(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 582 192**

(51) Int. Cl.:

D07B 1/06 (2006.01)
D07B 7/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2006** **E 06753540 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016** **EP 2016221**

(54) Título: **Cable metálico y procedimiento y aparato de fabricación de un cable metálico**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.09.2016

(73) Titular/es:

NV BEKAERT SA (100.0%)
Bekaertstraat 2
8550 Zwevegem, BE

(72) Inventor/es:

CRISTOFANI, FABRIZIO y
CIRILLI, LUCA

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 582 192 T3

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

DESCRIPCIÓN

Cable metálico y procedimiento y aparato de fabricación de un cable metálico

La presente invención se refiere a un cable metálico y a un procedimiento de fabricación de un cable metálico.

Más en particular, la presente invención se refiere a un cable metálico, que por lo general se utiliza como elemento de refuerzo en artículos fabricados elastoméricos, que comprende al menos un alambre metálico elemental preformado.

Además, la presente invención también se refiere a un procedimiento de fabricación de un cable metálico.

Además, la presente invención también se refiere a un aparato de fabricación de un cable metálico.

El cable metálico dado a conocer anteriormente se puede emplear para producir artículos fabricados elastoméricos reforzados, tales como, por ejemplo, neumáticos, tubos para fluidos a alta presión, correas, cintas transportadoras, y similares.

Como es sabido, los cables metálicos normalmente utilizados para reforzar artículos fabricados elastoméricos generalmente se fabrican con varios alambres metálicos elementales, retorcidos a lo largo de un eje que coincide con el desarrollo longitudinal de los propios cables.

Dichos cables metálicos, sobre todo cuando se emplean en la fabricación de neumáticos, por lo general deberán estar provistos de una alta resistencia mecánica y permitir una buena adherencia físico-química con el material elastomérico en el que están incrustados, así como una buena penetración de dicho material elastomérico en el espacio entre los alambres metálicos elementales adyacentes de dichos cables metálicos.

De hecho, es sabido que, con el fin de evitar el riesgo de que los cables metálicos sufran fenómenos de corrosión no deseados una vez dentro del artículo fabricado elastomérico reforzado, es muy importante que los alambres metálicos elementales que forman los cables metálicos estén totalmente recubiertos, en todo su desarrollo superficial, por dicho material elastomérico.

Este resultado, que es más difícil de conseguir cuando se consideran cables metálicos más complejos, no es fácil de conseguir incluso cuando se trata de cables metálicos formados por un bajo número de alambres metálicos elementales.

De hecho, con el fin de conferir a los cables metálicos la estabilidad geométrica y estructural requerida, se compactan los alambres metálicos elementales que forman dichos cables metálicos, es decir, se colocan en estrecho contacto entre sí, lo que lleva a la formación de uno o más cavidades cerradas en el interior de dichos cables metálicos, que se extienden a lo largo del desarrollo longitudinal de los mismos.

Estas cavidades están cerradas y, en consecuencia, el material elastomérico no puede alcanzar las mismas durante las fases normales de cauchutado del cable metálico y, como consecuencia, puede desarrollarse corrosión en el interior de dichas cavidades cerradas y propagarse a lo largo de los alambres metálicos elementales que forman el mismo.

Como consecuencia, esto supone, por ejemplo, que debido a los recortes en el producto fabricado reforzado elastomérico, la humedad y/o los agentes externos pueden penetrar en dichas cavidades cerradas, iniciando inevitablemente un rápido procedimiento de corrosión de los alambres metálicos elementales, comprometiendo por de manera severa la resistencia estructural de los propios cables metálicos y, en consecuencia, del producto fabricado elastomérico reforzado.

Además, la presencia de dichas cavidades cerradas a las que no puede llegar el material elastomérico implica una disminución de la adherencia de los alambres metálicos con el material elastomérico, que puede provocar una tendencia no deseada de los alambres metálicos a separarse los unos de los otros.

Una desventaja adicional producida por un cauchutado insuficiente de los alambres metálicos, causado por la presencia de dichas cavidades cerradas, es el desarrollo de rozamiento en los alambres metálicos que están en contacto entre sí. Esto genera una disminución inevitable de la resistencia a la fatiga de los alambres metálicos y, en consecuencia, de los cables metálicos.

Se han hecho intentos en la técnica para superar los problemas indicados anteriormente.

Por ejemplo, es conocido el uso de los denominados cables "abiertos". En dichos cables "abiertos", los alambres metálicos (por lo general de tres a cinco) están asociados de manera holgada para que estén a una cierta distancia

los unos de los otros, y esta distancia se mantiene durante toda la fase de cauchutado, por ejemplo, manteniendo una baja carga de tracción (que por lo general no supera los cinco kilogramos) aplicada al cable.

En la Patente de Estados Unidos US 4.258.543 a nombre de los Solicitantes, por ejemplo, se describen cables del tipo dado a conocer anteriormente, a saber, los denominados cables "abiertos". Los cables dados a conocer en la misma supuestamente permiten una excelente penetración del material elastomérico entre los alambres metálicos adyacentes que forman los cables.

La Solicitud de Patente Internacional WO 95/16816 se refiere a un cable de acero que comprende filamentos de acero, en el que al menos uno de dichos filamentos de acero se ha preformado de manera poligonal. El cable de acero anteriormente mencionado supuestamente presenta una penetración completa del caucho y un bajo alargamiento de carga parcial (PLE).

La Solicitud de Patente Internacional WO 99/28547 se refiere a un cable de acero que comprende uno o más filamentos de acero, en el que al menos uno de dichos filamentos de acero está provisto de una primera ondulación en un plano y una segunda ondulación, en un plano sustancialmente diferente del plano de la primera ondulación. Los cables anteriormente mencionados supuestamente presentan una mayor penetración del aumento o un mayor alargamiento a la rotura.

La Patente de Estados Unidos US 6.698.179, a nombre de los solicitantes, se refiere a un procedimiento de fabricación de un cable metálico que incluye las etapas de deformar permanentemente al menos un alambre, usando una deformación sustancialmente sinusoidal situada en un plano, y trenzando el al menos un alambre junto con uno o más alambres al retorcer los alambres alrededor de un eje longitudinal del cable metálico, y se refiere también a un cable metálico así obtenido. El cable metálico anteriormente mencionado supuestamente presenta una buena penetración del caucho, así como un mejor alargamiento a la rotura.

