

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 410**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2015** **E 15165190 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020** **EP 3088929**

54 Título: **Cable de fibra óptica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.02.2021

73 Titular/es:

**CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC
(100.0%)
4200 Corning Place
Charlotte, NC 28216, US**

72 Inventor/es:

GALLO, EMANUELA

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 806 410 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

Cable de fibra óptica

La solicitud se refiere a cables de fibra óptica, especialmente a cables interiores que son resistentes al fuego o autoextinguibles.

5 Los cables de fibra óptica comprenden fibras ópticas para la transmisión de señales ópticas y además comprenden elementos de encamisado que encierran las fibras ópticas. Por ejemplo, los tubos de protección rodean un número respectivo de fibras ópticas, y la camisa del cable rodea una pluralidad de tubos de protección. La cubierta del cable y los tubos de protección usualmente están formados por materiales sintéticos.

10 Para aplicaciones en interiores, la protección contra incendios o al menos la resistencia al fuego de los cables de fibra óptica es vital, particularmente porque un cable de fibra óptica, una vez que se incendió, corre el riesgo de propagar el fuego desde un punto en un edificio hasta otras habitaciones o zonas. En consecuencia, se deben diseñar los elementos de encamisado como la camisa del cable y/o los tubos de protección para ser resistentes al fuego o incluso autoextinguibles.

15 Una forma convencional de diseñar el material resistente al fuego de los elementos de encamisado de los cables de fibra óptica es usar un aditivo intumescente, que es un componente aditivo que se descompone y/o reacciona cuando se somete a calor, tal como durante un incendio, para ejemplo, para formar una espuma que contiene un gas. Se pueden usar dichos aditivos intumescentes en los materiales de cobertura con base en polímeros de los elementos de encamisado para producir una espuma carbonácea cuando se calienta o enciende, proporcionando así protección térmica del interior de las fibras ópticas a los elementos de encamisado empujando hacia atrás el frente de fuego y rodeando la sección del cable de fibra óptica expuesto a las llamas y/o al calor. Mientras el cable óptico esté rodeado por la espuma carbonácea y la formación de gas o espuma aún no se haya agotado, se puede mantener la protección contra incendios.

25 Sin embargo, en caso de incendio, a menudo se producen vientos fuertes que pueden interrumpir el proceso descrito anteriormente. Además, el agua rociada por el servicio de bomberos o por dispositivos de extinción de incendios (por ejemplo, boquillas de agua instaladas en el techo) puede eliminar la espuma protectora del cable de fibra. Por lo tanto, el riesgo de reencendido puede existir siempre que el fuego no se extinga por completo en todo el edificio. Además, cualquier contacto del cable calentado con otros objetos o personas puede dañar localmente la capa de protección de espuma, exponiendo así nuevamente el núcleo del cable.

30 El documento US 2003/031818 A1 se relaciona con coberturas de cable libres de halógeno para alambres y cables ópticos que consisten en un plástico libre de halógeno, un componente intumescente y un formador de vidrio inorgánico que forma una espuma inorgánica resistente al fuego en caso de incendio.

El documento US2003/178220 A1 se relaciona con una funda para un cable que comprende, al menos en parte, una composición intumescente libre de halógeno.

35 El documento US 2015/060106 A1 se relaciona con un cable eléctrico que incluye un conductor de metal, una primera capa de aislamiento, en la que la primera capa es un compuesto de silicona no transformable en cerámica, y una segunda capa de aislamiento, en la que la segunda capa es un compuesto de silicona transformable en cerámica.

El documento US 2011/311830 A1 se relaciona con una composición intumescente.

El objetivo de la presente solicitud es proporcionar un cable de fibra óptica que tenga una resistencia al fuego mejorada.

Este objeto es resuelto por el cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1.

40 A continuación, se describen algunas realizaciones a manera de ejemplo con referencia a las figuras.

FIG. 1 muestra un cable de fibra óptica a manera de ejemplo en vista en sección transversal,

FIG. 2 muestra un material de encamisado de una sección de un elemento de encamisado en perfecto estado, antes de la exposición al calor inducido por el fuego,

45 FIG. 3 muestra el material de encamisado de la FIG. 2 que transforma cuando se expone al calor inducido por el fuego,

FIG. 4 muestra esquemáticamente una primera composición de material a manera de ejemplo de un material de encamisado,

FIG. 5 muestra una segunda composición de material alternativa a manera de ejemplo de un material de encamisado,

FIG. 6 muestra la rata de liberación de calor y la liberación de calor total medida a lo largo del tiempo para un material de encamisado a manera de ejemplo,

FIG. 7 muestra la rata de liberación de calor medida a lo largo del tiempo para el material de encamisado de la FIG. 6 y dos materiales de encamisado convencionales, y

5 FIG. 8 muestra la producción total de humo a lo largo del tiempo para los tres materiales de encamisado de la FIG. 7.

De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, se puede proporcionar una resistencia al fuego mejorada de un elemento de encamisado de un cable de fibra óptica a través de un material de encamisado del elemento de encamisado, en el que el material de encamisado comprende un agente generador de rigidez capaz de descomponerse, bajo la influencia de calor, con formación de un vidrio y/o con formación de material cerámico. Además del agente de refuerzo, el elemento de encamisado comprende además un material intumescente y un polímero termoplástico. De este modo, la espuma formada con medios del material intumescente, en caso de incendio, se hace rígido o endurece, debido a la formación del vidrio o material cerámico formado como resultado del agente generador de rigidez. La rigidez mecánica y la robustez pueden, por lo tanto, impartirse a la espuma, con la espuma más rígida/endurecida que forma una capa de protección mecánicamente resistente alrededor del cable de fibra óptica. El agente generador de rigidez es un precursor de un vidrio o de un material cerámico, tal como un precursor de dióxido de silicio, de un vidrio de fosfato o de otro vidrio o material cerámico. El vidrio o cerámica forma una red molecular y/o estructural, que es una estructura esquelética rígida o una red estructural que se hace rígida y soporta la espuma. La red estructuralmente reforzada obtenida de este modo es mecánicamente resistente a los vientos inducidos por el fuego y a otras influencias mecánicas que podrían deformar, lavar o eliminar localmente la espuma alrededor del núcleo del cable de fibra óptica. La espuma estructuralmente reforzada forma una capa de protección estable y persistente, que aumenta significativamente la resistencia al fuego del cable de fibra óptica.

