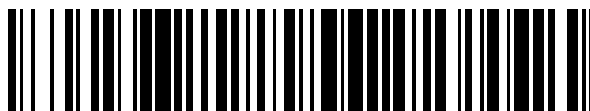


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 825**

51 Int. Cl.:

F16G 13/12 (2006.01)

D03D 3/00 (2006.01)

F16G 15/12 (2006.01)

B66C 1/12 (2006.01)

B66C 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2016** **PCT/EP2016/061972**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2016** **WO16189116**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2016** **E 16727386 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019** **EP 3303875**

54 Título: **Eslabón de cadena híbrida**

30 Prioridad:

28.05.2015 WO PCT/EP2015/169661

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.07.2019

73 Titular/es:

DSM IP ASSETS B.V. (100.0%)

Het Overloon 1

6411 TE Heerlen, NL

72 Inventor/es:

BOSMAN, RIGOBERT;

WIENKE, DIETRICH;

MARISSSEN, ROELOF y

HOMMINGA, JOZEF SIEGFRIED JOHANNES

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 720 825 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

Eslabón de cadena híbrida

5 La presente invención se refiere a un eslabón de cadena que comprende una franja que comprende diferentes hilos de urdimbre. La invención también se dirige a una cadena que comprende dicho eslabón de cadena. Por otra parte, la invención se refiere al uso de dicha cadena en ciertas aplicaciones.

10 Este eslabón de cadena ya se conoce de la técnica anterior. Por ejemplo, el documento WO2008089798 divulga eslabones de cadena que comprenden franjas que comprenden hilos multifilamentosos de poliolefina, particularmente hilos multifilamentosos de polietileno de peso molecular ultraalto (UHMWPE). El documento WO2009/115249A1 divulga primeros eslabones de cadena que comprenden hilos multifilamentosos poliméricos y que tienen un grosor τ_1 al menos en la porción en la que están interconectados con eslabones de cadena adyacentes, teniendo los eslabones adyacentes un grosor τ_2 al menos en la porción en la que se interconectan con los primeros eslabones y en donde la relación τ_2/τ_1 es al menos 1,2. La cadena divulgada en el documento
15 WO2009/115249A1 puede estar formada por eslabones rígidos y flexibles alternos formados por diferentes materiales, espesores y pesos y que tienen una resistencia aproximadamente igual.

20 Aunque las cadenas descritas en los susodichos documentos representan mejoras en el estado de la técnica, existe una necesidad continua de mejorar adicionalmente las cadenas sintéticas. La eficacia de las cadenas divulgadas en la técnica anterior es inferior debido a que la distribución de tensiones entre dos eslabones de cadena adyacentes es bastante heterogénea, provocando esto un daño o una fractura de los eslabones de cadena a cargas aplicadas sobre la cadena inferiores a las esperadas o deseadas. Además, las construcciones de cadena híbrida conocidas típicamente dan como resultado un peso adicional en la cadena. Por otra parte, al usar los eslabones de cadena de la técnica anterior que tienen diferentes tipos de materiales, con diferentes grosores y pesos, las cadenas se
25 producen con altos costes, mediante métodos complejos y se plantea un peligroso riesgo para la seguridad debido a que los eslabones de cadena muestran diferente comportamiento de envejecimiento (p. ej. degradación y corrosión).

30 Por lo tanto, el objetivo de la invención es proporcionar una cadena con una eficacia mejorada con respecto a la cantidad de hilo usado, lo que reduce pérdidas de resistencia mientras se maneja una transferencia de carga máxima entre eslabones de cadena adyacentes.

35 Este objetivo se alcanzó con un eslabón de cadena que comprende una franja que comprende hilos de urdimbre, conteniendo los hilos de urdimbre hilo A de urdimbre e hilo B de urdimbre, siendo la tasa de fluencia mínima del hilo B de urdimbre superior que la tasa de fluencia mínima del hilo A de urdimbre, midiéndose la tasa de fluencia mínima a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C, en donde la franja comprende una sección nuclear longitudinal y al menos dos secciones marginales longitudinales, y en donde la concentración de hilo A de urdimbre en la sección nuclear es superior que la concentración de hilo A en las secciones marginales de la franja y la concentración de hilo B de urdimbre en las secciones marginales es superior que la concentración de hilo B de urdimbre en la sección nuclear de la franja .
40

45 Sorprendentemente, se encontró que, al emplear el eslabón de cadena según la presente invención en una construcción de cadena, la superficie de contacto entre eslabones de cadena interconectados adyacentes cambia formando una silleta óptima entre ellos, dando como resultado posteriormente un incremento de la resistencia a la rotura y la eficacia de la cadena. Además, la pérdida significativamente menor de resistencia de la fibra utilizada da como resultado un coste inferior por unidad de resistencia de la cadena.

50 Es cierto que el documento WO2009/156142A1 divulga un artículo, tal como una construcción de cadena que comprende hilos de soporte de carga de un primer tipo e hilos de soporte de carga de un segundo tipo que tienen una tasa de fluencia de al menos 10 veces más que la tasa de fluencia de los hilos del primer tipo. Sin embargo, los hilos de alta fluencia y los hilos de baja fluencia divulgados en este documento están mezclados homogéneamente en el artículo, p. ej. en un eslabón de cadena, y no están situados en posiciones específicas en el artículo, p. ej. en un eslabón de cadena. Esta construcción que se divulga en este documento da una cadena con propiedades reducidas debido a que, p. ej., la fractura del eslabón de cadena se produce en primer lugar en el hilo de esfuerzo de fractura más bajo, en la posición en la que se produce el esfuerzo más alto (es decir, los márgenes).
55

Ventajas adicionales del eslabón de cadena según la presente invención incluyen un peso más ligero y un factor de seguridad superior, es decir es menos propenso a debilitarse o romperse cuando se somete a altas cargas.

60 Por "fibra" se entiende en la presente un cuerpo alargado que tiene una longitud, un peso, una anchura y un grosor, siendo la dimensión longitudinal de dicho cuerpo mucho mayor que las dimensiones transversales de anchura y grosor. Las fibras pueden tener longitudes continuas, conocidas en la técnica como filamentos, o longitudes discontinuas, conocidas en la técnica como fibras cortadas. Las fibras pueden tener diversas secciones transversales, p. ej. secciones transversales regulares o irregulares con una conformación circular, reniforme, ovalada o rectangular y pueden estar trenzadas o no trenzadas.
65

Por "hilo" se entiende en la presente un cuerpo alargado que contiene una pluralidad de fibras o filamentos, es decir al menos dos fibras o filamentos individuales. Por fibra o filamento individual se entiende en la presente la fibra o el filamento como tal. El término "hilo" incluye hilos filamentosos continuos o hilos filamentosos que contienen una pluralidad de fibras filamentosas continuas e hilos cortados o hilos hilados que contienen fibras cortas también llamadas fibras cortadas. Estos hilos son conocidos por los expertos en la técnica.

Por "franja" se entiende un cuerpo alargado que tiene un grosor (t) y una anchura (w), en donde el grosor (t) es mucho menor que la anchura (w). Particularmente, por "franja" se entiende en la presente un cuerpo alargado que tiene una sección nuclear y secciones marginales longitudinales y que tiene un grosor máximo ($t_{\text{máx}}$), preferiblemente en el centro de la sección nuclear, un grosor mínimo ($t_{\text{mín}}$), preferiblemente en las secciones marginales longitudinales y una anchura (w), en donde ambos grosores son menores que la anchura (w). El grosor máximo y mínimo también pueden ser idénticos. Estas franjas son preferiblemente cuerpos flexibles, particularmente telas o estructuras tejidas tales como por ejemplo una construcción de ligamento simple y/o de ligamento de sarga, conocida en la técnica como ligamento estrecho o cincha textil. La franja puede tener secciones transversales regulares o irregulares. La franja puede ser alternativamente una cinta o un tubo o manga textil circular hueco. La "franja" también se puede denominar en la presente cincha o ligamento estrecho o estructura tejida.

Por "hilo de urdimbre" se entiende generalmente una multitud de hilos que tienen la composición diferente o similar, y también se puede denominar sistema de urdimbre. Cada hilo de urdimbre va sustancialmente longitudinalmente, en la dirección de la máquina de la franja. En general, la dirección longitudinal solo está limitada por la longitud de los hilos de urdimbre mientras que la anchura de una franja está principalmente limitada por el número de hilos de urdimbre individuales (también denominado en la presente número de pasos) y la anchura de la tejedora empleada.

El término "hilo de trama" se refiere generalmente a los hilos que van en una dirección cruzada, transversal a la dirección de la máquina de la franja. Definido por una secuencia de tejeduría de la franja, el hilo de trama se entrelaza o interconecta repetidamente con dicho al menos un hilo de urdimbre. El ángulo formado entre los hilos de urdimbre y los hilos de trama es preferiblemente aproximadamente 90° . La franja puede comprender un solo hilo de trama o múltiples hilos de trama con composición similar o diferente. El hilo de trama en la franja según la presente invención puede ser un solo hilo de trama o una pluralidad de hilos de trama.

Por "orillo" se entiende en la presente el margen externo tejido de una franja o cincha o estructura estrecha, particularmente un margen de una franja o cincha o estructura estrecha en el que los hilos que van en una dirección perpendicular al margen de la franja no se extienden desde la franja como extremos libres, sino que son continuos en el margen al retornar a la franja. Los orillos se forman típicamente en hilos de relleno (también llamados de trama) durante un procedimiento de tejeduría en lanzadera, pero también se pueden elaborar con otras técnicas o en hilos de urdimbre.

La franja puede comprender una pluralidad de hilos de urdimbre que comprenden o consisten en hilo A de urdimbre e hilo B de urdimbre y típicamente una pluralidad de hilos de trama. La cantidad de hilos de trama es preferiblemente inferior que la cantidad de hilos de urdimbre en la franja ya que los hilos de urdimbre típicamente están soportando la carga en una construcción de cadena. La cantidad de trama puede ser menor de 50% en peso, basado en el peso total de la franja, preferiblemente como mucho 45% en peso, como mucho 30% en peso, como mucho 20% en peso, como mucho 10% en peso o como mucho 5% en peso, basado en el peso total de la franja.

Preferiblemente, los hilos de trama y/o los hilos de urdimbre en la franja del eslabón de cadena según la presente invención comprenden cualquier polímero y/o composición polimérica que se pueda procesar como un hilo de alto rendimiento. Más preferiblemente, la franja del eslabón de cadena según la presente invención comprende hilos de alto rendimiento.

En el contexto de la presente invención, "hilos de alto rendimiento" o "fibras de alto rendimiento" incluyen hilos o fibras que comprenden un polímero seleccionado de un grupo que comprende o que consiste en homopolímeros y/o copolímeros de alfa-olefinas, p. ej. etileno y/o propileno; polioxitileno; poli(fluoruro de vinilideno); poli(metilbenceno); poli(etileno-clorotrifluoroetileno); poliamidas y poliamidas, p. ej. poli(p-fenilentereftalamida) (conocida como Kevlar®); poliarilatos; poli(tetrafluoroetileno) (PTFE); poli{2,6-diimidazo-[4,5b-4',5'e]piridinil-1,4(2,5-dihidroxi)fenileno} (conocido como M5); poli(p-fenilen-2,6-benzobisoxazol) (PBO) (conocido como Zylon®); poli(hexametilenadipamida) (conocida como nailon 6,6); polibuteno; poliésteres, p. ej. poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de butileno) y poli(tereftalato de 1,4-ciclohexilidimetileno); poli(acrilonitrilo); poli(alcoholes vinílicos) y polímeros de cristal líquido termotrópicos (LCP) como los conocidos, p. ej., de US 4384016, p. ej. Vectran® (copolímeros de ácido para-hidroxibenzoico y ácido para-hidroxinaftálico). También son posibles hilos de urdimbre y/o hilos de trama que comprenden nanotubos de carbono. Además, combinaciones de hilos que comprenden dichos polímeros pueden estar comprendidas en cada hilo A y B de urdimbre y/o en hilos de trama y se pueden usar para fabricar la franja del eslabón de cadena según la presente invención. Más preferiblemente, el eslabón de cadena según la presente invención comprende hilos A y B de urdimbre, en donde cada hilo A y B comprende poliolefinas, preferiblemente alfa-poliolefinas, tales como homopolímeros de propileno y/o etileno y/o copolímeros basados en propileno y/o etileno. El peso molecular medio (M_w) y/o la viscosidad intrínseca (VI) de dichos materiales poliméricos pueden ser seleccionados fácilmente por el experto a fin de obtener una fibra que tenga propiedades

mecánicas deseadas, p. ej. resistencia a la tracción. La bibliografía técnica proporciona una guía adicional no solo sobre qué valores de M_w o VI debe usar un experto a fin de obtener fibras resistentes, es decir fibras con una alta resistencia a la tracción, sino también sobre cómo producir estas fibras.