Sin embargo, los cables metálicos dados a conocer anteriormente pueden mostrar algunos inconvenientes.

Por ejemplo, en el caso de los denominados cables "abiertos", la tensión a la que se ven sometidos antes de alcanzar el dispositivo de encauchado, puede provocar la compactación de los cables los unos contra los otros, lo que dificulta la penetración del material elastomérico entre los alambres metálicos adyacentes de los cables. En consecuencia, aunque dichos cables están dotados de un alto alargamiento de carga parcial (PLE), es decir, un alto alargamiento ante una baja carga (inferior o igual a 50 N), dichos cables pueden impedir una buena penetración del material elastomérico, causando así corrosión en los alambres metálicos y comprometiendo severamente la resistencia estructural, tanto de los cables como de los artículos fabricados elastoméricos reforzados que contienen los mismos.

Por otro lado, los cables metálicos de la técnica anterior tales como, por ejemplo, los dados a conocer en las Solicitudes de Patente Internacional WO 95/16816, WO 99/28547, o en la patente de Estados Unidos US 6.698.179 anteriormente mencionadas, aunque están dotados de una alta alargamiento a la rotura, así como de una buena penetración del material elastomérico, pueden mostrar un bajo alargamiento de carga parcial (PLE). Dicho bajo alargamiento de carga parcial (PLE) puede causar problemas durante la fabricación de los artículos fabricados elastoméricos reforzados que comprenden los mismos, en particular cuando se utilizan en la fabricación de neumáticos en la que se requieren alargamientos notables de los cables metálicos durante las diversas etapas de fabricación.

Además, los Solicitantes han observado que, tras el encauchado y vulcanizado de los cables metálicos, tanto el alargamiento a la rotura como el alargamiento de carga parcial (PLE) se reducen significativamente.

En la actualidad, los Solicitantes han descubierto un cable metálico que comprende uno o más alambres metálicos elementales, provisto tanto de un alto alargamiento a la rotura como de un alto alargamiento de carga parcial (PLE), manteniéndose dichas características sustancialmente sin cambios incluso después de cauchutar y vulcanizar el cable metálico. Por otra parte, dicho cable metálico muestra una mejor penetración del material elastomérico entre los alambres metálicos elementales adyacentes que forman dicho cable metálico.

De acuerdo con un primer aspecto, la presente invención se refiere a un cable metálico de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención, dicho cable metálico tiene al menos un alambre metálico elemental preformado, mientras que los restantes alambres metálicos elementales que forman dicho cable metálico pueden ser de tipo no preformado. Antes de verse sometidos a una acción de preformación dada, los alambres metálicos elementales tienen una configuración recta.

En aras de la presente descripción y de las reivindicaciones que siguen, el término "preformado" quiere decir que el alambre metálico elemental se somete a una deformación a lo largo de su desarrollo longitudinal, en posiciones separadas de forma sustancialmente regular, mediante la aplicación de una fuerza transversal por encima del

umbral elástico del material que forma dicho alambre metálico elemental, de modo que se mantenga la deformación cuando se elimine la fuerza aplicada.

Dicho alambre metálico elemental se preforma en primer lugar de manera que asuma ondulaciones sustancialmente sinusoidales; en segundo lugar, se preforma helicoidalmente dicho alambre metálico elemental preformado en primer lugar, a lo largo de su eje longitudinal, de manera que asuma una configuración en forma de onda helicoidal (en lo sucesivo también denominado "alambre metálico elemental doblemente preformado"). El resultado de dicho doble preformado es un alambre metálico elemental preformado en tres dimensiones.

De acuerdo con una realización preferida, dichas ondulaciones sinusoidales tienen una longitud de onda (o paso) de 1,0 mm a 15 mm, más preferiblemente de 2,0 mm a 8,0 mm.

De acuerdo con una realización preferida adicional, dichas ondulaciones sinusoidales tienen una amplitud de onda de 0,10 mm a 1,0 mm, más preferiblemente de 0,20 mm a 0,50 mm.

Los intervalos de longitud de onda y de amplitud de onda, a los que se ha hecho referencia anteriormente, pueden medirse directamente en el alambre metálico elemental no cauchutado, antes de su inserción en el material elastomérico que se vulcanizará posteriormente. Ventajosamente, la medición de dichos parámetros puede efectuarse en el alambre metálico elemental usando una lente de aumento y una escala graduada (por ejemplo, una regla graduada). En caso de tener que analizar un artículo fabricado elastomérico reforzado vulcanizado, es necesario eliminar el material elastomérico del mismo mediante el uso de disolventes, por ejemplo tratándolo con diclorobenceno, a una temperatura de al menos 100 °C, preferiblemente de 140 °C, durante al menos 12 horas.

De acuerdo con una realización preferida, dicho alambre metálico elemental tiene un diámetro (D) de 0,10 mm a 0,50 mm, preferiblemente de 0,12 mm a 0,40 mm.

De acuerdo con una realización preferida, dicho alambre metálico elemental es de acero. En caso de que el diámetro del alambre metálico elemental sea de 0,10 mm a 0,50 mm, la resistencia a la rotura de un acero NT estándar (resistencia a la tracción normal) va desde aproximadamente 2.600 MPa a aproximadamente 3.200 MPa, la resistencia a la rotura de un acero HT (alta resistencia a la tracción) va desde aproximadamente 3.000 MPa a aproximadamente 3.600 MPa, la resistencia a la rotura de un acero SHT (súper alta resistencia a la tracción) va desde aproximadamente 3.300 MPa a aproximadamente 3.900 MPa, la resistencia a la rotura de un acero UHT (ultra resistencia a la tracción) va desde aproximadamente 3.600 MPa a aproximadamente 4.200 MPa. Dichos valores de resistencia a la rotura dependen en particular de la cantidad de carbono contenido en el acero. Preferiblemente, los alambres metálicos elementales de tipo HT, SHT y UHT dados a conocer anteriormente están fabricados con acero que tenga un contenido de carbono muy alto, generalmente superior al 0,9 %.