De acuerdo con los aspectos de la presente divulgación, se puede mezclar el agente generador de rigidez o de refuerzo con los otros materiales del elemento de encamisado para formar un material compuesto del elemento de encamisado. El material compuesto es capaz de extrudirse y puede usarse para formar varios componentes de un conjunto de cable de fibra óptica, incluyendo tubos de protección y/o camisas de cable de mayor resistencia al fuego.

Preferiblemente, el agente generador de rigidez es un agente generador de rigidez orgánico reactivo (es decir, organorreactivo). De acuerdo con la invención, se usan los compuestos de organo-silicio o compuestos de organofosforado como la sustancia orgánica que se descompone, bajo la influencia del calor, con la formación de un vidrio y/o de una cerámica. Como el vidrio o la cerámica generados cuando se calienta el agente generador de rigidez orgánico seleccionado mediante calor inducido por fuego, por ejemplo, se puede formar dióxido de silicio u óxido de fósforo.

El precursor de vidrio o cerámica utilizado como agente generador de rigidez para la generación de la red estructuralmente reforzada en el material de encamisado en llamas no necesita ser provisto como un ingrediente inorgánico. El agente generador de rigidez orgánico puede ser una sustancia orgánica, que puede mejorar la elasticidad mecánica y la flexibilidad de la cubierta del cable óptico debido a la ausencia de cualquier material inorgánico en el estado inmaculado y prístino del elemento de encamisado. Como beneficio adicional, dado que el agente generador de rigidez orgánico reacciona fácilmente con el polímero termoplástico, puede ser suficiente una cantidad comparativamente pequeña del agente generador de rigidez orgánico, tal como menos del 10% por peso del material de encamisado. Debido al agente generador de rigidez orgánico, el material de encamisado es capaz de formar una red estructural que proporciona rigidez y estabilidad mecánica de la espuma reforzada con red formada durante el calentamiento y/o exposición al fuego, mientras que, a temperatura ambiente, antes de encenderse, el material de encamisado del elemento de encamisado mantiene su elasticidad.

La FIG. 1 muestra un cable de fibra óptica convencional en una vista en sección transversal, en la dirección transversal a la dirección axial del cable. El cable 10 de fibra óptica comprende una pluralidad de fibras 15 ópticas. Las fibras 15 ópticas están rodeadas por al menos un elemento 20 de encamisado; tal como, por ejemplo, por tubos 5 de protección y/o por una camisa 25 de cable. De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, doce fibras 15 ópticas pueden estar dispuestas y rodeadas por un tubo 5 de protección respectivo, y una pluralidad de seis tubos 5 de protección pueden estar rodeados por la camisa 25 de cable. Entre los tubos 5 de protección, puede proporcionarse un elemento 18 endurecedor para estabilizar mecánicamente el cable contra fuerzas de tensión, especialmente en una dirección axial, en el centro del cable 10 de fibra óptica. El material 21 de encamisado del elemento 20 de encamisado puede ser un cuerpo 1 compuesto, que es un material compuesto que es un extrudido obtenido por un proceso de extrusión.

Cuando un cable 10 de fibra óptica como se representa en la FIG. 1 se expone al fuego o al calor inducido por el fuego dentro de un edificio, el material de los elementos 20 de encamisado se expone primero al calor y/o llamas. De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, el material 21 del elemento 20 de encamisado puede diseñarse de manera que bloquee de manera más confiable el calor y/o evite que el fuego se acerque al núcleo del cable. Debido al material intumescente, el material 21 de encamisado forma una espuma rígida carbonácea. En aquellas regiones del material 21 de encamisado más cercano a la atmósfera ambiental, particularmente en la superficie circunferencial externa del elemento 20 de encamisado, el oxígeno del aire ambiental penetra en la espuma, formando así una capa de espuma

de carbón de espuma de carbón. Al mismo tiempo, el aditivo intumescente se descompone y, por lo tanto, libera gases que expanden el carbón carbonoso. Además, de acuerdo con los aspectos de la presente divulgación, el agente generador de rigidez reacciona con el carbón carbonoso y se convierte en un material de vidrio y/o cerámica, formando así una red tridimensional, estructuralmente reforzada para estabilizar mecánicamente la espuma carbonácea y/o la capa de espuma de carbón. Debido a la red estructuralmente reforzada formada de esta manera, la espuma expandida mantiene su forma después de la expansión, incluso en la presencia de fuertes vientos inducidos por el fuego o en presencia de otras influencias mecánicas. Por ejemplo, la red estructuralmente reforzada formada por la espuma soportada por el vidrio o material cerámico ya no puede ser lavada por el agua rociada por el servicio de bomberos.

La FIG. 2 muestra una vista en sección de la región de un elemento 20 de encamisado cerca de su superficie 1a exterior. El elemento 20 de encamisado, que puede ser un tubo 5 de protección o la camisa 25 de cable, por ejemplo, puede formarse como un cuerpo 1 compuesto, tal como un extrudido. La superficie 1a exterior representada por la línea recta superior en la FIG. 2 puede, por ejemplo, ser una porción de la superficie circunferencial cilíndrica. La línea discontinua que se extiende a lo largo de la dirección axial (horizontalmente en la FIG. 2) del elemento 20 de encamisado, indica la posición radial inicial de la superficie 1 externa circunferencial de la camisa 25 de cable o tubo 5 de protección.

La FIG. 3 muestra esquemáticamente la transformación del material 21 de encamisado de la FIG. 2 en presencia de calor inducido por fuego. Debido al componente intumescente comprendido en el material 21 de encamisado, en regiones cercanas a la superficie 1a exterior, el material 21 de encamisado comienza a expandirse debido a la formación de una espuma 17 carbonácea que contiene un gas 6. El componente intumescente es un agente de soplado o agente espumoso capaz de liberar un gas 6 cuando se calienta. Dado que el gas 6 queda atrapado en el material 21 de encamisado calentado, el material 21 de encamisado aumenta de volumen y, por lo tanto, se expande en una dirección radial hacia afuera, forzando así cualquier llama y/o calor lejos del núcleo del cable de fibra óptica y, por lo tanto, sellando cualquier pinchazo o fuga en el elemento 20 de encamisado tubular.

La FIG. 3 muestra un estado intermedio de la transformación inducida por calor del material 21 de encamisado en expansión del elemento 20 de encamisado. La línea discontinua horizontal en la FIG. 3 indica la posición original de la superficie 1a exterior circunferencial del elemento 21 de encamisado como se muestra en la FIG. 2. Como se desprende de la FIG. 3, la superficie circunferencial del material 21 de encamisado de transformación se ha expandido más allá de su posición inicial y está a punto de expandirse más. El factor de expansión final (aún no alcanzado en la FIG. 3) puede ascender, por ejemplo, a 30 veces el volumen del material de encamisado original no convertido, o incluso más grande.