Alternativamente, se puede entender en la presente que los hilos de alto rendimiento incluyen hilos, preferiblemente hilos poliméricos, que tienen una tenacidad o resistencia a la tracción de al menos 1,2 N/tex, más preferiblemente al menos 2,5 N/tex, lo más preferiblemente al menos 3,5 N/tex, aún más preferiblemente al menos 4 N/tex. Por razones prácticas, la tenacidad o la resistencia a la tracción de los hilos de alto rendimiento puede ser como mucho 10 N/tex. La resistencia a la tracción se puede medir mediante el método que se describe en la sección de "Ejemplos" posterior de la presente.

El módulo de tracción de los hilos de alto rendimiento puede ser de al menos 40 GPa, más preferiblemente al menos 60 GPa, lo más preferiblemente al menos 80 GPa. El título de las fibras en dicho hilo es preferiblemente al menos 100 dtex, aún más preferiblemente al menos 1000 dtex, todavía más preferiblemente al menos 2000 dtex, incluso más preferiblemente al menos 3000 dtex, aún más preferiblemente al menos 5000 dtex, incluso más preferiblemente al menos 7000 dtex, lo más preferiblemente al menos 10000 dtex.

Preferiblemente, los hilos A y B de urdimbre y/o los hilos de trama comprenden hilos de alto rendimiento que comprenden un polímero, aún más preferiblemente una poliolefina, aún más preferiblemente un polietileno y lo más preferiblemente polietileno de peso molecular ultraalto (UHMWPE). Los hilos A y B de urdimbre y/o los hilos de trama pueden consistir sustancialmente en un polímero, preferiblemente una poliolefina, más preferiblemente un polietileno de alto rendimiento y lo más preferiblemente polietileno de peso molecular ultraalto (UHMWPE). En una cadena, las fuerzas se transmiten típicamente de un eslabón de cadena a otro a través de las interconexiones, donde los eslabones hacen contacto mutuo local directo. En los puntos o las localizaciones de contacto, los eslabones de cadena generalmente están sometidos a mucho estrés (principalmente estreses compresivos), lo que conduce fácilmente a daño local o incluso fractura del eslabón. Cuando se usan poliolefinas y especialmente UHMWPE en los hilos, la vida útil y la fiabilidad de la cadena se mejora, en particular bajo condiciones de carga dinámica.

En el contexto de la presente invención, la expresión 'que consiste sustancialmente en' tiene el significado de 'puede comprender trazas de especies adicionales' o en otras palabras 'que comprende más de 98% en peso de' y de ahí permite la presencia de hasta 2% en peso de especies adicionales.

Por 'UHMWPE' se entiende un polietileno que tiene una viscosidad intrínseca (VI), según se mide en una solución en decalina a 135°C) de al menos 5 dl/g, preferiblemente de entre aproximadamente 8 y 40 dl/g. La viscosidad intrínseca es una medida de la masa molar (también llamada peso molecular) que se puede determinar más fácilmente que parámetros de la masa molar real como M_n y M_w . Existen varias relaciones empíricas entre VI y M_w , pero esta relación depende de la distribución de masa molar. Basándose en la ecuación $M_w = 5,37 \cdot 10^4 [VI]^{1,37}$ (véase el documento EP 0504954 A1) una VI de 8 dl/g sería equivalente a un M_w de aproximadamente 930 kg/mol. Preferiblemente, el UHMWPE es un polietileno lineal con menos de una ramificación por 100 átomos de carbono, y preferiblemente menos de una ramificación por 300 átomos de carbono; conteniendo habitualmente una ramificación o cadena lateral o ramificación de cadena al menos 10 átomos de carbono. El polietileno lineal puede contener además hasta 5% en moles de uno o más comonómeros, tales como alquenos como propileno, buteno, penteno, 4-metilpenteno u octeno.

Por 'hilos de UHMWPE' se entienden en la presente hilos que comprenden fibras que comprenden polietileno de masa molar ultraalta y que tienen una tenacidad de al menos 1,5, preferiblemente 2,0, más preferiblemente al menos 2,5 o al menos 3,0 N/tex. La resistencia a la tracción, también simplemente resistencia, o la tenacidad de las fibras se determinan mediante métodos conocidos como los descritos en la sección experimental. No existe razón para un límite superior de tenacidad de fibras de UHMWPE en la cuerda, pero las fibras disponibles son típicamente de una tenacidad de como mucho aproximadamente 5 a 6 N/tex. Las fibras de UHMWPE también tienen un alto módulo de tracción, p. ej. de al menos 75 N/tex, preferiblemente al menos 100 o al menos 125 N/tex. Las fibras de UHMWPE también se denominan fibras de polietileno de alto módulo o fibras de polietileno de alto rendimiento.

Los hilos de UHMWPE tienen preferiblemente un título de al menos 5 dtex, más preferiblemente al menos 10 dtex. Por razones prácticas, el título de los hilos de la invención es como mucho de varios miles de dtex, preferiblemente como mucho 5000 dtex, más preferiblemente como mucho 3000 dtex. Preferiblemente, el título de los hilos está en el intervalo de 10 a 10000, más preferiblemente de 15 a 6000 y lo más preferiblemente en el intervalo de 20 a 3000 dtex.

Las fibras de UHMWPE tienen preferiblemente un título de filamentos de al menos 0,1 dtex, más preferiblemente al menos 0,5 dtex, lo más preferiblemente al menos 0,8 dtex. El título de filamentos máximo es preferiblemente como mucho 50 dtex, más preferiblemente como mucho 30 dtex y lo más preferiblemente como mucho 20 dtex.

Preferiblemente, los hilos de UHMWPE comprenden fibras hiladas en forma de gel, es decir fibras fabricadas con un procedimiento de hilatura en forma de gel. Ejemplos de procedimientos de hilatura en forma de gel para la

fabricación de fibras de UHMWPE se describen en numerosas publicaciones, incluyendo los documentos EP 0205960 A, EP 0213208 A1, US 4413110, GB 2042414 A, GB-A-2051667, EP 0200547 B1, EP 0472114 B1, WO 01/73173 A1 y EP 1.699.954. El procedimiento de hilatura en forma de gel comprende típicamente preparar una solución de un polímero de alta viscosidad intrínseca (p. ej. UHMWPE), extruir la solución en fibras a una temperatura por encima de la temperatura de disolución, enfriar las fibras por debajo de la temperatura de gelificación, gelificando de ese modo al menos parcialmente las fibras, y estirar las fibras antes, durante y/o después de la retirada al menos parcial del disolvente. Las fibras hiladas en forma de gel obtenidas pueden contener una cantidad muy baja de disolvente, por ejemplo como mucho 500 ppm.

La franja puede contener además cualesquiera aditivos habituales, en una cantidad de, por ejemplo, entre 0 y 30% en peso, preferiblemente entre 5 y 20% en peso de la composición de la franja en peso total. Los hilos de trama y/o los hilos de urdimbre pueden estar revestidos, p. ej., mediante revestimientos para reducir o mejorar la adherencia - dependiendo de la propiedad deseada, colorantes, disolventes, antioxidantes, estabilizantes térmicos, promotores del flujo y similares. Dichos hilos se pueden revestir, preferiblemente, con de 10 a 20% en peso de poliuretano, particularmente un revestimiento de poliuretano dispersado en agua, para mantener las fibras juntas en el hilo. Otros revestimientos adecuados pueden incluir revestimientos de silicona, poliéster y basados en reactivos.

Preferiblemente, los hilos A y B de urdimbre comprenden hilos de alto rendimiento según la definición de los hilos de alto rendimiento a la que se hace referencia en la presente. Preferiblemente, los hilos A y B de urdimbre comprenden individualmente al menos 10% en peso de hilos de alto rendimiento basado en la composición en peso de hilos de urdimbre totales, más preferiblemente al menos 25% en peso, aún más preferiblemente al menos 50% en peso, aún más preferiblemente al menos 75% en peso, aún más preferiblemente al menos 90% en peso y lo más preferiblemente 100% en peso de hilos de alto rendimiento. Más preferiblemente, los hilos de alto rendimiento comprenden un polietileno y lo más preferiblemente, UHMWPE.

Los hilos de trama de la franja del eslabón de cadena de la presente invención comprenden preferiblemente hilos de alto rendimiento según la definición de los hilos de alto rendimiento a la que se hace referencia en la presente. En una realización más preferida, los hilos de trama comprenden al menos 10% en peso de hilos de alto rendimiento basado en la composición en peso de hilos de trama totales, más preferiblemente al menos 25% en peso, aún más preferiblemente al menos 50% en peso, aún más preferiblemente al menos 75% en peso, aún más preferiblemente al menos 90% en peso y lo más preferiblemente 100% en peso de hilos de alto rendimiento. Más preferiblemente, los hilos de alto rendimiento comprenden un polietileno de alto rendimiento y lo más preferiblemente, UHMWPE.

Preferiblemente, los hilos de urdimbre de la franja según la presente invención, incluyendo el hilo A de urdimbre y/o el hilo B de urdimbre, comprenden un polietileno, lo más preferiblemente UHMWPE y lo más preferiblemente aún UHMWPE que comprende ramificaciones olefinicas (OB). Lo más preferiblemente, el hilo A de urdimbre comprende UHMWPE que comprende ramificaciones olefinicas. Lo más preferiblemente, el hilo A de urdimbre de la franja según la presente invención consiste sustancialmente en un polietileno, preferiblemente un polietileno de alto rendimiento, lo más preferiblemente de UHMWPE y lo más preferiblemente aún UHMWPE que comprende ramificaciones olefinicas (OB). Este UHMWPE se describe, por ejemplo, en el documento WO2012139934, incluido en la presente mediante referencia. Las OB pueden tener un número de átomos de carbono entre 1 y 20, más preferiblemente entre 2 y 16, aún más preferiblemente entre 2 y 10 y lo más preferiblemente entre 2 y 6. Se obtienen buenos resultados en cuanto a la capacidad de estiramiento de la fibra y la estabilización de la fluencia cuando dichas ramificaciones son preferiblemente ramificaciones alquílicas, más preferiblemente ramificaciones etílicas, ramificaciones propílicas, ramificaciones butílicas o ramificaciones hexílicas y lo más preferiblemente ramificaciones etílicas o butílicas. El número de ramificaciones olefinicas, p. ej. etílicas o butílicas, por mil átomos de carbono se puede determinar mediante FTIR sobre una película moldeada por compresión de 2 mm de grosor al cuantificar la absorción a 1375 cm^{-1} usando una curva de calibración basada en medidas de RMN como, p. ej., en el documento EP 0 269 151 (en particular la página 4 del mismo). Además, el UHMWPE tiene preferiblemente una cantidad de ramificaciones olefinicas por mil átomos de carbono (OB/1000C) de entre 0,01, más preferiblemente 0,05 y 1,30, más preferiblemente entre 0,10 y 1,10, aún más preferiblemente entre 0,30 y 1,05. Cuando el UHMWPE usado según la invención tiene ramificaciones etílicas, preferiblemente dicho UHMWPE tiene una cantidad de ramificaciones etílicas por mil átomos de carbono (C2H5/1000C) de entre 0,40 y 1,10, más preferiblemente entre 0,60 y 1,10, además, más preferiblemente entre 0,64 y 0,72 o entre 0,65 y 0,70 y lo más preferiblemente entre 0,78 y 1,10, además, lo más preferiblemente entre 0,90 y 1,08, o entre 1,02 y 1,07. Cuando el UHMWPE usado según la invención tiene ramificaciones butílicas, preferiblemente dicho UHMWPE tiene una cantidad de ramificaciones butílicas por mil átomos de carbono (C4H9/1000C) de entre 0,05 y 0,80, más preferiblemente entre 0,10 y 0,60, aún más preferiblemente entre 0,15 y 0,55, lo más preferiblemente entre 0,30 y 0,55.

