hoja de vidrio (2) de espesor comprendido entre 1,1 mm y 1,6 mm dirigida hacia el interior del vehículo.

15. Uso de una capa intermedia según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11 para la amortiguación vibroacústica de la segunda y tercera frecuencias naturales de un parabrisas constituido de dos hojas de vidrio y de la capa intermedia incorporada entre las hojas de vidrio.

16. Uso del acristalamiento según una de las reivindicaciones 12 a 14 como parabrisas de vehículo, vidrio lateral de vehículo o vidrio de techo de vehículo.

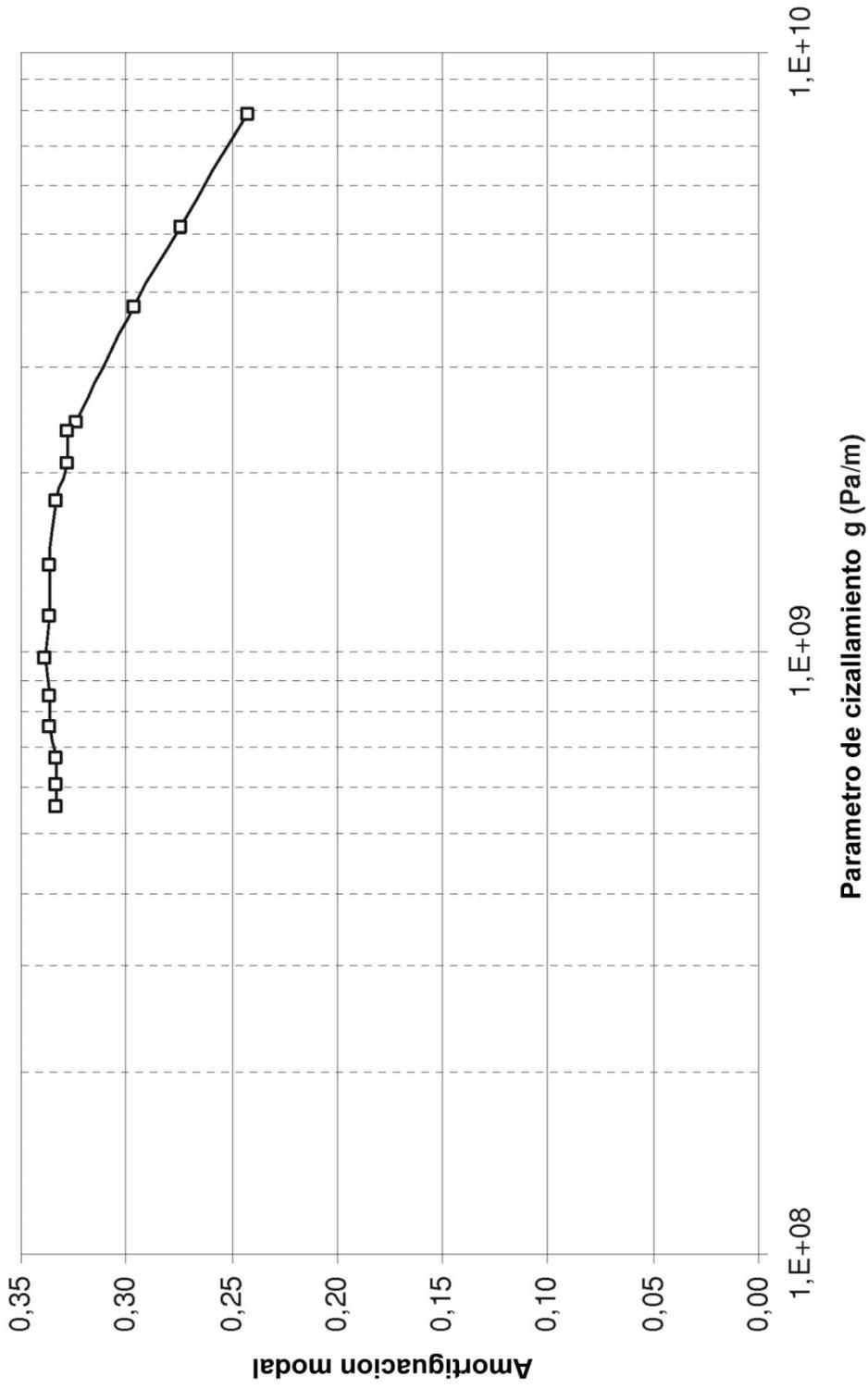


Fig.1

Fig.4

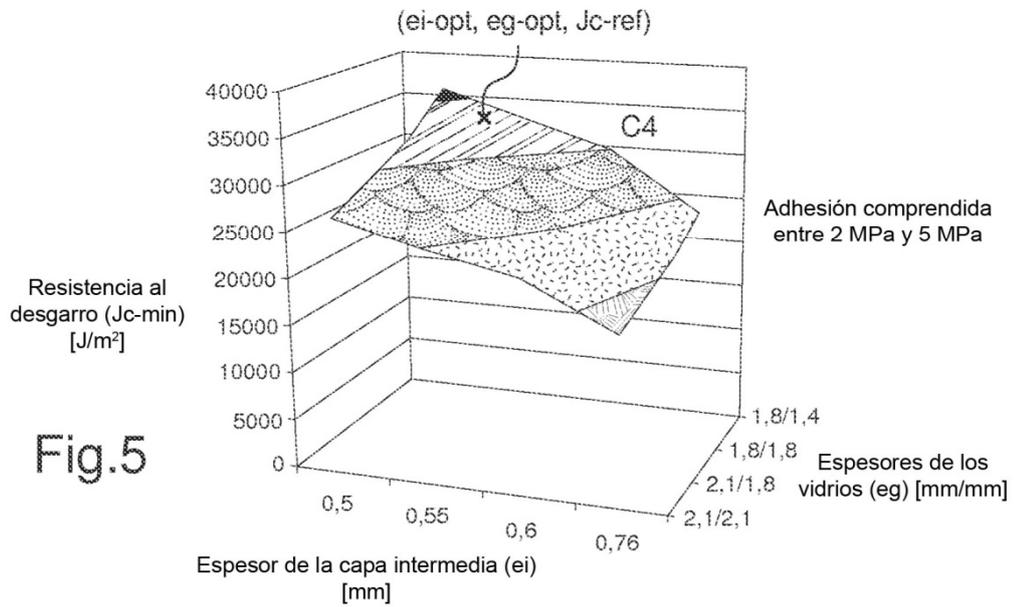
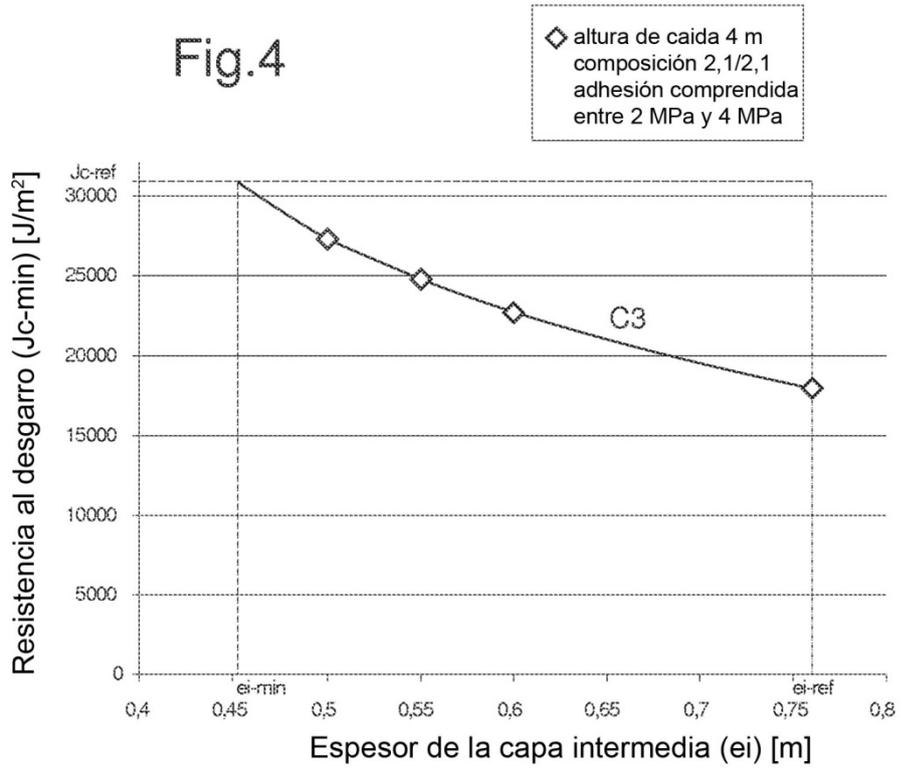


Fig.5