En general, dicho alambre metálico elemental está provisto de un revestimiento de latón (entre el 60 % y el 75 % de Cu, en peso, y entre el 40 % y el 25 % de Zn, en peso), que tiene un espesor de 0,10 µm a 0,50 µm. Dicho revestimiento garantiza una mejor adherencia del alambre metálico elemental al compuesto de cauchutado, y proporciona protección contra la corrosión del metal, durante la producción de los artículos fabricados elastoméricos reforzados así como durante el uso de los mismos. Si fuera necesario asegurar un mayor grado de protección contra la corrosión, dicho alambre metálico elemental puede estar provisto ventajosamente de un revestimiento anticorrosivo que no sea latón, capaz de asegurar una mayor resistencia a la corrosión, tal como, por ejemplo, un revestimiento a base de zinc, aleaciones de zinc/manganeso (ZnMn), aleaciones de zinc/cobalto (ZnCO) o aleaciones de zinc/cobalto/manganeso (ZnCoMn).

De acuerdo con una realización preferida, dicho cable metálico tiene una estructura de tipo n x D, donde n es el número de alambres metálicos elementales que forman el cable, y D es el diámetro de cada alambre metálico elemental. Preferiblemente, n va desde 2 a 6. Particularmente, es preferible que n sea igual a 5.

Algunas construcciones de cable metálico preferidas son, por ejemplo: 2x (es decir, dos alambres metálicos elementales retorcidos juntos), 3x, 4x, 5x, 6x, 2 + 1 (es decir, un torón de dos alambres metálicos y un torón de un cable metálico, estando trenzados entre sí dichos torones), 2 + 2, 3 + 2, 1 + 4.

De acuerdo con realización preferida, dicho cable metálico tiene un paso de trenzado de 2,5 mm a 25 mm, más preferiblemente de 6 mm a 18 mm.

De acuerdo con una realización preferida, dicho cable metálico tiene las siguientes características:

- un área de separación que cumple la siguiente ecuación:

$$\text{Área de Separación} \geq \pi D^2 / 4$$

donde D es el diámetro del alambre metálico elemental;

- la suma de las distancias entre cada par de alambres metálicos elementales adyacentes en una sección transversal (Σs_n), cumple la siguiente ecuación:

$$\Sigma s_n > D / 2$$

donde n es el número de los alambres metálicos elementales,
D es el diámetro de los alambres metálicos elementales;

manteniéndose dichas características a lo largo de todo el desarrollo longitudinal del cable metálico.

En aras de la presente descripción y de las reivindicaciones que siguen, la expresión "Área de Separación" indica el área, en una sección transversal del cable, definida por segmentos conectados entre sí que forman un polígono, teniendo cada uno de dichos segmentos su extremo en las circunferencias exteriores de un par de alambres metálicos elementales adyacentes.

En aras de la presente descripción y de las reivindicaciones que siguen, la expresión "la distancia entre cada par de alambres metálicos elementales adyacentes ", quiere decir la distancia calculada como sigue:

$$s = l – (r + r')$$

donde 1 es la distancia entre los centros de dos alambres metálicos elementales adyacentes en una sección transversal, r y r' son el radio de cada alambre metálico elemental adyacente en una sección transversal. Preferiblemente, el radio r y r' tienen el mismo valor.

De acuerdo con un aspecto adicional, la presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un cable metálico, que comprende las etapas de:

(a) deformar permanentemente al menos un alambre metálico elemental de acuerdo con una deformación sustancialmente sinusoidal en un plano, obteniendo un alambre metálico preformado;
(b) deformar permanentemente el alambre metálico elemental preformado obtenido en la etapa (a), de manera helicolidal a lo largo de su eje longitudinal, obteniendo así un alambre metálico elemental doblemente preformado;
(c) trenzar el al menos un alambre metálico elemental doblemente preformado obtenido en la etapa (b), con al menos un alambre metálico elemental adicional mediante torsión, obteniendo así el cable metálico.

El alambre metálico preformado obtenido de acuerdo con la etapa (a) y la etapa (b) está sustancialmente desprovisto de bordes afilados y/o discontinuidades, en la curvatura a lo largo de su desarrollo longitudinal. Dicha característica es particularmente ventajosa, dado que la falta de dichos bordes afilados/ángulos planos resulta en un aumento favorable de la carga de rotura del alambre metálico elemental.

De acuerdo con un aspecto adicional, la presente invención también se refiere a un aparato de fabricación de un cable metálico, que comprende:

- al menos un rotor acoplado a una estructura de soporte, y giratorio según un eje de rotación;
- dispositivos de alimentación para alimentar una pluralidad de alambres metálicos elementales desde unas respectivas bobinas de alimentación, siendo impulsados dichos alambres metálicos elementales sobre el rotor de acuerdo con una trayectoria de trenzado, con secciones extremas coincidentes con el eje de rotación de dicho rotor y con una sección central separada de dicho eje de rotación;
- al menos un primer dispositivo de preformación, colocado en una sección aguas arriba con respecto a la primera sección extrema de la trayectoria de trenzado, que opera sobre uno de dichos alambres metálicos elementales, dicho al menos un primer dispositivo de preformación proporciona a dicho alambre metálico elemental una deformación permanente, sustancialmente sinusoidal;
- al menos un segundo dispositivo de preformación, colocado después de dicho primer dispositivo de preformación en una sección aguas arriba con respecto a la primera sección extrema de la trayectoria de trenzado, que opera sobre el mismo alambre metálico elemental, dicho al menos un segundo dispositivo de preformación proporciona a dicho alambre metálico elemental una deformación permanente sustancialmente helicoidal, a lo largo de su eje longitudinal.

Dicho aparato puede comprender al menos un primer dispositivo de preformación para cada alambre metálico elemental del cable metálico.

De acuerdo con una realización preferida adicional, dicho al menos un primer dispositivo de preformación comprende una primera y una segunda polea, teniendo cada polea una pluralidad de pasadores dispuestos circunferencialmente, estando posicionadas dichas poleas a una distancia de manera que, durante la rotación, los pasadores de la primera y la segunda polea interpenetren, a fin de inducir una deformación sustancialmente

sinusoidal sin bordes afilados sobre un alambre que pase a través del espacio entre los pasadores de la primera polea, y los correspondientes pasadores de la segunda polea.