Preferiblemente, los hilos que comprenden UHMWPE que comprende ramificaciones olefinicas se obtienen al hilar un UHMWPE que comprende ramificaciones olefinicas y que tiene un estrés de elongación (ES) y una relación (OB/1000C)/ES entre el número de ramificaciones olefinicas por mil átomos de carbono (OB/1000C) y el estrés de elongación (ES) de al menos 0,2 y más preferiblemente de al menos 0,5. Dicha relación se puede medir cuando dicha fibra de UHMWPE se somete a una carga de 600 MPa a una temperatura de 70°C, tiene una vida útil con fluencia de al menos 90 horas, preferiblemente de al menos 100 horas, más preferiblemente de entre 110 horas y 445 horas, preferiblemente al menos 110 horas, aún más preferiblemente de al menos 120 horas, lo más

preferiblemente de al menos 125 horas. El estrés de elongación (ES en N/mm²) de un UHMWPE se puede medir según ISO 11542-2A.

El UHMWPE tiene preferiblemente una relación (OB/1000C)/ES de al menos 0,3, más preferiblemente de al menos 0,4, aún más preferiblemente de al menos 0,5, todavía más preferiblemente de al menos 0,7, todavía más preferiblemente de al menos 1,0, todavía más preferiblemente de al menos 1,2. Cuando el UHMWPE usado en la presente invención tiene ramificaciones etílicas, dicho UHMWPE tiene preferiblemente una relación (C2H5/1000C)/ES de al menos 1,00, más preferiblemente de al menos 1,30, aún más preferiblemente de al menos 1,45, todavía más preferiblemente de al menos 1,50, lo más preferiblemente de al menos 2,00. Preferiblemente, dicha relación está entre 1,00 y 3,00, más preferiblemente entre 1,20 y 2,80, aún más preferiblemente entre 1,40 y 1,60, todavía más preferiblemente entre 1,45 y 2,20. Cuando el UHMWPE tiene ramificaciones butílicas, dicho UHMWPE tiene preferiblemente una relación (C4H9/1000C)/ES de al menos 0,25, aún más preferiblemente al menos 0,30, todavía más preferiblemente al menos 0,40, todavía más preferiblemente al menos 0,70, más preferiblemente de al menos 1,00, lo más preferiblemente de al menos 1,20. Preferiblemente, dicha realización está entre 0,20 y 3,00, más preferiblemente entre 0,40 y 2,00, aún más preferiblemente entre 1,40 y 1,80. El UHMWPE tiene preferiblemente un ES de como mucho 0,70, más preferiblemente de como mucho 0,50, más preferiblemente de como mucho 0,49, aún más preferiblemente como mucho 0,45, lo más preferiblemente como mucho 0,40. Cuando dicho UHMWPE tiene ramificaciones etílicas, preferiblemente, dicho UHMWPE tiene un ES de entre 0,30 y 0,70, más preferiblemente entre 0,35 y 0,50. Cuando dicho UHMWPE tiene ramificaciones butílicas, preferiblemente dicho UHMWPE tiene un ES de entre 0,30 y 0,50, más preferiblemente entre 0,40 y 0,45.

La fibra de UHMWPE ramificada se puede obtener al hilar en forma de gel un UHMWPE que comprende ramificaciones etílicas y que tiene un estrés de elongación (ES), en donde la relación (C2H5/1000C)/ES entre el número de ramificaciones etílicas por mil átomos de carbono (C2H5/1000C) y el estrés de elongación (ES) es al menos 1,0, en donde C2H5/1000C está entre 0,60 y 0,80 o entre 0,90 y 1,10 y en donde el ES está entre 0,30 y 0,50. Preferiblemente, el UHMWPE tiene una VI de al menos 15 dl/g, más preferiblemente al menos 20 dl/g, más preferiblemente al menos 25 dl/g. Preferiblemente, la fibra de UHMWPE tiene una vida útil con fluencia de al menos 90 horas, preferiblemente de al menos 150 horas, más preferiblemente de al menos 200 horas, aún más preferiblemente de al menos 250 horas, lo más preferiblemente de al menos 290 horas y, además, lo más preferiblemente de al menos 350 horas. La fibra de UHMWPE ramificada también se puede obtener al hilar en forma de gel un UHMWPE que comprende ramificaciones butílicas y que tiene un estrés de elongación (ES), en donde la relación (C4H9/1000C)/ES entre el número de ramificaciones butílicas por mil átomos de carbono (C4H9/1000C) y el estrés de elongación (ES) es al menos 0,5, en donde C4H9/1000C está entre 0,20 y 0,80 y en donde el ES está entre 0,30 y 0,50. Preferiblemente, el UHMWPE tiene una VI de al menos 15 dl/g, más preferiblemente al menos 20 dl/g. Preferiblemente, la fibra tiene una vida útil con fluencia de al menos 90 horas, más preferiblemente de al menos 200 horas, aún más preferiblemente de al menos 300 horas, todavía más preferiblemente de al menos 400 horas, lo más preferiblemente de al menos 500 horas.

La poliolefina, preferiblemente polietileno y lo más preferiblemente UHMWPE ramificado, que se usa preferiblemente en el hilo A de urdimbre de la franja del eslabón de cadena según la presente invención se puede obtener mediante cualquier procedimiento conocido en la técnica. Un ejemplo adecuado de este procedimiento conocido en la técnica es un procedimiento de polimerización en suspensión en presencia de un catalizador de polimerización de olefinas a una temperatura de polimerización. Dicho procedimiento puede comprender, a modo de ejemplo, las etapas de: a) cargar un reactor, p. ej. un reactor de acero inoxidable, con a-i) un disolvente alifático apolar que tiene un punto de ebullición a una temperatura superior que la temperatura de polimerización. Dicha temperatura de polimerización puede estar preferiblemente entre 50°C y 90°C, más preferiblemente entre 55°C y 80°C, lo más preferiblemente entre 60°C y 70°C. El punto de ebullición de dicho disolvente puede estar entre 60°C y 100°C. Dicho disolvente se puede elegir del grupo que comprende heptano, hexano, pentametilheptano y ciclohexano; a-ii) un alquilo de aluminio como cocatalizador tal como trietilaluminio (TEA) o triisobutilaluminio (TIBA); a-iii) una olefina gaseosa, preferiblemente etileno gaseoso, hasta una presión entre 0,1 y 5 bares manométricos, preferiblemente entre 1 y 3 bares manométricos, lo más preferiblemente entre 1,8 y 2,2 bares manométricos; a-iv) un comonomero alfa-olefínico; y iv) un catalizador adecuado para producir una poliolefina, preferiblemente un polietileno, lo más preferiblemente UHMWPE, bajo las condiciones a)-i) a a)-iv), siendo preferiblemente dicho catalizador un catalizador de Ziegler-Natta. Los catalizadores de Ziegler-Natta son conocidos en la técnica y se describen, a modo de ejemplo, en los documentos WO 2008/058749 o EP 1 749 574 incluidos en la presente mediante referencia; a continuación b) incrementar gradualmente la presión de la olefina gaseosa dentro del reactor, p. ej. al ajustar el flujo de gas, para alcanzar una presión de gas de preferiblemente como mucho 10 bares manométricos durante el transcurso del procedimiento de polimerización; y c) producir poliolefina, preferiblemente polietileno y lo más preferiblemente UHMWPE, que puede estar en la forma de partículas que pueden tener un tamaño de partícula medio (D50) según se mide mediante ISO 13320-1 de entre 80 µm y 300 µm, más preferiblemente de entre 100 µm y 200 µm, lo más preferiblemente de entre 140 µm y 160 µm. El comonomero alfa-olefínico se puede elegir teniendo en cuenta apropiadamente el tipo de ramificación requerido. A modo de ejemplo, a fin de producir una poliolefina, preferiblemente un polietileno y lo más preferiblemente UHMWPE, que tiene ramificaciones etílicas, el comonomero alfa-olefínico es buteno, más preferiblemente 1-buteno. La relación etileno gaseoso:total (NL:NL) en caso de que se use un polietileno, preferiblemente UHMWPE, puede ser como mucho 325:1, preferiblemente como mucho 150:1, lo más preferiblemente como mucho 80:1; en donde por etileno total se entiende el etileno añadido en las etapas a)-iii)

y b). A fin de producir una poliolefina, preferiblemente un polietileno y lo más preferiblemente UHMWPE, que tiene ramificaciones butílicas, p. ej. n-butílicas, o hexílicas, el comonomero olefínico es 1-hexeno o 1-octeno, respectivamente. Preferiblemente, por ramificaciones butílicas se entiende en la presente ramificaciones n-butílicas.

5 La poliolefina comprendida preferiblemente en el hilo A de urdimbre también o alternativamente puede comprender grupos laterales cloro en la cadena principal del polímero. Las fibras que comprenden este UHMWPE se pueden obtener mediante cualesquiera métodos ya conocidos en la técnica, p. ej. mediante la cloración de una poliolefina, preferiblemente polietileno y lo más preferiblemente UHMWPE. Estos métodos de cloración son descritos a modo de ejemplo en la tesis de disertación publicada *H. N. A. M. Steenbakkers-Menting, "Chlorination of ultrahigh molecular weight polyethylene", PhD Thesis, technical University of Eindhoven, Países Bajos (1995)*, documento incorporado en la presente mediante referencia. Este documento describe, a modo de ejemplo, la cloración de polvo de PE en suspensión a 20-40°C; en un tambor giratorio a 90°C y en solución. Se describen en este documento fibras que comprenden polietilenos, p. ej. HDPE y UHMWPE, que tienen cantidades variables de grupos cloro.

10 Más preferiblemente, el eslabón de cadena según la invención comprende una franja que comprende hilos de urdimbre que contienen hilo A de urdimbre e hilo B de urdimbre, siendo la relación de la tasa de fluencia mínima del hilo B de urdimbre a la tasa de fluencia mínima del hilo A de urdimbre al menos 2, midiéndose la tasa de fluencia mínima a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C, en donde la franja comprende una sección nuclear longitudinal y al menos dos secciones marginales longitudinales, y en donde la concentración de hilo A de urdimbre en la sección nuclear es superior que la concentración de hilo A en las secciones marginales de la franja y la concentración de hilo B de urdimbre en las secciones marginales es superior que la concentración de hilo B de urdimbre en la sección nuclear de la franja y en donde el hilo B de urdimbre comprende un hilo de alto rendimiento, que comprendiendo preferiblemente el hilo de alto rendimiento un polietileno y más preferiblemente polietileno de peso molecular ultraalto (UHMWPE), según se describe en la presente, y el hilo A de urdimbre comprende un hilo de alto rendimiento que comprende un polietileno que comprende ramificaciones poliolefínicas, y preferiblemente UHMWPE que comprende ramificaciones olefínicas (OB), según se describe en la presente.