Como se desprende adicionalmente de la FIG. 3, existe un frente 8 intumescente dentro del material de encamisado, cuyo frente 8 intumescente se aleja del frente 9 de combustión interno donde el material 21 de encamisado no convertido comienza a arder y/o expandirse. Lateralmente fuera del frente 9 de combustión, se forma así una espuma 17 carbonácea en la que queda atrapado el gas 6 liberado por el material 12 intumescente. Además, en aquellas regiones del material de encamisado más cercanas al exterior del cable de fibra óptica, el material de encamisado está expuesto al oxígeno del aire ambiente, formando así una capa de espuma 22 de carbón en la región radialmente más externa del elemento 20 de encamisado. En esta región, el oxígeno de la atmósfera circundante está contenido en la espuma 22 de carbón.

El material 21 de encamisado compuesto se elige de tal manera que la espuma 17 carbonácea, o al menos la espuma 22 de carbón en las regiones más cercanas a la circunferencia exterior expansiva del cable óptico, se refuerza mecánicamente o estructuralmente, debido a la generación conjunto de una red de vidrio o de cerámica en el material 21 de encamisado compuesto mediante el agente generador de rigidez. Como consecuencia, la espuma 17, 22 se vuelve persistente a influencias mecánicas externas, tales como vientos fuertes, contacto con agua rociada o derramada, o al contacto mecánico con otros objetos. Incluso en presencia de tales influencias, la espuma 17, 22 expandida y reforzada del material de encamisado mantendrá su forma, evitando y sellando así cualquier fuga en la capa de protección expandida formada por la espuma más rígida, protegiendo así de manera confiable el núcleo del cable de ser encendido. El cable 10 de fibra óptica provisto con este nuevo tipo de material 21 de encamisado compuesto se hace resistente al fuego o incluso autoextinguible.

La FIG. 4 muestra esquemáticamente una primera composición de material a manera de ejemplo del material 21 de encamisado. El material 21 de encamisado es un material compuesto que comprende tres ingredientes A, B, C. Estos ingredientes pueden ser los ingredientes principales o, como alternativa, pueden combinarse con otros ingredientes. No cada uno de estos ingredientes A, B, C debe ser un ingrediente principal en términos de cantidad. Sin embargo, al menos estos tres ingredientes se proporcionan en el material 21 de encamisado mostrado en la FIG. 4. De acuerdo con la FIG. 4, el material 21 de encamisado comprende, como primer ingrediente A, un polímero 11 termoplástico que sirve como fuente de carbono para la generación de una espuma 17 carbonácea y, tras la absorción de oxígeno del aire ambiental, de la capa carbonácea, que contiene oxígeno, de espuma 22 de carbón. Como el polímero 11 termoplástico, se puede usar una poli-olefina, un poliuretano o plásticos de ingeniería tal como el tereftalato de polibutadieno (PBT), por ejemplo. Otros ejemplos de polímeros termoplásticos son poli-butadieno, poliéster, polipropileno o polietileno. El material polimérico particular se puede elegir de acuerdo con las necesidades con respecto a la temperatura de extrusión deseada para formar el cuerpo 1 extrudido o compuesto que constituye el elemento 20 de encamisado. Como alternativa a los plásticos de ingeniería, se pueden usar poli-olefinas o poliuretanos

como el polímero 11 termoplástico. Además, se puede usar una combinación o mezcla de estos como el polímero termoplástico.

Como segundo ingrediente B, el material 21 de encamisado comprende un material 12 intumescente. El material 12 intumescente es una sustancia que es intumescente o espumosa cuando se calienta, liberando así gas y formando una espuma. Como el material 12 intumescente, se puede utilizar grafito expandible. El grafito expandible se obtiene tratando el grafito de manera que absorba una gran cantidad de moléculas intercaladas. Normalmente, el ácido sulfúrico se inserta en el grafito. En lugar de grafito expandible, el material 21 de encamisado puede incluir otro aditivo intumescente que explota la sinergia entre nitrógeno y fósforo, por ejemplo. Se puede elegir una combinación de sustancias que contengan fósforo y nitrógeno como el material 12 intumescente para poder, bajo la influencia del calor, liberar gases con base en nitrógeno, es decir, gases que contienen nitrógeno.

El material 12 intumescente puede, por ejemplo, comprender un contenido de fósforo de entre 23% y 25% y/o un contenido de nitrógeno de entre 18% y 20%. La densidad aparente del material 12 intumescente puede, por ejemplo, estar en el intervalo entre 0.4 g/cm³ y 0.8 g/cm³, preferiblemente aproximadamente 0.6 g/cm³. Como material intumescente, por ejemplo, pueden usarse Exolit® OP 765 (Clariant) o Budit® 3167 (Budenheim).

Como el tercer ingrediente C, el material 21 de encamisado comprende un agente 13 generador de rigidez capaz de descomponerse, bajo la influencia del calor, con la formación de un vidrio y/o de un material inorgánico cerámico. El agente 13 generador de rigidez sirve para hacer más rígida, es decir, endurecer, la espuma 17, 22 una vez formada debido al material de encamisado que se expande bajo la influencia del calor inducido por el fuego. El agente 13 generador de rigidez es preferiblemente reactivo orgánicamente, es decir, un agente generador de rigidez organorreactivo, obviando así la necesidad de añadir materiales inorgánicos al material 21 de encamisado. Como consecuencia, el agente 13 generador de rigidez no impide la elasticidad y flexibilidad de la camisa 25 de cable o tubo 5 de protección, ya que el agente generador de rigidez orgánico no se convierte en sustancias inorgánicas (cerámica o vidrio) excepto como resultado del fuego. La sustancia orgánica utilizada como agente 13 generador de rigidez es un compuesto de organosilicio para formar dióxido de silicio, tal como el siloxano, por ejemplo. Alternativamente, el agente generador de rigidez es un compuesto organofosforado para formar un vidrio y/o cerámica que contiene fósforo cuando se descompone. Por ejemplo, pueden usarse precursores orgánicos de óxido de fósforo (P_xO_y).