De acuerdo con una realización preferida, dicho al menos un segundo dispositivo de preformación comprende una polea y un pasador giratorio, estando situado dicho pasador giratorio entre dicha polea y la primera sección extrema de la trayectoria de trenzado de tal manera que, el ángulo interno (α) formado por el alambre metálico elemental de entrada de pasador giratorio y el alambre metálico elemental de salida de pasador giratorio sea inferior o igual a 180 °, preferiblemente entre 45 ° y 90 °. Preferiblemente, dicho pasador giratorio puede tener al menos una ranura, más preferiblemente una pluralidad de ranuras paralelas. Preferiblemente, dicha polea es una polea ajustable.

Dicho aparato puede comprender al menos un segundo dispositivo de preformación para cada alambre metálico elemental.

Otras características y ventajas de la presente invención se explicarán mejor mediante la siguiente descripción detallada de algunas realizaciones preferidas de la misma, reproducidas con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La Fig. 1 muestra, en una vista lateral, un aparato de acuerdo con la presente invención;
- La Fig. 2a y 2b muestran en detalle un segundo dispositivo de preformación de acuerdo con la presente invención, en una vista superior parcial;
- La Fig. 3 muestra un cable metálico en sección transversal, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Fig. 4 muestra una vista superior fotográfica de un cable metálico de acuerdo con la presente invención;
- La Fig. 5 muestra un alargamiento de carga parcial (PLE) de diferentes cables metálicos.

Con referencia a la Fig. 1, el signo de referencia 1 indica el cable metálico 1. Dicho cable metálico 1, como se ha dado a conocer anteriormente, comprende varios cables metálicos elementales (no ilustrados en la Fig. 1), preferiblemente de acero, y más preferiblemente provistos de un revestimiento de latón, que tienen un diámetro (D) de 0,10 mm a 0,50 mm, preferiblemente de 0,12 mm a 0,40 mm, retorcidos alrededor del eje longitudinal del cable metálico.

Las características específicas y las características constructivas del cable metálico 1 de acuerdo con la invención se comprenderán mejor por medio de la siguiente descripción, tanto en lo que se refiere a los aparatos utilizados como al procedimiento de fabricación.

La Fig. 1 muestra un ejemplo de un aparato 10 para formar un cable metálico 1 que consta de cinco alambres metálicos elementales.

El dispositivo 10 de producción del cable metálico 1 comprende, en una configuración conocida, una estructura 100 de soporte a la que un rotor 5 está acoplado de forma giratoria, haciéndose girar este último por medio de un motor o dispositivos similares (no ilustrados en la Figura 1). Además, un bastidor (no ilustrado en la Fig. 1) está conectado a dicha estructura de soporte y puede oscilar sobre el eje de rotación del rotor 5. Varias bobinas 8 de alimentación están acopladas operativamente en el bastidor. Al menos un alambre metálico elemental de dicho cable metálico 1 está enrollado en cada una de las bobinas 8 de alimentación.

Además, unos dispositivos de desenrollado (no ilustrados en la Fig. 1, dado que son de por sí conocidos y convencionales) están acoplados a las bobinas 8 de alimentación, que están montadas en el bastidor para guiar los alambres metálicos elementales procedentes de las bobinas 8 de alimentación.

De manera conocida, un rotor 5 accionar los alambres metálicos elementales a la salida del bastidor de acuerdo con una trayectoria de trenzado predefinida, a lo largo de la cual se forma el cable metálico 1 a través del efecto de rotación impuesto sobre el rotor 5, por medio de dicho motor o dispositivo equivalente, en combinación con el impulso producido en el cable metálico 1 por medio de unos dispositivos de recogida (no ilustrados en la Fig. 1 dado que son de por sí conocidos y no resultan relevantes para el alcance de la invención).

Más en particular, la ruta de trenzado comprende una primera sección extrema 10a que coincide esencialmente con el eje de rotación del rotor 5, y está delimitada por un primer dispositivo 12 de transmisión giratorio, sólidamente fijado al rotor 5, y una unidad 11 de montaje que consiste, de manera conocida, en una placa con cinco orificios fijada sólidamente al bastidor y, por consiguiente, estacionaria.

A lo largo de esta primera sección extrema 10a se somete a los alambres metálicos elementales a una primera torsión alrededor del eje de rotación del rotor 5, a través del efecto de la tracción giratoria que el rotor impone sobre el primer dispositivo 12 de transmisión giratorio.

Aguas abajo del primer dispositivo 12 de transmisión giratorio, los alambres metálicos elementales siguen una sección central 10b de la trayectoria de trenzado que se extiende hasta el rotor 5 y está separada radialmente del

eje de rotación del rotor, con el fin esquivar el bastidor (no ilustrado en la Fig. 1) y alcanzar un segundo dispositivo 13 de transmisión fijado sólidamente al rotor 5 en el extremo axialmente opuesto.

Por último, la trayectoria de trenzado presenta una segunda sección extrema 10c que coincide sustancialmente con el eje de rotación del rotor 5, y que se extiende más allá de segundo dispositivo 13 de transmisión giratorio. En esta segunda sección extrema, a través del efecto de la tracción giratoria impuesta por el rotor 5 sobre el segundo dispositivo 13 de transmisión giratorio, se efectúa una segunda torsión de los alambres elementales, completando así la formación del cable metálico 1, del que tiran progresivamente los dispositivos de recogida anteriormente mencionados.

La relación entre la velocidad de rotación del rotor 5, preferiblemente de 2000 rpm a 6000 rpm, y la velocidad de tracción del cable metálico 1 y, en consecuencia, de los alambres metálicos elementales que lo forman, preferiblemente entre 60 m/min y 250 m/min, define el valor del paso de trenzado, es decir, el paso de trenzado según el cual se retuercen dichos alambres metálicos elementales en el cable metálico 1 acabado.

Preferiblemente, dicho paso de trenzado se mantiene a un valor de 2,5 mm a 25 mm, preferiblemente de 6 mm a 18 mm.