Preferiblemente, la relación de la tasa de fluencia mínima del hilo B a la tasa de fluencia mínima del hilo A es al menos 2. Una relación inferior de la tasa de fluencia mínima del hilo B a la tasa de fluencia mínima del hilo A puede tener un efecto insignificante o incluso disminuir la eficacia de la cadena. Más preferiblemente, la relación de la tasa de fluencia mínima del hilo B a la tasa de fluencia mínima del hilo A es al menos 5, al menos 10, al menos 50, al menos 100 o más. Preferiblemente, no existe límite superior de esta relación de tasas de fluencia mínimas. Sin querer limitarse por una teoría, se cree que empleando la franja en la construcción del eslabón de cadena según la presente invención, la superficie de contacto entre eslabones de cadena interconectados adyacentes cambia y las fuerzas se distribuyen más igualmente en cada punto en cada dirección del eslabón de cadena, minimizando el estrés máximo local. Esto puede conducir a la formación de una silleta óptima entre los eslabones de cadena adyacentes interconectados permitiendo una transferencia de carga máxima entre dichos eslabones y dando como resultado un incremento de la resistencia a la rotura y la eficacia de la cadena. Una silleta óptima se puede caracterizar por una gran superficie de contacto y una distribución de fuerzas aproximadamente igual a través de todas las direcciones en cualquier punto del eslabón de cadena, dando esto como resultado una transferencia de carga óptima entre eslabones de cadena adyacentes.

El hilo A de urdimbre también se puede denominar en la presente el "hilo de baja fluencia", el hilo A de urdimbre es preferiblemente el hilo de urdimbre que soporta la carga. El hilo B de urdimbre también se puede denominar en la presente el "hilo de alta fluencia", el hilo B de urdimbre se añade preferiblemente para relajar el estrés entre los eslabones de cadena.

Con respecto a su localización con respecto al eslabón adyacente, cada sección marginal de la franja puede tener una cara externa y una interna. La cara externa de la sección marginal es la parte que da hacia fuera/el exterior de la franja (p. ej. el eslabón de cadena adyacente). La cara interna de la sección marginal es la parte del margen que da al núcleo de la franja y es opuesta al margen externo. Ambas caras marginales internas son adyacentes a la sección nuclear. Ambas caras marginales externas dan hacia afuera (p. ej. el eslabón de cadena adyacente). Ni que decir tiene que aunque se denominen sección "interna" y sección "externa", estas denominaciones no son limitativas y son intercambiables. El núcleo de la franja es en la presente la sección longitudinal de la franja situada entre las dos secciones marginales longitudinales y es adyacente a ambas secciones marginales longitudinales internas. Cada margen longitudinal puede comprender o consistir en un orillo.

Con respecto a su localización hacia el exterior y/o hacia otra franja, cada sección marginal de una franja tiene típicamente una superficie superior (en la presente también se puede denominar "cara superior") y una superficie inferior (en la presente también se puede denominar "cara inferior") opuesta a la superficie superior. Ni que decir tiene que aunque se denominen superficie superior y superficie inferior, estas denominaciones no son limitativas y pueden ser intercambiables.

La tasa de fluencia mínima del hilo A puede ser como mucho 1×10^{-5} % por segundo, midiéndose dicha tasa de fluencia mínima a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C. Preferiblemente, el hilo A de urdimbre de la franja del eslabón de cadena de la presente invención también puede tener una tasa de fluencia mínima de como

mucho 4×10^{-6} % por segundo, lo más preferiblemente como mucho 2×10^{-6} % por segundo, medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C. Lo más preferiblemente, la tasa de fluencia mínima del hilo A de urdimbre es al menos aproximadamente 1×10^{-10} % por segundo.

5 La fluencia es un parámetro ya conocido en la técnica y típicamente depende de la tensión y la temperatura aplicadas a un material. Típicamente, los valores de alta tensión y alta temperatura promueven un comportamiento de fluencia rápido. La fluencia puede ser (parcialmente) reversible o irreversible al descargar. La tasa de deformación dependiente del tiempo se denomina tasa de fluencia y es una medida de cuán rápidamente las fibras están sufriendo dicha deformación. La tasa de fluencia inicial puede ser alta, pero la deformación por fluencia puede
10 disminuir durante la carga constante hasta una tasa de fluencia final que puede ser insignificante (p. ej. cerca de un valor cero).

La tasa de fluencia mínima de los hilos A y B de urdimbre de la franja del eslabón de cadena según la presente invención se puede medir mediante el método que se describe en la sección de *Ejemplos - Métodos de*
15 *caracterización* de la presente invención y en la solicitud de patente publicada WO2016001158. Particularmente, la tasa de fluencia mínima de los hilos se ha derivado en la presente de una medida de fluencia aplicada a hilos multifilamentosos al aplicar el método estándar ASTM D885M bajo una carga constante de 900 MPa, a una temperatura de 30°C y a continuación medir la respuesta de fluencia (es decir la elongación por esfuerzo, %) como una función del tiempo. La tasa de fluencia mínima se determina en la presente mediante la primera derivada de la
20 fluencia como una función del tiempo, en el que la primera derivada tiene el valor más bajo (p. ej. la tasa de fluencia [1/s] del hilo se representa como una función de la elongación por esfuerzo [%] del hilo en el llamado diagrama de Sherby y Down conocido).

La relación en peso del hilo A al hilo B (A/B) en la franja del eslabón de cadena según la presente invención puede
25 ser $0,1 \leq A/B \leq 10$. Preferiblemente, la relación A/B es $0,5 \leq A/B \leq 5$. Más preferiblemente, la relación A/B es aproximadamente $0,7 \leq A/B \leq 3$, aún más preferiblemente, dicha relación es $1 \leq A/B \leq 2$. Al aplicar estas relaciones en peso, la resistencia a la rotura y la eficacia de la cadena se incrementan.

La concentración del hilo B de urdimbre en la sección nuclear está preferiblemente en un intervalo de 0% en peso a
30 50% en peso, basado en la composición en peso de hilos de urdimbre totales de la sección nuclear, más preferiblemente como mucho 50% en peso, o como mucho 40% en peso, o como mucho 30% en peso, o como mucho 20% en peso, o como mucho 10% en peso, basado en la composición en peso de hilos de urdimbre totales de la sección nuclear. Lo más preferiblemente, la franja comprende un sistema de urdimbre que consiste sustancialmente en un hilo A de urdimbre en la sección nuclear. La concentración de hilo B de urdimbre de la
35 sección nuclear es preferiblemente aproximadamente 0% en peso.

La concentración de hilo B de urdimbre en cada sección longitudinal está preferiblemente en un intervalo de 100%
40 en peso a 50% en peso, basado en la composición en peso de hilos de urdimbre totales de cada sección marginal longitudinal, más preferiblemente entre 100 y 85% en peso y lo más preferiblemente aproximadamente 100% en peso. La concentración de hilo B de urdimbre en cada una en las secciones marginales longitudinales es preferiblemente al menos 50% en peso, todavía más preferiblemente al menos 60% en peso, más preferiblemente al menos 70% en peso, aún más preferiblemente al menos 80% en peso, aún más preferiblemente al menos 90% en peso y lo más preferiblemente al menos 95% en peso. Lo más preferiblemente, la franja comprende un sistema de urdimbre que consiste sustancialmente en un hilo B de urdimbre en cada sección longitudinal marginal. La
45 concentración de hilo B de urdimbre en cada sección marginal longitudinal es preferiblemente aproximadamente 100% en peso.

La concentración de hilo A de urdimbre en la sección nuclear está preferiblemente en un intervalo de 100% en peso
50 a 50% en peso, basado en la composición en peso de hilos de urdimbre totales de la sección nuclear, más preferiblemente como mucho 95% en peso y al menos 75% en peso. La concentración de hilo A de urdimbre en la sección nuclear es preferiblemente al menos 50% en peso, todavía más preferiblemente al menos 60% en peso, más preferiblemente al menos 70% en peso, aún más preferiblemente al menos 80% en peso, aún más preferiblemente al menos 90% en peso y lo más preferiblemente al menos 95% en peso, basado en la composición en peso de hilos de urdimbre totales de la sección nuclear. Lo más preferiblemente, la franja comprende un sistema de urdimbre que consiste sustancialmente en un hilo A de urdimbre en la sección nuclear. La concentración de hilo A de urdimbre en la sección nuclear es preferiblemente aproximadamente 100% en peso.
55

La concentración de hilo A de urdimbre en cada sección marginal longitudinal está preferiblemente en un intervalo
60 de 0% en peso a 50% en peso, basado en la composición en peso total de cada sección marginal longitudinal, más preferiblemente al menos 50% en peso, o al menos 40% en peso, o al menos 30% en peso, o al menos 20% en peso, o al menos 10% en peso, basado en la composición en peso de hilos de urdimbre totales de cada sección marginal longitudinal. La concentración de hilo A de urdimbre en cada sección marginal longitudinal es preferiblemente aproximadamente 0% en peso.

65 La concentración de los hilos B de alta fluencia y del hilo A de baja fluencia puede variar como un gradiente a través de la anchura de la franja, cada sección marginal contiene preferiblemente como mucho o incluso aproximadamente

100% en peso de hilo B de urdimbre y la sección nuclear contiene preferiblemente como mucho o incluso aproximadamente 100% en peso de hilo A de urdimbre.

5 El peso total de los hilos de urdimbre en la sección nuclear asciende a 100%. El peso total de los hilos de urdimbre en cada sección marginal asciende a 100%. El peso total de los hilos de urdimbre y los hilos de trama en la franja de la invención asciende a 100%.

10 La franja de la invención comprende hilo A de urdimbre e hilo B de urdimbre, que se distinguen por su tasa de fluencia mínima y se pueden distinguir adicionalmente también por su posición dentro de la franja. Se entiende en la presente que esta posición dentro de la franja es la posición respectiva de hilo A de urdimbre e hilo B de urdimbre en la relación a través de la anchura de la franja. La posición de los dos hilos de urdimbre se puede definir según su posición a través de la anchura de la franja. A este respecto, se puede considerar que una franja es un objeto tridimensional en el que una dimensión (el grosor) es mucho menor que las otras dos dimensiones (la longitud o la dirección de la urdimbre y la anchura o la dirección de la trama). En general, la dirección longitudinal solo está
15 limitada por la dirección de los hilos de urdimbre mientras que la anchura de una franja está limitada principalmente por el número de hilos de urdimbre individuales y la anchura de la tejedora empleada.

20 La estructura de ligamento o cincha formada por los hilos de urdimbre y los hilos de trama puede ser de múltiples tipos, dependiendo del número y los diámetros de los hilos de urdimbre y los hilos de trama empleados así como de la secuencia de tejeduría usada entre los hilos de urdimbre y los hilos de trama durante el procedimiento de tejeduría. Estas secuencias diferentes son muy conocidas para el experto en la técnica. A través de los procedimientos de tejeduría conocidos, el hilo de trama entreteje los hilos de urdimbre. Esta estructura entretejida también se puede denominar una franja monoestratificada.

25 La estructura de ligamento o cincha formada por los hilos de urdimbre y los hilos de trama puede ser de múltiples tipos, dependiendo del número y los diámetros de los hilos de urdimbre y los hilos de trama empleados así como de la secuencia de tejeduría usada entre los hilos de urdimbre y los hilos de trama durante el procedimiento de tejeduría. Estas secuencias diferentes son muy conocidas para el experto en la técnica. A través de los procedimientos de tejeduría conocidos, el hilo de trama entreteje los hilos de urdimbre. Esta estructura entretejida
30 también se puede denominar una franja monoestratificada.