Comenzando con el material 21 de encamisado compuesto prístino que contiene estos tres componentes A, B, C, la FIG. 4 muestra esquemáticamente su transformación a lo largo del tiempo en un escenario de incendio. Con el aumento del tiempo t y, por lo tanto, con el aumento de la temperatura T, el material 12 intumescente comienza a generar el gas 6. El polímero 11 termoplástico, el material intumescente y el gas forman así una espuma 17 carbonácea. En las regiones más externas del elemento 20 de encamisado más expuesto al aire ambiente fuera del cable, la espuma 17 carbonácea absorbe el oxígeno del aire, formando así una capa de espuma 22 de carbón. La espuma 17 carbonácea y la espuma 22 de carbón, debido al gas 6 atrapado en las mismas, proporcionan aislamiento térmico del núcleo del cable. El gas 6 liberado por el material 12 intumescente puede ser nitrógeno, amoníaco u oxígeno, por ejemplo. El factor de expansión del material de encamisado calentado, debido al material 12 intumescente provisto en el mismo, puede ser hasta 30 o más veces el volumen inicial del material de encamisado. En consecuencia, la densidad del material de encamisado expandido transformado puede ser 1/30 de su densidad inicial, o incluso menos.

Opcionalmente, como se indica por la línea discontinua en la FIG. 4, el material 12 intumescente puede elegirse de tal manera que genere, además, cuando o antes de liberar el gas 6, un catalizador 14 que promueva la formación de la espuma 22 de carbón. El catalizador 14 formado de este modo puede ser particularmente un ácido inorgánico, tal como un ácido con base en fósforo. Por ejemplo, un fosfinato, un fosfuro, un fosfonato o Phoslite® u otro material que contiene fósforo puede formarse y/o explotarse como un material precursor para el catalizador.

Con el tiempo, esto es con el aumento de la temperatura como se indica en la FIG. 4, el agente 13 generador de rigidez, es decir, el tercer ingrediente C, puede convertirse o al menos parcialmente convertirse en un vidrio o una cerámica. El hecho de que se forme un vidrio 3 o una cerámica 4 depende del aumento de la temperatura, la duración del impacto del fuego y/o el calor, y del tipo particular de agente 13 generador de rigidez elegido. Preferiblemente, el agente 13 generador de rigidez puede ser una sustancia orgánica, preservando así la elasticidad del elemento 20 de encamisado hasta que, cuando ocurre un incendio real, la formación de vidrio y/o cerámica comienza a evolucionar.

Debido a la formación del vidrio 3 y/o del material 4 cerámico, la espuma 17 carbonácea y/o la espuma 22 de carbón se refuerza estructuralmente, obteniendo así una red 23 estructuralmente reforzada en esas regiones del elemento 20 de encamisado en el que ya se ha producido la formación de vidrio y/o transformación en cerámica. Una vez que se forma la red 23 reforzada estructuralmente convertida en vidrio o convertida en cerámica en el material 21 de encamisado, el material 21 de encamisado es demasiado rígido y resistente para ser retirado del núcleo del cable, distorsionado o desplazado por fuerzas mecánicas tal como el contacto con otros objetos. Además, el material 21 de encamisado ya no puede ser arrastrado por los vientos inducidos por el fuego o lavado por el impacto del agua. En consecuencia, debido a la red 23 estructuralmente reforzada de cerámica o vidrio formada en el material 21 de encamisado, el material 21 de encamisado se hace rígido o se endurece en al menos aquellas regiones donde ya se ha generado la espuma 17 carbonácea y especialmente la espuma 22 de carbón. A pesar de la circunstancia de que el material 20 de encamisado ahora estructuralmente reforzado es una espuma de baja densidad, se refuerza

mecánicamente el material de encamisado debido al componente de vidrio o componente cerámico formado en el mismo.

La FIG. 5 muestra esquemáticamente otra composición de material a manera de ejemplo del material 21 de encamisado, de acuerdo con aún otros aspectos de la presente divulgación. En contraste con la FIG. 4, la FIG. 5 ilustra un catalizador 14 o precursor de catalizador que puede proporcionarse, como cuarto ingrediente D, en la composición de material prístino del material 21 de encamisado, en lugar de formarse solo en caso de incendio cuando se convierte el material 12 intumescente en espuma. En consecuencia, la catalización de la formación de la espuma 17 carbonácea comenzará antes en el tiempo durante la evolución de un incendio, es decir, a temperaturas T más bajas. Los procesos adicionales en la FIG. 5 son análogos a los de la FIG. 4 descritos anteriormente. Ambas figuras son meramente esquemáticas. En particular, las reacciones indicadas por las flechas realmente interactuarán y se superpondrán en el tiempo, es decir, durante el aumento de la temperatura. Además, el progreso de los pasos de conversión individuales o los pasos de transmutación depende de la posición de la región local del elemento de encamisado considerado (véanse las FIGs. 2 y 3), incluyendo la distancia radial del elemento de encamisado desde el núcleo del cable y especialmente la distancia desde la superficie 1a exterior circunferencial.

El material 21 de encamisado puede consistir exclusivamente en aquellos ingredientes mostrados en la FIG. 4 o 5, respectivamente, sin ningún ingrediente adicional. El material 21 de encamisado puede comprender un contenido de polímero 11 termoplástico de entre 60% y 90%. El material 21 de encamisado puede comprender un contenido de material 12 intumescente de entre 10% y 30%, preferiblemente de 20% a 30%. El material 21 de encamisado comprende un contenido del agente 13 generador de rigidez de entre 1% y 10%, preferiblemente de 2% a 5%. Como se divulga aquí, todos los valores e intervalos numéricos para las proporciones de componentes o compuestos individuales en la composición del material están en porcentaje en peso. Los intervalos numéricos anteriores pueden ser válidos para composiciones de material de encamisado con o sin ingredientes adicionales.

Como otro componente opcionalmente contenido en los materiales de encamisado de la FIG. 4 o 5, por ejemplo, se puede proporcionar un agente supresor de humo, tal como un borato. El agente supresor de humo puede proporcionarse en una cantidad de entre 5% y 10% en peso.

La composición 21 de material de encamisado descrita anteriormente puede usarse para formar la camisa 25 de cable y/o los tubos 5 de protección. Por ejemplo, una camisa 25 de cable que rodea un núcleo de cable puede estar formada por el material 21 de encamisado. La camisa 25 de cable puede tener un diámetro de sección transversal de entre 2 mm y 20 mm y un espesor de entre 0.1 mm y 3 mm, por ejemplo. Alternativamente, se pueden formar tubos de protección del material 21 de encamisado. El material 21 de encamisado del respectivo elemento 20 de encamisado es preferiblemente un extrudido, que es un producto de un proceso de extrusión de plástico, en el que los componentes A, B, C y D en el caso de la FIG. 5, así como cualquier otro componente, para el material 21 de encamisado se mezclan y extruden por medio de un extrusor. De este modo, el agente 13 generador de rigidez puede combinarse, en forma de polvo o pellas, y combinarse con el polímero 11 termoplástico, el material 12 intumescente y cualquier otro componente opcional.