Los siguientes elementos están dispuestos operativamente en secuencia para cada alambre metálico elemental, a lo largo de la trayectoria de los alambres metálicos elementales dentro del bastidor, y más precisamente aguas arriba con respecto a la unidad 11 de montaje: poleas 14 de guía de entrada, primeros dispositivos 15 de preformación, polea 16 de guía de salida, que consiste en una polea girada 90 ° con respecto al par de poleas del primer dispositivo de preformación, teniendo dicha polea girada tiene el propósito de transmitir los alambres metálicos elementales que salen de los primeros dispositivos 15 de preformación hasta un segundo dispositivo de preformación, que comprende una polea ajustable 17 y un pasador giratorio 18 de acuerdo con la presente invención (mostrados en detalle en la Fig. 2a y en la Fig. 2b). En la Fig. 1, en la salida tanto de la polea 16 de guía de salida como de la polea ajustable 17, se representan los cinco alambres metálicos elementales procedentes del primer dispositivo 15 de preformación y de la polea ajustable 17, respectivamente, por medio de una única línea en aras de la simplicidad.

A la salida del pasador giratorio 18, los alambres metálicos elementales se transportan a la unidad 11 de montaje. Opcionalmente, una segunda polea de guía de salida puede estar presente entre el pasador giratorio 18 y el dispositivo 11 de montaje (no representado en la Fig. 1).

En la Patente de Estados Unidos US 6.698.179 dada a conocer anteriormente, puede encontrarse una descripción detallada del primer dispositivo de preformación.

La Fig. 2a muestra una vista superior parcial de un pasador giratorio 18 del segundo dispositivo de preformación, de acuerdo con la presente invención, que comprende una pluralidad de ranuras. El signo de referencia 201 indica los cinco alambres metálicos elementales procedentes de la polea ajustable 17. Dicho pasador giratorio es preferiblemente de acero.

La Fig. 2b muestra una vista parcial superior del segundo dispositivo de preformación de acuerdo con la presente invención, que comprende una polea ajustable 17 y un pasador giratorio 18, en la que A representa la distancia entre el eje central de la polea ajustable 17 y el eje central del pasador giratorio 18, siendo dicha distancia preferiblemente de 5 mm a 50 mm, d representa el diámetro, en sección transversal, del pasador giratorio 18, siendo dicho diámetro preferiblemente de 1 mm a 10 mm, y (α) representa el ángulo interno formado por el alambre metálico elemental de entrada de pasador giratorio y el alambre metálico elemental de salida de pasador giratorio. Variando tanto la distancia A, como el diámetro d y el ángulo interno (α), es posible obtener alambres metálicos elementales que tengan un paso y amplitud de onda diferentes. En la Fig. 2b también se representan los cinco alambres metálicos elementales, procedentes tanto de la polea 16 de guía de salida (no representada en la Fig. 2b) como de la polea ajustable 17, por medio de una sola línea en aras de la simplicidad.

Finalmente, el dispositivo 10 comprende un dispositivo de estiramiento (cabrestante), un dispositivo para recoger el cable metálico producido y los dispositivos de enderezamiento de alambre metálico elemental habituales, tales como el dispositivo de falsa torsión, para eliminar la tensión residual en el cable metálico acabado. Estos dispositivos no se ilustran en la Fig. 1 dado que son conocidos, convencionales, y no particularmente relevantes para los propósitos de la presente invención.

El primer y el segundo dispositivos de preformación de acuerdo con la presente invención son aplicables a todos los tipos de sistemas de trenzado conocidos, por ejemplo a un sistema de doble torsión o a un sistema de alineación. Más en particular, un sistema de doble torsión puede contar con recogida interna (si la bobina de recogida del producto acabado está en el interior del bastidor, entre los rotores) o con recogida externa (si las bobinas de alimentación están en el interior del bastidor, mientras la bobina de recogida del producto terminado se encuentra fuera del bastidor). El sistema de alineación, finalmente, se diferencia del sistema de doble torsión en que, en las máquinas de alineación cada vuelta del rotor corresponde a un solo paso de trenzado), mientras que en las

máquinas de doble torsión cada vuelta de los rotores corresponde a un avance igual a dos pasos de trenzado. En consecuencia, la diferencia entre estos dos sistemas está en su productividad.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el alambre metálico elemental tiene, preferiblemente, una longitud de onda (o paso) de 1,0 mm a 15 mm, más preferiblemente de 2,0 mm a 8,0 mm, y una amplitud de onda de 0,10 mm a 1,0 mm, más preferiblemente de 0,20 mm a 0,50 mm.

La Fig. 3 muestra una sección transversal de un cable metálico del siguiente tipo 5 x 0,25 (es decir, cinco alambres metálicos elementales con un diámetro de 0,25 mm, trenzados juntos para formar un cable metálico), donde L_1, L_2, L_3, L_4 y L_5 son la distancia entre los centros de dos alambres metálicos elementales adyacentes, en sección transversal, s_1, s_2, s_3, s_4 y s_5 son la distancia entre cada par de alambres metálicos elementales adyacentes, en sección transversal, 20 es el área de separación. En la realización particular ilustrada en la Fig. 3, todos los alambres metálicos elementales tienen el mismo diámetro D (no representado en la Fig. 3).

La Fig. 4 muestra una vista superior fotográfica de una realización particular de un cable metálico de acuerdo con la presente invención, comprendiendo dicho cable metálico cinco alambres metálicos elementales doblemente preformados.

La presente invención se ilustrará además a continuación por medio de un número de realizaciones ilustrativas, que se presentan con fines puramente indicativos y sin limitación alguna de la presente invención.

Ejemplos 1-3

Se comprobaron tres cables de acero diferentes, con las siguientes características.

Ejemplo 1: cable de acero de tipo 5 x 0,25, en el que los cinco alambres de acero elementales se habían preformado doblemente de acuerdo con la presente invención;
Ejemplo 2 (comparativo): cable "abierto" (OC) de acero de tipo 5 x 0,25;
Ejemplo 3 (comparativo): cable de acero de alta alargamiento HE HT, de tipo 3 x 3 x 0,20.

Se midieron la carga de rotura, el alargamiento a la rotura, y el alargamiento de carga parcial (PLE) de 50 N, tanto en el cable de acero desnudo como en el cable cauchutado/vulcanizado (es decir, el cable de acero previamente embebido en el material elastomérico y sometido a vulcanización, de acuerdo con los métodos conocidos en la técnica). Dichas mediciones se llevaron a cabo de acuerdo al método BISFA como se ha dado a conocer anteriormente, y los datos obtenidos se presentan en la Tabla 1.