35 La franja puede cumplir la ecuación $0,5 \leq M/E \leq 3$, en la que M es la sección nuclear en anchura de la franja y E es el total de secciones marginales en la anchura de la franja, consistiendo la anchura total de la franja en M y E. Preferiblemente, M es igual a E. También preferiblemente, $E = \text{aproximadamente } \frac{1}{2} E1 + \text{aproximadamente } \frac{1}{2} E2$, siendo E1 una sección marginal longitudinal en anchura y siendo E2 la otra (u opuesta) sección marginal longitudinal en anchura. Preferiblemente, la franja puede cumplir la ecuación $0,3 \leq M/E \leq 2$. Preferiblemente, $M = E$ y M/E es aproximadamente 1.

40 El sistema de hilos de urdimbre de la franja del eslabón de cadena según la presente invención puede comprender hilos de urdimbre que tienen características, tales como peso específico y/o elongación y/o densidad y/o longitud y/o espesor (títulos), similares o diferentes, diferencias que adicionalmente pueden favorecer la formación de una silleta óptima y la transferencia de carga máxima con estrés reducido entre eslabones de cadena adyacentes.

45 La longitud de los hilos de urdimbre en las al menos dos secciones marginales longitudinales de la franja del eslabón de cadena según la presente invención puede ser similar o superior a la longitud de los hilos de urdimbre de la sección nuclear de la franja. La longitud L de los hilos de urdimbre en las secciones marginales longitudinales de la franja puede ser al menos 2% superior que la longitud L de los hilos de urdimbre en la sección nuclear de la franja, preferiblemente al menos 5%, más preferiblemente al menos 10%, aún más preferiblemente al menos 15%, aún más preferiblemente al menos 20% y lo más preferiblemente al menos 30% y lo más preferiblemente todavía al menos
50 40% superior que la longitud del hilo de urdimbre de la sección nuclear de la franja. La longitud L del hilo de urdimbre de las secciones marginales de la franja es preferiblemente como mucho 50% superior que la longitud L del hilo de urdimbre de la sección nuclear de la franja ya que longitudes superiores pueden determinar una construcción de cadena muy suelta e inestable. La superficie de la sección nuclear de dicha franja con diferencias de longitud es preferiblemente al menos 2%, al menos 5%, al menos 10%, al menos 20% o al menos 40% de la superficie total de la franja y es preferiblemente como mucho 50% de la superficie de la franja en el eslabón de cadena según la presente invención. La concentración de los hilos de urdimbre puede variar como un gradiente a través de la anchura de la franja, cada sección marginal contiene preferiblemente los hilos de urdimbre con mayor longitud y la sección nuclear contiene preferiblemente hilos de urdimbre con la menor longitud. El gradiente en la longitud creciente de los hilos de urdimbre desde el núcleo hacia las secciones marginales puede cubrir 49%, 47,5%,
55 45%, 40%, 25% sobre cada cara de la franja construida simétrica. Preferiblemente, existe una función de transición suave desde el núcleo hasta las secciones marginales de la longitud de los hilos de urdimbre.

60 El grosor de la sección nuclear de la franja puede ser similar al grosor de las al menos dos secciones marginales longitudinales de la franja o el grosor de la sección nuclear puede ser superior que el grosor de las secciones marginales longitudinales. En el último caso, los hilos de urdimbre de la franja del eslabón de cadena según la presente invención pueden tener diferentes títulos. El grosor de la sección nuclear superior que el grosor de las al

menos dos secciones marginales longitudinales en la franja del eslabón de cadena según la presente invención se puede alcanzar mediante cualquier método conocido en la técnica, incluyendo al usar hilos de urdimbre en las secciones marginales de la franja que tienen diferentes títulos o al doblar la franja en al menos una, preferiblemente en al menos dos veces a lo largo de su eje longitudinal y preferiblemente aplicar a continuación puntadas para mantener los dobleces fijos en su lugar. Preferiblemente, el título del hilo A de urdimbre es superior que el título del hilo B de urdimbre y la concentración de hilo A de urdimbre en la sección nuclear es superior que la concentración de hilo A en las secciones marginales longitudinales de la franja y la concentración de hilo B de urdimbre en las secciones marginales es superior que la concentración de hilo B de urdimbre en la sección nuclear de la franja. La franja de la invención puede comprender además un hilo C de urdimbre comprendido en cada una de las secciones marginales longitudinales, en donde el título del hilo A de urdimbre es superior que el título del hilo B de urdimbre y el título del hilo B de urdimbre es superior que el título del hilo C de urdimbre, en donde la concentración de hilos de urdimbre B y C individuales en las secciones marginales longitudinales es superior que la concentración de hilos B y C de urdimbre individuales en la sección nuclear de la franja. El hilo C de urdimbre puede estar situado en la sección marginal longitudinal externa de la franja (p. ej. hacia el exterior de la franja, adyacente al hilo B de urdimbre y junto con el hilo B de urdimbre en las secciones marginales longitudinales o en otras palabras entre el exterior de la franja y el hilo B de urdimbre). El título del hilo A de urdimbre puede estar en un intervalo de 10 dtex a 1000000 dtex, preferiblemente en el intervalo de 100 dtex a 100000 dtex y aún más preferiblemente en el intervalo de 1000 dtex a 10000 dtex, lo más preferiblemente en el intervalo de 1500 dtex a 7000 dtex y lo más preferiblemente todavía en el intervalo de 2000 dtex a 5000 dtex y lo más preferiblemente todavía en el intervalo de 2000 dtex a 3000 dtex. El título del hilo B de urdimbre puede estar en el intervalo entre 5 dtex y 500.000 dtex, más preferiblemente todavía en el intervalo entre 50 dtex y 250000 dtex, más preferiblemente en el intervalo de 200 dtex a 10000 dtex, aún más preferiblemente en el intervalo de 500 dtex a 7000 dtex, aún más preferiblemente en el intervalo de 700 a 7500 y lo más preferiblemente, en el intervalo entre 800 dtex y 3000 dtex. El título del hilo C de urdimbre puede estar en un intervalo de 1 dtex a 100000 dtex, preferiblemente en un intervalo de 50 dtex a 10000 dtex y lo más preferiblemente en un intervalo de 220 dtex a 7500 dtex. La relación en peso de hilo B a hilo C (B/C) en la franja en el eslabón de cadena según la presente invención puede ser $0,1 \leq B/C \leq 10$. Preferiblemente, la relación B/C es $0,5 \leq B/C \leq 5$. Más preferiblemente, la relación B/C es aproximadamente $0,7 \leq B/C \leq 3$, aún más preferiblemente, dicha relación es $1 \leq B/C \leq 2$. La concentración de hilo C de urdimbre puede variar en las secciones marginales entre 0% en peso y 50% en peso, basado en la composición en peso de hilos de urdimbre totales de las secciones marginales, preferiblemente entre 20% y 50% en peso. La concentración de hilo C de urdimbre en cada una de las secciones marginales longitudinales es más preferiblemente como mucho 50% en peso, o como mucho 40% en peso, como mucho 30% en peso, como mucho 20% en peso, como mucho 10% en peso, como mucho 5% en peso o como mucho 0,5% en peso, basado en la composición en peso de hilos de urdimbre totales de una sección marginal longitudinal.

La anchura de la franja del eslabón de cadena según la presente invención puede variar a lo largo de un amplio intervalo, con anchuras preferidas de al menos 5 mm, preferiblemente al menos 25 mm, más preferiblemente al menos 50 mm. La franja puede tener una anchura de como mucho 600 mm, preferiblemente como mucho 1000 mm. El grosor de las franjas se elige preferiblemente de modo que la franja tenga una relación de anchura a grosor de al menos $w/t_{\text{máx}}=5:1$, más preferiblemente al menos $w/t_{\text{máx}}=10:1$, siendo preferiblemente la relación de anchura a grosor como mucho $w/t_{\text{máx}}=100:1$, $w/t_{\text{máx}}=1000:1$ y aún más preferiblemente como mucho $w/t_{\text{máx}}=50:1$. Al limitar la relación de anchura a grosor de las franjas, los eslabones de la cadena son más fácilmente accesibles por medios de unión, tales como ganchos, a modo de ejemplo. A veces, una franja también se puede denominar una banda o una banda plana. Ejemplos de una franja pueden ser una cinta, una película o una tira. Una tira se elabora fácilmente, por ejemplo, al tejer, vanisar o tricotar hilos en cualquier construcción conocida en la técnica, p. ej. una construcción de ligamento simple y/o de sarga, a modo de ejemplo. La tira tiene preferiblemente una construcción de cincha textil con n estratos en la que n es preferiblemente como mucho 4, más preferiblemente 3 y lo más preferiblemente 2. Esta construcción de cincha tiene la ventaja de que provee al eslabón de cadena de un incremento de la flexibilidad. Las tiras se pueden construir con diferentes factores de apriete para ajustar sus propiedades mecánicas, y más en particular su elongación hasta la rotura. Factores de apriete preferidos son tales que las tiras tienen una elongación en la rotura de como mucho 6%, y más preferiblemente como mucho 4%. El factor de apriete se define en la presente como el número de hilos que se extienden paralelos a la dirección longitudinal de la tira multiplicado por el título del hilo por unidad de longitud.

El eslabón de cadena según la presente invención también se puede denominar intercambiabilmente el "eslabón de cadena híbrida" o "eslabón de cadena hibridada" debido a la presencia de más de un tipo de hilos (p. ej. hilos A y B que tienen diferente tasa de fluencia mínima y/o diferentes títulos) en la composición de la franja. La cadena según la presente invención también se puede denominar intercambiabilmente en la presente "cadena híbrida" o "cadena hibridada".

Preferiblemente, el eslabón de cadena según la invención tiene un peso total por unidad de longitud de al menos 1 g/m. El peso por unidad de longitud se puede incrementar al usar hilos de título superior y/o más multifilamentosos.

La franja del eslabón de cadena según la presente invención se puede construir como ya se conoce en la técnica, p. ej. según se describe en el documento WO2008089798. La franja de material puede formar alternativamente una pluralidad de circunvoluciones de dicha franja, teniendo la franja un eje longitudinal y comprendiendo cada

circunvolución de dicha franja una torsión a lo largo del eje longitudinal de dicha tira, siendo dicha torsión un múltiplo impar de 180 grados. Este eslabón de cadena se describe en la solicitud de patente publicada WO2013186206, incorporada en la presente mediante referencia. Por una "circunvolución" de la franja se entiende en la presente un bucle de la misma, también llamada una arrollamiento o una espira, es decir una longitud de dicha franja que empieza en un plano arbitrario perpendicular al eje longitudinal de la franja y que termina de un modo sin fin en el mismo plano, definiendo de ese modo un bucle de dicha franja. El término "pluralidad de circunvoluciones" también se puede entender en la presente como "arrollado en espiral en una pluralidad de capas solapadas". Dichas capas solapadas de la franja preferiblemente están sustancialmente superpuestas entre sí pero también puede estar presente una desviación lateral. Las circunvoluciones pueden estar en contacto directo entre sí pero también pueden estar separadas. La separación entre las circunvoluciones puede ser, por ejemplo, mediante una franja de material adicional, una capa de adhesivo o un revestimiento. Preferiblemente, el eslabón de cadena de la cadena según la presente invención comprende al menos 2 circunvoluciones de la franja de material, preferiblemente al menos 3, más preferiblemente al menos 4, lo más preferiblemente al menos 8 circunvoluciones. El número máximo de circunvoluciones no está específicamente limitado. Por razones prácticas, 1000 circunvoluciones se pueden considerar un límite superior. Cada circunvolución de la franja de material puede comprender una torsión de un múltiplo impar de 180 grados a lo largo de su eje longitudinal; preferiblemente el múltiplo impar es uno. Dicha torsión de un múltiplo impar de 180 grados dará como resultado un eslabón de cadena que comprende una torsión de un múltiplo impar de 180 grados a lo largo de su eje longitudinal. La presencia de dicha torsión en cada circunvolución de la franja de material da como resultado un eslabón de cadena con una sola superficie externa. Otra característica de dicha construcción puede ser que las superficies laterales de un primer extremo de la franja de material estén superpuestas en cualquier cara por la franja de material con circunvoluciones. Se observó que dicha torsión da como resultado una construcción tal que las circunvoluciones se bloquean frente a un desplazamiento relativo. Preferiblemente, al menos 2 circunvoluciones de la franja de material están conectadas entre sí mediante al menos un medio de sujeción.