Se puede usar cualquier mezclador de extrusión de plástico convencional para mezclar juntos la matriz polimérica, el aditivo intumescente y el relleno precerámico o precristal. La carga del extrusor se puede elegir entre 20% y 40%. Por ejemplo, se puede utilizar un extrusor de doble husillo corotado tal como TEX28V con doce bloques y once zonas y con un diámetro de tornillo de 28 mm y una longitud de 42 mm. Se puede usar un alimentador lateral de doble tornillo con cilindros de corotación y un diámetro de 28 mm para alimentar los diferentes aditivos, que pueden, por ejemplo, estar en forma de polvos o pellas, en el extrusor. Preferiblemente, los aditivos, por ejemplo, el material 12 intumescente y el agente 13 generador de rigidez, se mezclan previamente antes de ser alimentados al extrusor. Se pueden alimentar al extrusor, como materiales en pellas, a 300 rpm, produciendo así un porcentaje de torque que oscila entre 30% y 50%. La rata de alimentación puede elegirse como 2 kg/h para pellas (ingrediente A) y 1.33 kg/h para aditivos en polvo (ingredientes B y C), por ejemplo. El extrudido final, que comprende los ingredientes compuestos del material 21 de encamisado, se puede enfriar en un baño de enfriamiento con agua, y se puede aplicar una bomba de vacío con el fin de eliminar el agua del extrudido antes de la transformación en pellas del extrudido usando una máquina cortadora de filamentos. Con respecto al perfil de temperatura del barril, el perfil de temperatura del extrusor puede, por ejemplo, elegirse para que sea 150 °C en las zonas 1 y 2 y 190 °C en las zonas 3 a 10, con finalmente 180 °C para el troquel en la salida del extrusor. Estos valores numéricos son solo a manera de ejemplo; la temperatura del extrusor puede ser diferente y puede elegirse dependiendo del polímero termoplástico utilizado.

A continuación, se describen algunos resultados de prueba con respecto a las propiedades de inflamabilidad de un material de encamisado a manera de ejemplo con referencia a la FIG. 6 a 8.

El material 21 de encamisado puede comprender un polímero termoplástico, un agente intumescente y un agente generador de rigidez. Como material 12 intumescente, se puede utilizar Exolit® OP 765, una marca registrada de Clariant, que comprende un contenido de fósforo de entre 23% y 25% y un contenido de nitrógeno de entre 18% y 20%, explotando así el sinergismo de fósforo y nitrógeno. La densidad a granel del material 12 intumescente utilizado fue de 0.6 g/cm³. Como polímero termoplástico, se usó polipropileno, y como agente generador de rigidez se usó siloxano orgánicamente reactivo. El material de encamisado compuesto comprendía, además del polímero 11 termoplástico como ingrediente principal, el 30% del material 12 intumescente y el 5% del agente generador de rigidez.

Como ingrediente adicional, el 5% de borato de zinc estaba contenido en el material de encamisado, sirviendo como agente supresor de humo. La composición anterior es meramente a manera de ejemplo; como otros polímeros termoplásticos, también se pueden usar los agentes generadores de rigidez organorreactivos y/o los materiales intumescentes de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

- 5 Las propiedades de inflamabilidad se probaron de acuerdo con el protocolo de prueba UL-94, usando especímenes montados verticalmente del tamaño de 12 mm x 3 mm x 127 mm.

10 Cuando se expone a una primera aplicación de una llama Bunsen de 1 kW durante diez segundos en el extremo inferior de las muestras de prueba, la formulación transformada en cerámica, es decir, la mezcla transformada en cerámica del material 21 de encamisado, se autoextingue inmediatamente y no propaga el fuego a lo largo del espécimen. Después de una segunda aplicación de llama durante otros diez segundos, nuevamente ocurrió la autoextinción. De acuerdo con el protocolo UL-94, la formulación transformada en cerámica se clasifica V-0. Solo después de una tercera aplicación adicional de llama de una duración de 90 segundos se encendió el espécimen. Sin embargo, las llamas se extinguieron nuevamente después de solo siete segundos. Las muestras de prueba del material de encamisado pasaron una prueba UL-94 que califica como V-0. Durante la exposición a la llama, se formó un carbón espumoso compacto autoextinguido sobre la superficie de la muestra del elemento de encamisado sin propagar aún más el fuego. No se pudo observar producción de humo durante toda la prueba. Las propiedades de inflamabilidad del material de revestimiento bajo condiciones de fuego forzado se probaron de acuerdo con las mediciones del calorímetro de cono (ISO 5660) utilizando muestras cuadradas de 100 mm x 100 mm x 3 mm fijadas horizontalmente en un soporte de muestra. Cuando se expuso a temperaturas elevadas, con una irradiación de 50 kW/m², el material 21 de encamisado mostró las propiedades de inflamabilidad descritas a continuación y representadas en las FIGS. 6 y 7.

15 En la FIG. 6 y la FIG. 7, la tasa de liberación de calor (HRR) medida para la formulación anterior del material 21 de encamisado se representa con el tiempo. Además, como se muestra en la FIG. 6, se muestra la liberación de calor total (integrada en el tiempo) para este material 21 de encamisado. En la Fig. 7, a modo de comparación, se ilustran los resultados de las pruebas de medición de la tasa de liberación de calor para dos materiales de encamisado comerciales altamente resistentes a las llamas, Halguard® 58140, un producto de marca registrada de Teknor Apex, y CONGuard® 6650, un producto de marca registrada de Condor Compounds.

20 Como se muestra en las FIGS. 6 y 7, el material 21 de encamisado anterior de esta aplicación alcanzó un pico de liberación de calor muy bajo por debajo de 80 kW/m², lo que indicó un fuerte efecto ignífugo. En comparación con los compuestos de poliolefina estándar (con poliolefina HRR o PHRR en el intervalo de 1400 kWm⁻² a 1800 kWm⁻²), se pudo medir una reducción en la tasa de liberación de calor (HRR) en más del 95%. La liberación total de calor (THR) se redujo en un 80% en comparación con los compuestos estándar con base en poliolefinas, lo que confirma una reducción eficiente de la carga total de fuego y/o del riesgo de incendio durante la combustión para el material 21 de encamisado probado que comprende un aditivo intumescente con base en fósforo-nitrógeno así como aditivos precerámicos en combinación. El aditivo intumescente comenzó a formar espuma durante la primera etapa de la combustión, acumulando una capa de barrera sobre los materiales, proporcionando así una buena protección contra la propagación del fuego. La presencia de una cantidad comparativamente pequeña de compuestos precerámicos ayudó al entrecruzamiento del carbón intumescente, creando así una fuerte red tridimensional entrecruzada. La combustión se detuvo en 400 segundos. Finalmente, la producción de humo se redujo significativamente, debido a la formación de un carbón compacto y estable con una estructura interna apretada, evitando así que las moléculas de combustible se difundan en la fase gaseosa.