El alargamiento de carga parcial (PLE) de 50 N se define como el aumento de la longitud del cable de acero que resulta de someter el alambre de acero a una fuerza definida de 50 N, y se expresa como un porcentaje de la longitud inicial del cable de acero bajo una pre-tensión definida (por ejemplo, 2,5 N).

En particular, en el caso del cable de acero cauchutado/vulcanizado, se usó una tira de tejido cauchutado reforzado con cables de acero dispuestos para tener una densidad igual a 100 cables/dm.

Tabla 1

	EJEMPLO 1	EJEMPLO 2[(a)]	EJEMPLO 3[(a)]	EJEMPLO 1	EJEMPLO 2[(a)]	EJEMPLO 3[(a)]
	CABLE DESNUDO			CABLE CAUCHUTADO/VULCANIZADO		
Paso de Trenzado (mm)	12,5 S	10 S	3,15/6,3 S/S	12,5 S	10S	3,15/6,3 S/S
Carga de rotura[(*)] (N)	602	698	780	598	703	790
Alargamiento a la rotura[(*)] (MPa)	4,25	2,49	3,55	4,15	1,50	3,00
Alargamiento de carga parcial (PLE) de 50 N(%)[(**)]	0,557	0,492	1,155	0,552	0,256	0,967

[(a)]: comparativo.
[(*)]: método BISFA E6;
[(**)]: método BISFA E7.

Mediante el análisis de los datos reportados en la Tabla 1, parece que el cable de acero de acuerdo con la presente invención (Ejemplo 1) muestra tanto una alta alargamiento a la rotura como un alto alargamiento de carga parcial (PLE), y que dichas características se mantienen incluso en el cable cauchutado/vulcanizado.

Ejemplos 4-5

Se comprobaron dos cables de acero diferentes, con las siguientes características.

Ejemplo 4: cable de acero de tipo 5 x 0,25, en el que los cinco alambres de acero elementales se habían preformado doblemente de acuerdo con la presente invención;
Ejemplo 5 (comparativo): cable de acero de tipo 5 x 0,25, del tipo coplanario obtenido de acuerdo con el procedimiento dado a conocer en la Patente de Estados Unidos US 6,698,179 anteriormente mencionada.

Se midieron la carga de rotura, el alargamiento a la rotura, y el alargamiento de carga parcial (PLE) en un cable de acero desnudo: las mediciones se llevaron a cabo de acuerdo con el método BISFA como se ha dado a conocer anteriormente, y los datos obtenidos se presentan en la Tabla 2.

Los valores de alargamiento de carga parcial (PLE) también se presentan en la Fig. 5, en la que en el eje y se presenta una carga (expresada en kN), y en el eje x se presenta el alargamiento (%). En la Fig. 5, la curva A corresponde al Ejemplo 5 (comparativo) mientras que la curva B corresponde al Ejemplo 4, de acuerdo con la presente invención.

Además, los cables de acero anteriormente presentados fueron sometidos a la prueba de penetración de caucho, que consiste en medir el grado de penetración del material elastomérico, tras el proceso de cauchutado, entre los alambres de acero que forman dicho cable, e identificar, en consecuencia, la calidad del revestimiento de elastómero alrededor de cada uno de dichos alambres de acero. Se situó un embudo invertido, ventajosamente de vidrio, sobre el fondo de un recipiente que contenía alcohol etílico. Este embudo presentaba una escala a lo largo del vástago cilíndrico y terminaba, en el extremo libre de este vástago, con un dispositivo de succión operado de manera general por el operador. La operación del dispositivo de succión causó el ascenso del alcohol etílico por el vástago cilíndrico hasta alcanzar un nivel predefinido, denominado nivel cero. En esta fase, se sumergió en el recipiente la muestra a examinar, que consistía en una tira del tipo anteriormente descrito con dimensiones iguales a 5 cm x 5 cm, y se colocó en la entrada del embudo. El alcohol etílico tiene la propiedad de expulsar el aire que pueda estar contenido en el material elastómero, y tomar su lugar. Este hecho provocó un descenso del nivel de alcohol etílico en el vástago graduado, con respecto al nivel cero anteriormente mencionado. Esta medición permitió definir el volumen de aire contenido en el material elastomérico en el que se embeben los alambres de acero y, en consecuencia, el grado de penetración del caucho entre los alambres de acero que forman el cable de acero.

Tabla 2

	EJEMPLO 4	EJEMPLO 5 [(a)]
Paso de Trenzado (mm)	12,5 S	12,5 S
Carga de rotura[(*)] (N)	596	558
Alargamiento a la rotura[(*)] (MPa)	4,20	4,04
Alargamiento de carga parcial (PLE) a 50 N(%)[(**)]	0,605	0,240
Penetración del caucho (mm^3/cm de cable)	0,28	0,10

[(a):] comparativo.
[(*):] método BISFA E6;
[(**):] método BISFA E7.

Mediante el análisis de los datos reportados en la Tabla 2, parece que el cable de acero de acuerdo con la presente invención (Ejemplo 4) muestra características mecánicas mejoradas (en particular, una alta alargamiento de carga parcial – véase también la Fig. 5) con respecto al cable de acero de la técnica anterior (Ejemplo 5). Además, el cable de acero de acuerdo con la presente invención (Ejemplo 4) muestra una mejor penetración del caucho con respecto al cable de acero de la técnica anterior (Ejemplo 5).

Ejemplo 6

Un cable de acero de tipo 5 x 0,25, que tenía un paso de trenzado (mm) de 12,5 S, en el que los cinco alambres de acero elementales se habían preformado doblemente de acuerdo con la presente invención, se sometió a la medición tanto del área de separación (A.S.) como a la suma de la distancia entre cada par de alambres metálicos adyacentes, en una sección transversal (Σs_n).