El eslabón de cadena según la invención se puede elaborar mediante un procedimiento que comprende las etapas de (a) proporcionar una franja que comprende hilo A de urdimbre e hilo B de urdimbre, siendo la tasa de fluencia mínima del hilo B de urdimbre superior que la tasa de fluencia mínima del hilo A de urdimbre, midiéndose la tasa de fluencia mínima a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C, en donde la franja comprende una sección nuclear longitudinal y al menos dos secciones marginales longitudinales, y en donde la concentración de hilo A de urdimbre en la sección nuclear es superior que la concentración de hilo A en las secciones marginales de la franja y la concentración de hilo B de urdimbre en las secciones marginales es superior que la concentración de hilo A de urdimbre en la sección nuclear de la franja, (b) opcionalmente retorcer una primera longitud de la franja en un múltiplo impar de 180 grados alrededor de su eje longitudinal, (c) formar un bucle cerrado al unir la longitud de la franja con una franja adicional y (d) superponer la franja adicional al bucle cerrado.

La franja de la etapa (a) del procedimiento según la presente invención se puede elaborar mediante cualquier método conocido en la técnica, a modo de ejemplo al tejer o tricotar los hilos multifilamentosos en cualquier construcción textil, conocida en la técnica como cincha o ligamento estrecho o correa tejida o una construcción de ligamento simple y/o de sarga. Preferiblemente, el bucle cerrado de la etapa (c) se forma alrededor de un par de ruedas giratorias y la circunvolución de la franja de material se puede realizar mientras el bucle formado se mueve cíclicamente alrededor del par de ruedas. El par de ruedas se puede disponer ortogonal entre sí. El eslabón de cadena se puede procesar al arrollar y fusionar la franja de material. Este eslabón de cadena se puede fabricar al arrollar una franja de material, por ejemplo, alrededor de un par de ruedas para formar un eslabón de cadena, calentar la franja de material hasta una temperatura por debajo del punto de fusión de la franja de material, temperatura a la cual la franja de material se fusiona al menos parcialmente, y estirar el eslabón de cadena, por ejemplo, al incrementar la distancia entre las ruedas, mientras se hacen girar simultáneamente las ruedas. Al incrementar la distancia entre ruedas, típicamente la franja de material se alarga.

La presente invención también se refiere a una cadena que comprende una pluralidad de eslabones de cadena interconectados según la presente invención. La cadena según la presente invención comprende al menos dos eslabones de cadena según la presente invención, que típicamente están interconectados. Por la porción en la que un eslabón de cadena se interconecta con otro eslabón de cadena o por la porción en la que (dos) eslabones de cadena adyacentes se interconectan se entiende en la presente la porción a partir de la circunferencia del eslabón de cadena en contacto directo con el otro eslabón de cadena cuando la cadena está bajo carga.

Los eslabones de cadena en una cadena pueden tener una longitud interna, un tamaño de la anchura interna y un espesor iguales o diferentes. Preferiblemente, todos los eslabones de cadena de la cadena según la invención tienen una longitud y un grosor iguales ya que la eficacia de la cadena podría mejorarse todavía más. La cadena según la invención puede tener cualquier longitud. Por razones prácticas, la cadena puede tener longitudes de 0,25 m a 12000 m, preferiblemente al menos 1 m; al menos 3 m; al menos 6 m; al menos 10 m; al menos 100 m o al menos 500 m o al menos 1000 m de longitud. Típicamente, la longitud de la cadena está determinada por la longitud interna de sus bucles por el número de bucles enlazados entre sí. La longitud L interna del eslabón de cadena puede variar de aproximadamente 25 mm a 10 m, preferiblemente 80 mm, preferiblemente 100 mm, preferiblemente 250 mm, preferiblemente 500 mm, preferiblemente 1000 mm, preferiblemente 3000 mm.

La resistencia a la rotura de la cadena que comprende el eslabón de cadena según la presente invención es preferiblemente al menos 23 kN, al menos 40 kN, al menos 50 kN, al menos 100 kN, al menos 200 kN, al menos 400 kN, al menos 500 kN, al menos 1000 kN, al menos 5000 kN, al menos 10000 kN, al menos 20,000 kN o al menos 50000 kN.

La eficacia de la cadena con respecto a la resistencia inicial de la fibra según la presente invención puede ser al menos 5%, al menos 10%, al menos 30% o al menos 50 %.

Los eslabones de cadena según la presente invención también pueden comprender un espaciador, p. ej. una porción de una manga. Por "espaciador" se entiende en la presente una porción de material que es discontinua del eslabón de cadena (es decir no forma una parte integral del eslabón de cadena, p. ej. es adicional a la circunferencia del eslabón y puede estar desconectada del eslabón de cadena o puede estar conectada a dicho eslabón, p. ej. por medios como los descritos en la presente posteriormente como costura) teniendo un grosor efectivo Δ entre eslabones de cadena adyacentes, en la posición de contacto a través de la cual las cargas se transmiten directamente entre dos eslabones de cadena adyacentes. Este espaciador ya es conocido de la solicitud de patente publicada WO2015/086627. Esta solicitud de patente divulga una cadena que comprende un espaciador que tiene un grosor Δ en la posición de contacto a través de la cual las cargas se transmiten directamente entre los eslabones de cadena y una relación $\Delta/\tau = f$, siendo τ el grosor de cualquiera de los eslabones de cadena en la posición a través de la cual las cargas se transmiten entre dichos eslabones de cadena y estando f en un intervalo entre 0,10 y 2,50. Por "grosor efectivo" se entiende en la presente la raíz cuadrada de la superficie transversal de un espaciador o de un eslabón de cadena, respectivamente, en la cadena según la presente invención. transmitido entre dichos eslabones de cadena. El espaciador de la cadena según la presente invención puede comprender cualquier tipo de material, p. ej. metales, preferiblemente metales ligeros y sus aleaciones, p. ej. litio, magnesio y aluminio y el Grupo 4 del Sistema Periódico de los Elementos (es decir metales hasta el níquel); polímeros, tales como polímeros y composiciones de polímeros termoestables y/o polímeros y composiciones de polímeros termoplásticos; materiales textiles; lana y/o cualquier tipo de fibras. Preferiblemente, el espaciador comprende materiales fibrosos o materiales textiles. Además, preferiblemente, el espaciador comprende fibras poliméricas, es decir fibras que comprenden un polímero, o fibras metálicas, es decir fibras que comprenden un metal. Dichas fibras poliméricas comprenden preferiblemente hilos poliméricos de alto rendimiento, según se definen en la presente.

La cadena que comprende los eslabones de cadena según la presente invención también puede comprender medios para enlazarla a otra estructura tal como un suelo plano de un camión, un barco, un avión o un vagón de tren o en un palé, a modo de ejemplo. En este caso, se pueden conectar a la cadena accesorios de fijación a palés, tales como pernos dobles. Los accesorios y los ganchos generalmente están hechos de metal, aunque se podrían usar alternativamente plásticos tecnológicos. En una realización preferida, los accesorios y los ganchos están hechos de metal ligero, preferiblemente magnesio, o materiales compuestos de alta resistencia, tales como materiales compuestos epoxídicos con fibra de carbono. Estos accesorios ligeros y sin embargo resistentes contribuyen adicionalmente a la reducción del peso de la cadena.

Los medios de fijación pueden ser adhesivos, preferiblemente adhesivos líquidos que se pueden curar después de la aplicación; puntadas y/o empalme. Preferiblemente, los medios de fijación son puntadas, debido a que se pueden aplicar fácilmente de un modo bien controlado, en la posición deseada. Preferiblemente, la puntada se realiza con un hilo que contiene fibras de alta resistencia. El adhesivo líquido se inyecta preferiblemente en los medios de conexión, tales como un nudo aplicado, y a continuación se cura para fijar los medios de conexión. Las conexiones también se pueden realizar al aplicar localmente calor y opcionalmente presión, con lo que los hilos multifilamentosos se funden y fusionan entre sí al menos parcialmente. Preferiblemente, el extremo de la cadena se puede enlazar a un gancho para acortamiento, que puede ser de hierro fundido, acero o metales más ligeros incluyendo titanio, aluminio o magnesio, o materiales compuestos, como fibra de carbono, materiales compuestos epoxídicos. En una disposición similar preferida, una cara de la cadena se enlazará a un tensionador para ejercer una carga permanente sobre la cadena sintética para la fijación óptima de un cargamento, respectivamente, un flete.

Cuando se instalan, las cadenas de la invención son útiles y fiables para proporcionar un anclaje seguro de cargamento pesado en condiciones extremas, como, por ejemplo, un avión militar pesado sobre la cubierta de lanzamiento de un portaaviones en mares gruesas o en un avión de cargamento en aire turbulento.

La invención también se refiere a un método para mejorar las propiedades mecánicas, en particular la resistencia, de la cadena que comprende el eslabón de cadena según la invención. A saber, se encontró que las propiedades mecánicas de dicha cadena, en particular su resistencia, se pueden mejorar al preestirar la cadena antes de su uso por debajo del punto de fusión del material de los hilos, preferiblemente los polímeros y lo más preferiblemente los polímeros de alto rendimiento de los hilos, más preferiblemente entre 70 - 130°C o entre 80 - 120°C, y lo más preferiblemente entre 90 - 110°C.

La cadena que comprende el eslabón de cadena según la invención se puede preestirar a una temperatura por debajo de la temperatura de fusión T_m de los polímeros presentes en el eslabón de cadena, al aplicar una carga estática de al menos 20%, más preferiblemente al menos 40%, y lo más preferiblemente al menos 60% de la carga de rotura de la cadena durante un período suficiente para alcanzar una deformación permanente de la cadena de

entre 2 y 20%, y más preferiblemente entre 5 y 10%. Por deformación permanente se entiende en la presente el grado de la deformación a partir del cual la cadena ya no se puede recuperar. Alternativamente, la cadena se puede preestirar según se explica anteriormente en la presente a temperatura ambiente.

- 5 La presente invención también se dirige a un procedimiento para incrementar la eficacia de un componente que soporta carga, tal como una cadena, al aplicar el eslabón de cadena según la presente invención.

La presente invención también se refiere al uso de la cadena según la presente invención para almacenar, asegurar, tal como asegurar un contenedor de propulsión propia a un camión de transporte de contenedores o cargamento a camiones comerciales, tráileres de suelo plano, atadura y amarre para manejar y transportar cargamento, en la elevación y el embarque, el transporte maderero, el remolque y el aparejo, la propulsión y la conducción, el atraque, el almacenamiento de carga de un avión o un buque y similares. A modo de ejemplo, la cadena se puede someter a un número de ciclos de carga. Preferiblemente, el número de ciclos varía de 2 - 25, más preferiblemente de 5 - 15 y lo más preferiblemente de 8 - 12, con lo que la carga máxima aplicada es menor de 60% o menor de 45% de la carga de rotura de la cadena, más preferiblemente menor de 35% de la carga de rotura de la cadena, y lo más preferiblemente menor de 25% de la carga de rotura de la cadena. Es posible según la invención descargar la cadena durante los ciclos de carga. Sin embargo, en un método preferido, la carga mínima aplicada es al menos 1%. La cadena según la invención es resistente a la carga cíclica.