25 Se comparó el rendimiento frente al fuego de las muestras de prueba del material 21 de encamisado con dos materiales no corrosivos ignífugos y anticorrosivos disponibles comercialmente convencionales para la aplicación de encamisados de cables. Los resultados se muestran en las FIGS. 7 y 8. La FIG. 7 muestra la tasa de liberación de calor (HRR) y la FIG. 8 muestra la producción total de humo (TSP). Los resultados se muestran para las muestras de prueba del material 21 de encamisado de acuerdo con la formulación anterior, en comparación con los productos disponibles convencionalmente Halguard® 58140 y CONGuard® 6650. Como se desprende de las Figs. 7 y 8, las muestras de prueba mostraron cantidades significativamente reducidas de HRR de tasa de liberación de calor (FIG. 7), siendo aproximadamente un 50% más bajas que para las formulaciones convencionales, y más del 50% de producción total de humo reducida TSP (FIG. 8), especialmente después de 250 segundos y posteriormente.

30 Por consiguiente, las propiedades de inflamabilidad de los elementos de encamisado tal como los tubos de protección y las camisas de cable mejoran significativamente cuando se usa el material de encamisado de la presente solicitud, cuyo material de encamisado incluye un agente generador de rigidez, en particular un agente generador de rigidez orgánico, como precursor de vidrio o precursor precerámico, en combinación con el polímero termoplástico y el material intumescente.

35 Preferiblemente, el material 21 de encamisado y todos sus ingredientes no están halogenados; por lo tanto, no es venenoso para los humanos. Preferiblemente, el cable de fibra óptica es un cable interior.

Signos de referencia

ES 2 806 410 T3

| | | |
|----|-----|--------------------------------|
| | 1 | cuerpo compuesto |
| | 1a | superficie exterior |
| | 3 | vidrio |
| | 4 | material cerámico |
| 5 | 5 | tubo de protección |
| | 6 | gas |
| | 8 | frente intumescente |
| | 9 | frente de combustión interno |
| | 10 | cable de fibra óptica |
| 10 | 11 | polímero termoplástico |
| | 12 | material intumescente |
| | 13 | agente generador de rigidez |
| | 14 | catalizador |
| | 15 | fibra óptica |
| 15 | 17 | espuma carbonácea |
| | 18 | elemento endurecedor |
| | 20 | elemento de encamisado |
| | 21 | material de encamisado |
| | 22 | espuma de carbón |
| 20 | 23 | red estructuralmente reforzada |
| | 25 | camisa de cable |
| | A | primer ingrediente |
| | B | segundo ingrediente |
| | C | tercer ingrediente |
| 25 | D | cuarto ingrediente |
| | HRR | rata de liberación de calor |
| | t | tiempo |
| | T | temperatura |
| | THR | liberación de calor total |
| 30 | TSP | producción de humo total |

REIVINDICACIONES

1. Un cable (10) de fibra óptica que comprende:
- una pluralidad de fibras (15) ópticas y
 - al menos un elemento (20) de encamisado tubular que rodea la pluralidad de fibras (15) ópticas, en el que el elemento (20) de encamisado comprende un material (21) de encamisado que contiene al menos los siguientes ingredientes mezclados entre sí:
 - un primer ingrediente (A) es un polímero (11) termoplástico,
 - un segundo ingrediente (B) es un material (12) intumescente capaz de liberar gas, bajo la influencia del calor, para generar una espuma, y
 - un tercer ingrediente (C) es un agente (13) generador de rigidez capaz de descomponerse, bajo la influencia del calor, con la formación de un vidrio (3) y/o de un material (4) cerámico para endurecer la espuma, caracterizado porque el contenido de agente (13) generador de rigidez en el material (21) de encamisado está entre 1% y 10% en peso y porque el agente (13) generador de rigidez es un compuesto de organo-silicio que contiene silicio o el agente (13) generador de rigidez es un compuesto organofosforado para formar un vidrio (3) que contiene fósforo y/o cerámica (4) cuando se descompone.
2. El cable de fibra óptica de la reivindicación 1,
- caracterizado porque el agente (13) generador de rigidez es un material que se descompone, bajo la influencia del calor, con la formación de dióxido de silicio.
3. El cable de fibra óptica de una de las reivindicaciones 1 a 2,
- caracterizado porque el agente (13) generador de rigidez es un siloxano.
4. El cable de fibra óptica de una de las reivindicaciones 1 a 3,
- caracterizado porque el material (21) de encamisado es un material extrudido en el cual el agente (13) generador de rigidez está compuesto con el polímero (11) termoplástico y el material (12) intumescente.
5. El cable de fibra óptica de una de las reivindicaciones 1 a 4,
- caracterizado porque el contenido de agente (13) generador de rigidez en el material (21) de encamisado está entre 2% y 5% en peso.
6. El cable de fibra óptica de una de las reivindicaciones 1 a 5,
- caracterizado porque el material (12) intumescente comprende grafito expandible.
7. El cable de fibra óptica de una de las reivindicaciones 1 a 5,
- caracterizado porque el material (12) intumescente comprende una combinación de sustancias que contienen fósforo y nitrógeno.
8. El cable de fibra óptica de una de las reivindicaciones 1 a 5,
- caracterizado porque el material (12) intumescente comprende una sustancia capaz de formar una espuma al liberar, bajo la influencia del calor, un gas que contiene nitrógeno.
9. El cable de fibra óptica de una de las reivindicaciones 1 a 8,
- caracterizado porque el polímero (11) termoplástico comprende un plástico de ingeniería, una poliolefina, un poliuretano y/o un copolímero.
10. El cable de fibra óptica de una de las reivindicaciones 1 a 9,
- caracterizado porque el material (21) de encamisado comprende además y/o forma, bajo la influencia del calor, un catalizador (14) que promueve la liberación de gas para la formación de la espuma.
11. El cable de fibra óptica de la reivindicación 10,
- caracterizado porque el catalizador (14) es un fosfonato, un fosfinato, un fosfuro u otro agente capaz de formar un ácido con base en fósforo.