Con este objetivo, se efectuaron al azar tres porciones diferentes (A a C) a lo largo del desarrollo longitudinal del cable de acero (cada porción con una longitud correspondiente a tres pasos de trenzado). A su vez, se sometió cada porción a cinco secciones transversales (en particular, se sometió un paso de trenzado de cada porción a cinco secciones transversales, teniendo dichas secciones transversales la misma longitud), y se tomaron las mediciones

anteriormente mencionadas para cada sección transversal. Las mediciones se efectuaron usando una lente de aumento y una regla graduada: los datos obtenidos se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

A	B	C
(A.S.) = 0,325 (Σs_i) = 1,0 x $\pi d^2/4$	(A.S.) = 0,950 (Σs_i) = 3,0 x $\pi d^2/4$	(A.S.) = 0,525 (Σs_i) = 2,0 x $\pi d^2/4$
(A.S.) = 0,900 (Σs_i) = 2,0 x $\pi d^2/4$	(A.S.) = 0,650 (Σs_i) = 2,0 x $\pi d^2/4$	(A.S.) = 0,450 (Σs_i) = 1,5 x $\pi d^2/4$
(A.S.) = 0,755 (Σs_i) = 2,0 x $\pi d^2/4$	(A.S.) = 0,325 (Σs_i) = 1,5 x $\pi d^2/4$	(A.S.) = 0,450 (Σs_i) = 1,5 x $\pi d^2/4$
(A.S.) = 0,200 (Σs_i) = 1,0 x $\pi d^2/4$	(A.S.) = 0,450 (Σs_i) = 1,5 x $\pi d^2/4$	(A.S.) = 0,675 (Σs_i) = 2,0 x $\pi d^2/4$
(A.S.) = 0,625 (Σs_i) = 2,0 x $\pi d^2/4$	(A.S.) = 0,450 (Σs_i) = 1,5 x $\pi d^2/4$	(A.S.) = 0,650 (Σs_i) = 2,0 x $\pi d^2/4$

Mediante el análisis de los datos presentados en la Tabla 3, se observa que el cable de acero de acuerdo con la presente invención mantiene las características anteriores presentadas, es decir, el área de separación (A.S.) y la suma de la distancia entre cada par de alambres metálicos adyacentes en una sección transversal (Σs_n), a lo largo de todo su desarrollo longitudinal.

REIVINDICACIONES

1. Cable metálico (1) que comprende al menos un alambre metálico elemental preformado, teniendo el cable metálico (1):

- un alargamiento a la rotura, medido en el cable desnudo, superior o igual a un 3 %;
- un alargamiento a la rotura, medido en el cable cauchutado y vulcanizado, que difiere en una cantidad no superior o igual a un 15 % con respecto al alargamiento a la rotura medido sobre el cable desnudo;

caracterizado por que dicho cable metálico (1) tiene:

- un alargamiento de carga parcial (PLE), medido en el cable desnudo, superior o igual a un 0,4 %;
- un alargamiento de carga parcial (PLE), medido en el cable cauchutado y vulcanizado, que difiere en una cantidad no superior o igual a un 15 % con respecto al alargamiento de carga parcial (PLE) medido sobre el cable desnudo, y por que:

en primer lugar, se preforma dicho alambre metálico elemental, de manera que asuma unas ondulaciones sustancialmente sinusoidales; en segundo lugar, se preforma helicoidalmente dicho alambre metálico elemental preformado en primer lugar, a lo largo de su eje longitudinal, de manera que asuma una configuración en forma de onda helicoidal.

2. Cable metálico (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho cable metálico (1) tiene un alargamiento a la rotura, medido en el cable desnudo, de un 4 % a un 6 %.

3. Cable metálico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho alambre metálico elemental está preformado tridimensionalmente.

4. Cable metálico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas ondulaciones sinusoidales tienen una longitud de onda (o paso) de 1,0 mm a 15 mm.

5. Cable metálico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas ondulaciones sinusoidales tienen una amplitud de onda de 0,10 mm a 1,0 mm.

6. Cable metálico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho alambre metálico elemental tiene un diámetro (D) de 0,10 mm a 0,50 mm.

7. Cable metálico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho alambre metálico elemental está fabricado con acero.

8. Cable metálico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho alambre metálico elemental tiene un revestimiento a base de zinc, aleaciones de zinc/manganeso, aleaciones de zinc/cobalto o aleaciones de zinc/cobalto/manganeso.

9. Cable metálico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho cable metálico (1) comprende de 2 a 6 alambres metálicos elementales.

10. Cable metálico (1) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho cable metálico (1) consta de 5 alambres metálicos elementales.

11. Cable metálico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho cable metálico (1) tiene un paso de trenzado de 2,5 mm a 25 mm.

12. Cable metálico (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho cable metálico (1) tiene las siguientes características:

- un área de separación que cumple la siguiente ecuación:

$$\text{Área de Separación} \geq \pi D^2 / 4$$

donde D es el diámetro del alambre metálico elemental;
- la suma de las distancias entre cada par de alambres metálicos elementales adyacentes en una sección transversal (Σs_n), cumple la siguiente ecuación:

$$\Sigma s_n > D / 2$$

donde n es el número de alambres metálicos elementales, D es el diámetro de los alambres metálicos elementales;

manteniéndose dichas características a lo largo de todo el desarrollo longitudinal del cable metálico.

13. Procedimiento de fabricación de un cable metálico (1), que comprende las etapas de:

(a) deformar permanentemente al menos un alambre metálico elemental de acuerdo con una deformación sustancialmente sinusoidal en un plano, obteniendo un alambre metálico preformado; caracterizado por que además comprende:
(b) deformar permanentemente el alambre metálico elemental preformado obtenido en la etapa (a), de manera helicolidal a lo largo de su eje longitudinal, obteniendo así un alambre metálico elemental doblemente preformado;
(c) trenzar el al menos un alambre metálico elemental doblemente preformado obtenido en la etapa (b), con al menos un alambre metálico elemental adicional mediante torsión, obteniendo así el cable metálico (1).