- 20 La presente invención se puede dirigir además a un procedimiento para incrementar la eficacia de un componente de soporte de carga, tal como una cadena, al aplicar el eslabón de cadena según la presente invención.

Por otra parte, la presente invención se dirige a una franja que comprende hilos de urdimbre que contienen hilo A de urdimbre e hilo B de urdimbre, siendo la tasa de fluencia mínima del hilo B de urdimbre superior que la tasa de fluencia mínima del hilo A de urdimbre, midiéndose la tasa de fluencia mínima a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C, en donde la franja comprende una sección nuclear longitudinal y al menos dos secciones marginales longitudinales, y en donde la concentración de hilo A de urdimbre en la sección nuclear es superior que la concentración de hilo A en las secciones marginales de la franja y la concentración de hilo B de urdimbre en las secciones marginales es superior que la concentración de hilo B de urdimbre en la sección nuclear de la franja.

La invención también se puede dirigir a un eslabón de cadena que comprende una franja que comprende hilos de urdimbre que contienen hilo A de urdimbre e hilo B de urdimbre, siendo la tasa de fluencia mínima del hilo B de urdimbre superior que la tasa de fluencia mínima del hilo A de urdimbre, midiéndose la tasa de fluencia mínima a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C, en donde la franja comprende una sección nuclear longitudinal y al menos dos secciones marginales longitudinales, y en donde la concentración de hilo A en la sección nuclear es superior que la concentración de hilo A en las secciones marginales de la franja y la concentración de hilo B en las secciones marginales es superior que la concentración de hilo B en la sección nuclear de la franja y en donde la franja es una cinta. Estas cintas también se conocen como "cinta fibrosa" y se pueden producir mediante cualquier método conocido en la técnica. A modo de ejemplo, dichas cintas se producen mediante un procedimiento de hilatura en forma de gel, es decir las cintas comprenden fibras de UHMWPE hiladas en forma de gel. El estiramiento, preferiblemente el estiramiento uniaxial, de la cinta producida se puede llevar a cabo por medios conocidos en la técnica. Estos medios comprenden alargamiento por extrusión y alargamiento por tracción en unidades de estiramiento adecuadas. Otro método preferido para la preparación de dichas cintas comprende la fusión mecánica de fibras orientadas unidireccionales bajo una combinación de presión, temperatura y tiempo. Esta cinta y un método para preparar esta cinta se describen en el documento EP2205928, que se incorpora en la presente mediante referencia.

Además, la invención también se puede referir a un eslabón de cadena que comprende una franja que comprende la cinta A y la cinta B, siendo la tasa de fluencia mínima de la cinta B superior que la tasa de fluencia mínima de cinta A, midiéndose la tasa de fluencia mínima a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C, en donde la franja comprende una sección nuclear longitudinal y al menos dos secciones marginales longitudinales, y en donde la concentración de cinta A en la sección nuclear es superior que la concentración de cinta A en las secciones marginales de la franja y la concentración de cinta B en las secciones marginales es superior que la concentración de cinta B en la sección nuclear de la franja y en donde la franja es una cinta. Estas cintas también se conocen como "cinta en estado sólido" y se pueden producir mediante cualquier método conocido en la técnica. Un método preferido para la producción de dichas cintas es un procedimiento que tiene lugar en estado sólido, que comprende alimentar polvo de UHMWPE entre una combinación de correas sin fin, moldear por compresión el polvo polimérico a una temperatura por debajo de su punto de fusión y enrollar el polímero moldeado por compresión resultante seguido por estiramiento. Este método se describe a modo de ejemplo en los documentos US5091133 y US7993715, que se incorporan en la presente mediante referencia.

Se apunta que la invención se refiere a todas las combinaciones posibles de características citadas en las reivindicaciones. Las características descritas en la descripción también se pueden combinar.

- 65 Se apunta además que el término 'que comprende' no excluye la presencia de otros elementos. Sin embargo, también se entiende que una descripción sobre un producto que comprende ciertos componentes también divulga

un producto que consiste en estos componentes. De forma similar, también se entiende que una descripción sobre un procedimiento que comprende ciertas etapas también divulga un procedimiento que consiste en estas etapas

La invención se elucidará adicionalmente con los siguientes ejemplos sin limitarse a los mismos.

5 Ejemplos

Materiales y Métodos

- 10 • La viscosidad intrínseca (VI) se determina según ASTM-D1601/2004 a 135°C en decalina, siendo el tiempo de disolución 16 horas, con DBPC como antioxidante en una cantidad de 2 g/l de solución, al extrapolar la viscosidad según se mide a diferentes concentraciones hasta una concentración nula. Existen varias relaciones empíricas entre VI y M_w , pero esta relación es muy dependiente de la distribución de masa molar. Basándose en la ecuación $M_w = 5,37 \cdot 10^4 [VI]^{1,37}$ (véase el documento EP 0504954A1) una VI de 4,5 dl/g sería equivalente a un M_w de aproximadamente 422 kg/mol.
- 15 • El título del hilo o el filamento se midió al pesar 100 metros de hilo o filamento, respectivamente. El dtex del hilo o el filamento se calculó al dividir el peso (expresado en miligramos) por 10. Alternativamente, 10 metros se pesan y dtex es el número de miligramos de la longitud de hilo. $\text{tex} = \text{g/km}$; $\text{dtex} = \text{gramos}/10 \text{ km}$ o $\text{mg}/10 \text{ m}$.
- 20 • Las cadenas laterales en una muestra de UHMWPE se determinan mediante FTIR sobre una película moldeada por compresión de 2 mm de grosor al cuantificar la absorción a 1375 cm^{-1} usando una curva de calibración basada en medidas de NMR (como, p. ej., en el documento EP 0 269 151).
- 25 • Propiedades de tracción: la resistencia a la tracción (o resistencia) y el módulo de tracción (o módulo) se definen y determinan sobre hilos multifilamentos según se especifica en ASTM D885M, usando una longitud de referencia nominal de la fibra de 500 mm, una velocidad de la cruceta de 50 %/min y pinzas Instron 2714, de tipo "Fibre Grip D5618C". Sobre la base de la curva de estrés-esfuerzo medida, el módulo se determina como el gradiente entre 0,3 y 1% de esfuerzo. Para el cálculo del módulo y la resistencia, las fuerzas de tracción medidas se dividen por el título, según se determina al pesar 10 metros de fibra; los valores en GPa se calculan suponiendo una densidad de $0,97 \text{ g/cm}^3$.
- 30 • La tenacidad (cN/dtex o N/tex; $10 \text{ cN/dtex} = 1 \text{ N/tex}$) de una cadena se determina al dividir la resistencia a la rotura de la cadena por el peso de una unidad de longitud de la cadena. El peso se corrigió al reducirlo por el peso de los hilos de trama que no soportan carga.
- 35 • La resistencia a la rotura y la elongación en la rotura de una cadena se determinan sobre muestras de cadena secas usando una máquina de ensayo Zwick 1484 Universal a una temperatura de aproximadamente 21 grados C, y a una tasa de esfuerzo de 0,1/min.
- 40 • La eficacia (%) de una cadena es la tenacidad original de la cadena dividida por la tenacidad de los hilos de urdimbre que soportan carga (es decir la tenacidad de las fibras del ingrediente Dyneema® SK75 y SK78 era 35 cN/dtex). En caso de que se usara Dyneema® DM20, que se usara una tenacidad ponderada, que era 32 cN/dtex, resultaba del número de hilos de urdimbre (pasos) por clase de fibra usada en la dirección de la urdimbre. El peso muerto y la tenacidad de los hilos de trama que no soportan carga se ignoraron.
- 45 • La carga de rotura máxima (MBL) es la fuerza necesaria para romper completamente una muestra seca de una cadena, que comprende al menos tres, preferiblemente cinco eslabones de cadena.
- 50 • La prueba de tracción (para medir la MBL) de la cadena se realizó sobre muestras de cadena secas, que comprenden al menos tres, preferiblemente cinco eslabones de cadena, usando una máquina de prueba medidora de carga de 1000 kN Horizontal bench fa. ASTEA (Sittard, Países Bajos), a una temperatura de aproximadamente 16°C, una velocidad de 20 mm/min. La longitud máxima de la pinza era 1,2 m y el diámetro del perno era 150 mm. Las cadenas se probaron usando enganches en D, la relación entre el diámetro del enganche y el grosor del artículo probado conectado a ellos era 5. Los enganches en D estaban dispuestos en una configuración en paralelo para la cuerda.
- La tasa de fluencia mínima de los hilos se determinó según se indica en la presente solicitud de patente y en la solicitud de patente publicada WO2016001158. La tasa de fluencia mínima de los hilos de urdimbre se ha derivado en la presente de una medida de fluencia aplicada sobre hilos multifilamentos al aplicar el método estándar ASTM D885M bajo una carga constante de 900 MPa, a una temperatura de 30°C, y a continuación medir la respuesta de fluencia (es decir la elongación por esfuerzo, %) como una función del tiempo. La tasa de

fluencia mínima se determina en la presente mediante la primera derivada de la fluencia como una función del tiempo, primera derivada a la que tiene el valor más bajo (p. ej. la tasa de fluencia [1/s] del hilo se representa como una función de la elongación por esfuerzo [%] del hilo en el llamado diagrama de Sherby y Down conocido.

Experimento Comparativo 1 (EC1)

- 5 Un eslabón de cadena de 8 capas se arrolló desde una franja de ligamento estrecho hecha de hilos Dyneema® SK75 en la dirección de la urdimbre, teniendo una anchura de franja de 25 mm, un espesor de 1,5 mm y una longitud de 400 mm. La franja estaba disponible comercialmente de Güth & Wolf GmbH (ligamento gris plata de 2,54 cm (1 pulgada)) con una resistencia a la rotura nominal de 5 toneladas (49 kN) y un peso de la rama de 44 g/m. Los hilos de urdimbre de la franja estaban formados por 120 hilos Dyneema® SK75 teniendo cada uno un título de 1760 dtex, un grado de torsión de 25 torsiones por metro (Z25) y una resistencia del hilo específica inicial de 35 cN/dtex y una tasa de fluencia mínima de $2,4 \times 10^{-5}$ % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C.

- 10 Los hilos en la dirección de la trama estaban formados por hilos Dyneema® SK60 que tenían un título de 880 dtex, una torsión de 40 torsiones por metro (Z40), teniendo una tasa de fluencia mínima de $5,8 \times 10^{-5}$ % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C y un grado de torsión de 40 torsiones por metro (Z40). La relación del peso total de los hilos de trama al peso total de los hilos de urdimbre era 20:80. A continuación, la franja (o cincha) se termofijó y se preestiró a aproximadamente 120°C durante 2 min y 10% de carga de rotura máxima (igual a 4,9 kN) y a continuación se revistió por inmersión en una resina de color plata dispersada en agua (disponible comercialmente de CHT Beitlich GmbH (D), nombre comercial *TUBICOAT FIX ICB CONC.*) y posteriormente se secó mediante una corriente de aire caliente. La franja final tenía una MBL de 49 kN o 5 toneladas métricas.

- 15 Una longitud de la franja se trenzó estrechamente en 8 capas para formar un eslabón con forma de 0 (bucle) de 100 mm de longitud interna que soporta una torsión de 180 grados en cada circunvolución de la franja. Se realizó un total de 8 circunvoluciones con aproximadamente 2,5 m de la franja. El eslabón trenzado de 180 grados así formado tenía circunferencias aproximadas de 100 mm (interior) y 134 mm (exterior) y el grosor de los eslabones de 8 capas era 12 mm. Los 2 extremos de la eslinga se solapaban aproximadamente 110 mm y se cosieron a través del grosor del eslabón trenzado de 180 grados a lo largo de una longitud de 110 mm con un patrón de costura de MW (zic-zac) con hilo de costura XtremeTech™ 20/40 (Amann & Co GmbH, Alemania), formado por Dyneema® SK75 dtex440.