12. El cable de fibra óptica de una de las reivindicaciones 1 a 11,

caracterizado porque el polímero (11) termoplástico y/o el material (12) intumescente se descomponen, bajo la influencia del calor, con formación de una espuma de carbón y porque el agente (13) generador de rigidez es un material que, bajo la influencia del calor, se descompone y/o reacciona con la espuma de carbón, formando así una red estructuralmente reforzada para estabilizar mecánicamente la espuma de carbón, en el que la red reforzada estructuralmente comprende el vidrio (4) y/o el material (3) cerámico.

5

13. El cable de fibra óptica de una de las reivindicaciones 1 a 12,

caracterizado porque el material (21) de encamisado comprende además un agente supresor de humo, tal como un borato.

10

14. El cable de fibra óptica de una de las reivindicaciones 1 a 13,

caracterizado porque el cable (10) de fibra óptica es un cable interior y el elemento (20) de encamisado que consiste en el material (21) de encamisado es un tubo (5) de protección y/o una cubierta (25) de cable.

Fig. 1

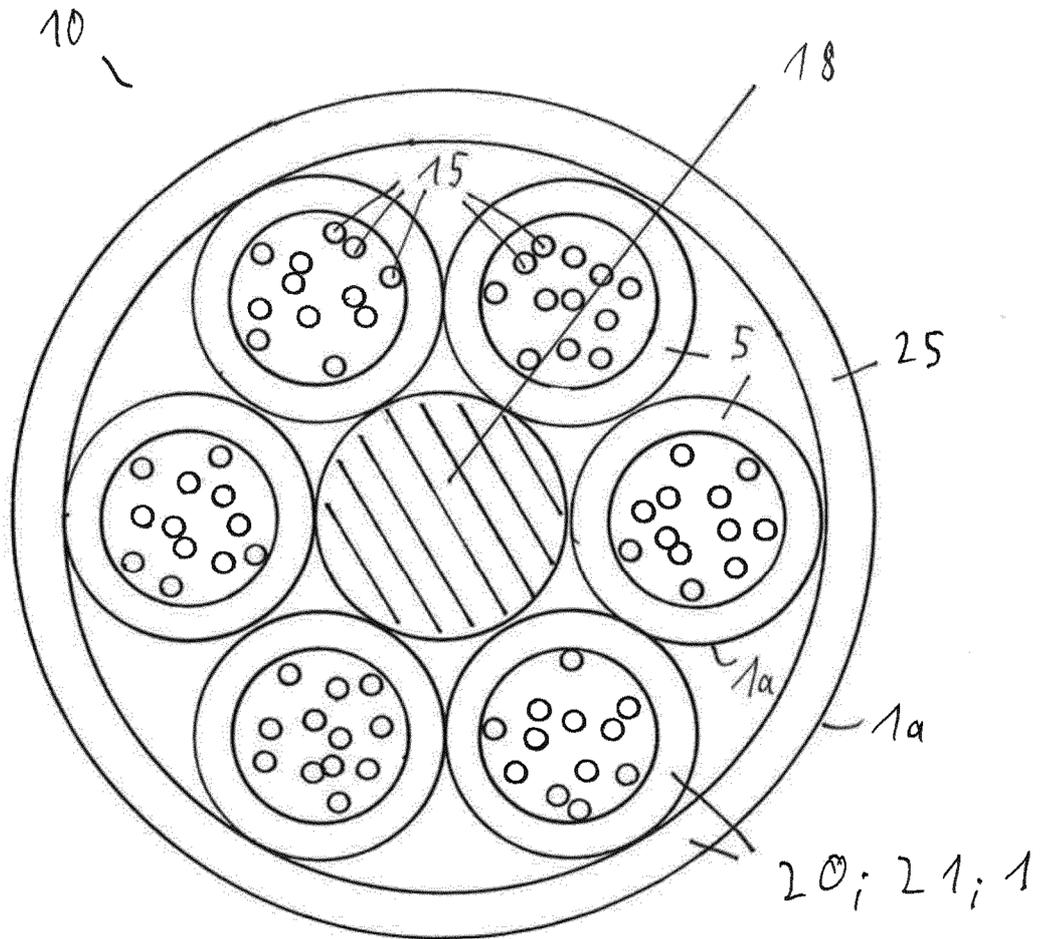


Fig. 2

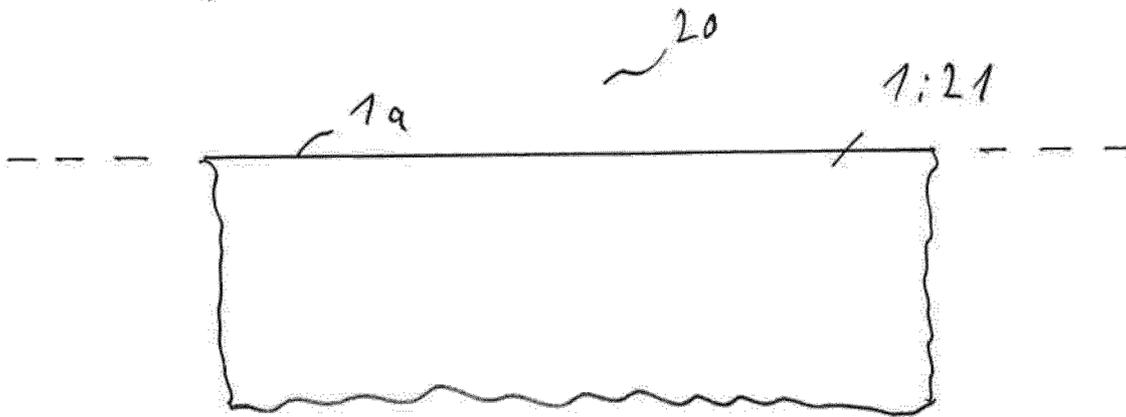


Fig. 3

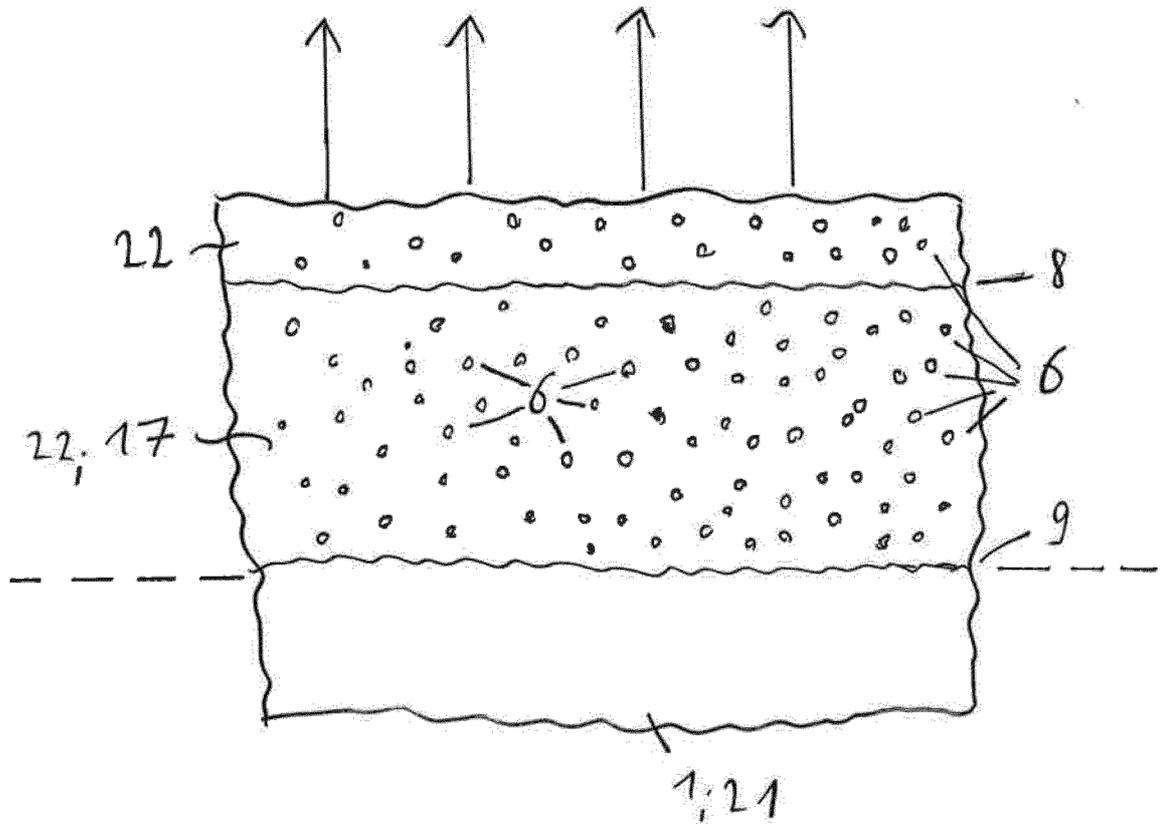


Fig. 4

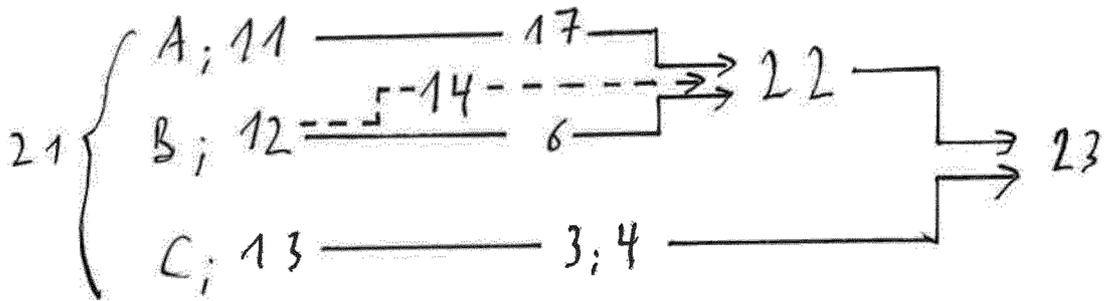


Fig. 5

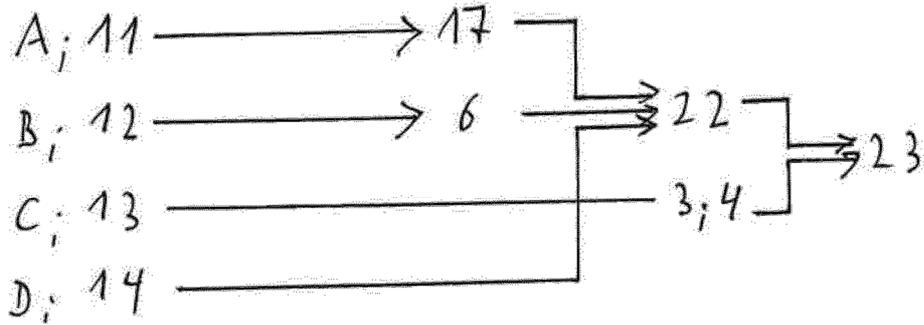


Fig. 6

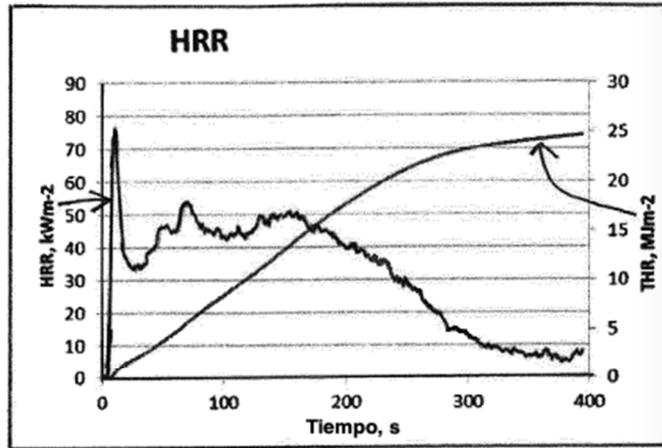


Fig. 7

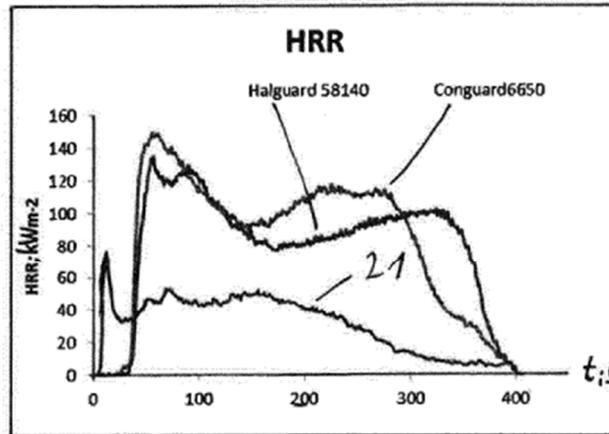


Fig. 8