- 20 A continuación, se elaboró una cadena al interconectar cinco eslabones de cadena, obtenidos como se describe en la presente anteriormente. La longitud total de esta cadena de cinco eslabones era 0,6 metros correspondientes a un título de 25660 tex.

- 35 Etapa de termofijado

A continuación, la cadena obtenida se preestiró cinco veces hasta 50% de MBL, correspondiente a 100 kN durante 1 min, a una temperatura de 120°C.

- 40 Se produjeron cuatro muestras de cadena, que consistían cada una de ellas en cinco eslabones, según se describe en la presente (EC1, EC2, Ej. 1-2). Las cadenas se produjeron sin aplicar la etapa de termofijado (muestra indicada con "a" en la Tabla 1) y con aplicación de la etapa de termofijado (muestra indicada con "b" en la Tabla 1).

Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Experimento Comparativo 2 (EC2)

- 45 El Experimento Comparativo 2 se realizó al repetir el Experimento Comparativo 1, pero con la diferencia de que el hilo de urdimbre estaba formado por 120 hilos Dyneema® DM20 que tenían cada uno un título de 1760 dtex, una torsión de 25 torsiones por metro (Z25) y una resistencia del hilo específica inicial de 32 cN/dtex y una tasa de fluencia mínima de $1,3 \times 10^{-6}$ % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C.

- 50 Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Ejemplo 1 (Ej.1)

El Ejemplo 1 se realizó al repetir el Experimento Comparativo 1, pero con las siguientes diferencias:

- 55 Los hilos de urdimbre de la franja estaban formados por hilos que tenían diferentes valores de la tasa de fluencia mínima y títulos similares, a saber, que comprendían: un número de 60 de hilos Dyneema® SK78 que tenían una

resistencia del hilo específica inicial de 35 cN/dtex con un grado de torsión de Z25 (25 torsiones por metro) y una tasa de fluencia mínima de $1,3 \times 10^{-5}$ % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C y un número de 60 de hilos Dyneema® DM20 que tenían una resistencia del hilo específica inicial de 32 cN/dtex, un grado de torsión de Z25 y una tasa de fluencia mínima de $1,3 \times 10^{-6}$ % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C.

En la dirección de la urdimbre, la correa plana simétrica (es decir la franja) comprende un número de 30 hilos Dyneema® SK78, teniendo cada hilo un título de 1760 dtex Z25 (un grado de torsión de 25 torsiones por metro) (esto es, el hilo B situado en una sección marginal longitudinal de la franja); un número de 60 hilos Dyneema® DM20, teniendo cada hilo un título de 1760 dtex Z25 (esto es, el hilo A situado en la sección nuclear de la franja entre las dos secciones marginales longitudinales); y un número de 30 hilos Dyneema® SK78, teniendo cada hilo un título de 1760 dtex Z25 (esto es el hilo B situado en la sección marginal longitudinal opuesta).

Las concentraciones de hilos con respecto al número de hilos de urdimbre (es decir concentración de pasos) era $[B]+[A]+[B] = 30+60+30$. De ahí que la cantidad total fuera $[B]+[A] = 60+60$, así 50% en peso de hilo B y 50% en peso de hilo A de concentraciones de hilos.

La concentración de títulos era: $[B]+[A]+[B] = 52800 \text{ dtex} + 105600 \text{ dtex} + 52800 \text{ dtex}$. De ahí,, $[B]:[A] = 50\%$ en peso de hilo B y 50% en peso de hilo A.

Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Ejemplo 2 (Ej. 2)

El Ejemplo 2 se realizó al repetir el Ejemplo 1, pero con las siguientes diferencias:

Los hilos de urdimbre comprenden hilos Dyneema® SK99 que tienen una resistencia del hilo específica inicial de 42,5 cN/dtex y una tasa de fluencia mínima de 7×10^{-6} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C e hilos Dyneema® DM20 que tienen una resistencia del hilo específica inicial de 32 cN/dtex y una tasa de fluencia mínima de $1,3 \times 10^{-6}$ % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C.

Los hilos de urdimbre de la franja estaban formados por hilos que tenían diferentes títulos y diferentes valores de la tasa de fluencia mínima, que comprendían $[C]+[B]+[A]+[B]+[C] = [20 \text{ hilos Dyneema® SK99 que tenían un título de } 880 \text{ dtex Z25 (hilo C situado en la sección marginal longitudinal externa)}] + [30 \text{ hilos Dyneema® DM20 que tenían un título de } 1760 \text{ dtex (hilo B situado en una sección marginal longitudinal)}] + [20 \text{ hilos Dyneema® DM20 que tenían un título de } 2 \times 1760 \text{ dtex, así aproximadamente } 3520 \text{ dtex Z25 C (hilo A situado en la sección nuclear)}] + [30 \text{ hilos Dyneema® DM20 que tenían un título de } 1760 \text{ dtex Z25 (hilo B situado en la sección marginal longitudinal opuesta)}] + [20 \text{ hilos Dyneema® SK99 que tenían un título de } 880 \text{ dtex Z25 (hilo C situado en la sección marginal longitudinal exterior opuesta)}]$.

Las concentraciones de hilos con respecto al número de hilos (pasos) por título era $[C]:[B]:[A] = 16,6\% : 33\% : 50\%$ y las concentraciones de hilos con respecto al % en peso: $[C]:[B]:[A] = 16,6\%$ en peso : 33% en peso : 50% en peso.

En todos los Ejemplos, la relación M/E de la franja es aproximadamente 1, en donde M es la sección nuclear en anchura de la franja y E es el total de secciones marginales en la anchura de la franja, consistiendo la anchura total de la franja en M y E, con M igual a E y siendo E aproximadamente $\frac{1}{2}$ E1 + aproximadamente $\frac{1}{2}$ E2, siendo E1 una sección marginal longitudinal en anchura y siendo E2 la otra (u opuesta) sección marginal longitudinal en anchura.

Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.

Muestra	Sección Transversal Franja	Ten. hilo teor.	P franja	MBL franja	Ten. franja	P cadena	MBL cadena	Ten. cadena	Pérdida en la Ten. cadena frente a Ten. franja	Ef. Cadena
		cN/dtex	g/m	kN	cN/dtex	g/m	kN	cN/dtex	cN/dtex	%
EC1a	R	35	25,66	50717	19,7	666,5	22,6	3,73	-15,97	10,6
EC1 b	R	35	25,66	50717	19,7	666,5	27,8	7,06	-12,64	20,2
EC2a	R	32	26,13	43163	16,5	654,6	21,7	3,39	-13,11	10,4

Muestra	Sección Transversal Franja	Ten. hilo teor.	P franja	MBL franja	Ten. franja	P cadena	MBL cadena	Ten. cadena	Pérdida en la Ten. cadena frente a Ten. franja	Ef. Cadena
		cN/dtex	g/m	kN	cN/dtex	g/m	kN	cN/dtex	cN/dtex	%
EC2b	R	32	26,13	43163	16,5	654,6	29,1	8,12	-8,38	25,4
Ej. 1a	R	33,5	26,85	46385	17,3	696,7	21,5	3,74	-13,56	11,2
Ej. 1b	R	33,5	26,85	46385	17,3	696,7	32,5	9,36	-7,94	27,9
Ej.2a	E									
Ej.2b	E									

a = muestra de cadena que no se termofijaba; b = muestra de cadena que se termofijaba; R = Rectangular; E = Elíptica; P = peso; teor. = teórica; Ef. = Eficacia; Ten. = Tenacidad

- 5 Los resultados mostrados en la Tabla 1 demuestra que las cadenas según las presentes invenciones (cadenas de Ejemplos 1) tienen un incremento en la resistencia a la rotura y la eficacia en comparación con las cadenas obtenidas en EC1 y EC2. Además, observaciones adicionales eran un incremento significativo del valor de la tenacidad y respectivamente aproximadamente 50% de reducción de pérdida de eficacia para las cadenas que se termofijaban en comparación con las cadenas que no se termofijaban. Al aplicar termofijado, la eficacia de las
- 10 cadenas se incrementa significativamente (Ejemplo 1). Además, se alcanzaba una reducción sustancial de las pérdidas en la interfase de la cadena en caso de que la franja se hibridara (es decir mediante hilos de urdimbre de fluencia mínima diferentes y/o mediante diferentes títulos en los hilos de urdimbre que forman un perfil de franja de conformación elíptica).

REIVINDICACIONES

1. Un eslabón de cadena que comprende una franja que comprende hilos de trama e hilos de urdimbre, conteniendo los hilos de urdimbre hilo A de urdimbre e hilo B de urdimbre, siendo la tasa de fluencia mínima del hilo B de urdimbre superior que la tasa de fluencia mínima de hilo A de urdimbre, midiéndose la tasa de fluencia mínima a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C, en donde la franja comprende una sección nuclear longitudinal y al menos dos secciones marginales longitudinales, y en donde la concentración de hilo A de urdimbre en la sección nuclear es superior que la concentración de hilo A en las secciones marginales de la franja y la concentración de hilo B de urdimbre en las secciones marginales es superior que la concentración de hilo B de urdimbre en la sección nuclear de la franja.
2. El eslabón de cadena según la reivindicación 1, en el que la relación de la tasa de fluencia mínima del hilo B de urdimbre a la tasa de fluencia mínima del hilo A de urdimbre es al menos 2.
3. El eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la tasa de fluencia mínima del hilo A de urdimbre es como mucho 1×10^{-5} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30°C.
4. El eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los hilos de urdimbre comprenden un hilo de alto rendimiento.
5. El eslabón de cadena según la reivindicación 4, en el que el hilo de alto rendimiento comprende un polímero, preferiblemente una poliolefina, más preferiblemente un polietileno y lo más preferiblemente UHMWPE.
6. El eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el hilo A de urdimbre comprende un hilo de alto rendimiento que comprende una poliolefina ramificada olefinicamente, preferiblemente un UHMWPE que comprende ramificaciones olefinicas, más preferiblemente UHMWPE que comprende ramificaciones etílicas o butílicas.
7. El eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los hilos de urdimbre tienen diferente título, preferiblemente el hilo A de urdimbre y/o el hilo B de urdimbre tienen diferente título.
8. El eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la longitud de los hilos de urdimbre en las secciones marginales es superior que la longitud de los hilos de urdimbre en la sección nuclear de la franja.
9. El eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la concentración de hilo B de urdimbre en la sección nuclear es de 0% en peso a 50% en peso, basado en la composición en peso de hilos de urdimbre totales de la sección nuclear.
10. El eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la concentración de hilo B de urdimbre en cada sección marginal longitudinal es de 100% en peso a 50% en peso, basado en la composición en peso de hilos de urdimbre totales de cada sección marginal.
11. El eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la franja forma una pluralidad de circunvoluciones de dicha franja, teniendo la franja un eje longitudinal y comprendiendo cada circunvolución de dicha franja una torsión a lo largo del eje longitudinal de dicha franja, siendo dicha torsión un múltiplo impar de 180 grados.
12. Una cadena que comprende el eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
13. Un método para mejorar la resistencia de la cadena según la reivindicación 12, al preestirar la cadena antes del uso a una temperatura por debajo de la temperatura de fusión del material de los hilos.
14. Uso de la cadena según las reivindicaciones 12 para almacenamiento, aseguramiento, tal como el aseguramiento de un contenedor de propulsión propia a un camión de transporte de contenedores o cargamento a camiones comerciales, tráileres de suelo plano, atadura y amarre para manejar y transportar cargamento, en la elevación y el embarque, el transporte maderero, el remolque y el aparejo, la propulsión y la conducción, el atraque, el almacenamiento de carga de un avión o un buque y similares.