14. Aparato (10) de fabricación de un cable metálico (1), que comprende:

- al menos un rotor (5) acoplado a una estructura (100) de soporte, y giratorio según un eje de rotación;
- dispositivos de alimentación para alimentar una pluralidad de alambres metálicos elementales desde unas respectivas bobinas (8) de alimentación, siendo impulsados dichos alambres metálicos elementales sobre el rotor (5) según una trayectoria de trenzado, con secciones extremas (10a, 10c) coincidentes con el eje de rotación de dicho rotor (5) y con una sección central (10b) separada de dicho eje de rotación;
- al menos un primer dispositivo (15) de preformación, colocado en una sección aguas arriba con respecto a la primera sección extrema (10a) de la trayectoria de trenzado, que opera sobre uno de dichos alambres metálicos elementales, proporcionando dicho al menos un primer dispositivo (15) de preformación a dicho alambre metálico elemental una deformación permanente, sustancialmente sinusoidal; caracterizado por que además comprende:
- al menos un segundo dispositivo (17, 18) de preformación, colocado después de dicho primer dispositivo (15) de preformación en una sección aguas arriba con respecto a la primera sección extrema (10a) de la trayectoria de trenzado, que opera sobre el mismo alambre metálico elemental, proporcionando dicho al menos un segundo dispositivo (17, 18) de preformación a dicho alambre metálico elemental una deformación permanente, sustancialmente helicoidal, a lo largo de su eje longitudinal.

15. Aparato (10) de fabricación de un cable metálico (1) de acuerdo con la reivindicación 14, en el que dicho al menos un primer dispositivo (15) de preformación comprende una primera y una segunda polea, teniendo cada polea una pluralidad de pasadores dispuestos circunferencialmente, estando situadas dichas poleas a una distancia de manera que, durante la rotación, los pasadores de la primera y la segunda polea interpenetren, de manera que se induzca una deformación sustancialmente sinusoidal sin bordes afilados en un alambre que pase a través del espacio entre los pasadores de la primera polea, y los correspondientes pasadores de la segunda polea.

16. Aparato (10) de fabricación de un cable metálico (1) de acuerdo con la reivindicación 14 o 15, en el que dicho al menos un segundo dispositivo (17, 18) de preformación comprende una polea (17) y un pasador giratorio (18), estando situado dicho pasador giratorio (18) entre dicha polea (17) y la primera sección extrema (10a) de la trayectoria de trenzado de manera que, el ángulo interno (α) formado por el alambre metálico elemental de entrada de pasador giratorio y alambre metálico elemental de salida de pasador giratorio sea inferior o igual a 180 °.

17. Aparato (10) de fabricación de un cable metálico de acuerdo con la reivindicación 16, en el que dicho ángulo interno (α) formado por el alambre metálico elemental de entrada de pasador giratorio y alambre metálico elemental de salida de pasador giratorio es de 45 ° a 90 °.

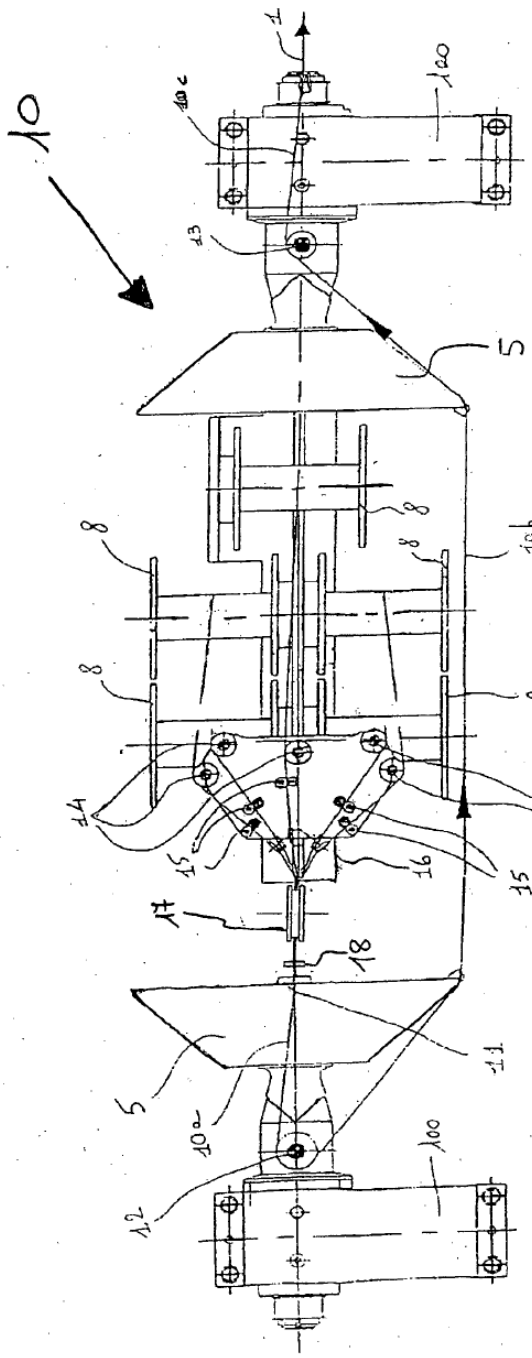

FIG. 1

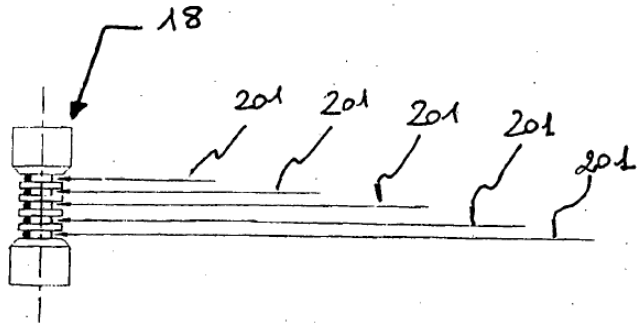

FIG. 2a

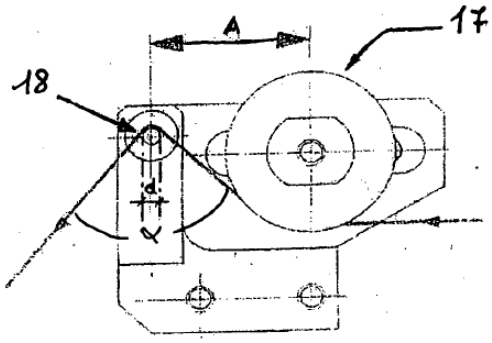

FIG. 2b

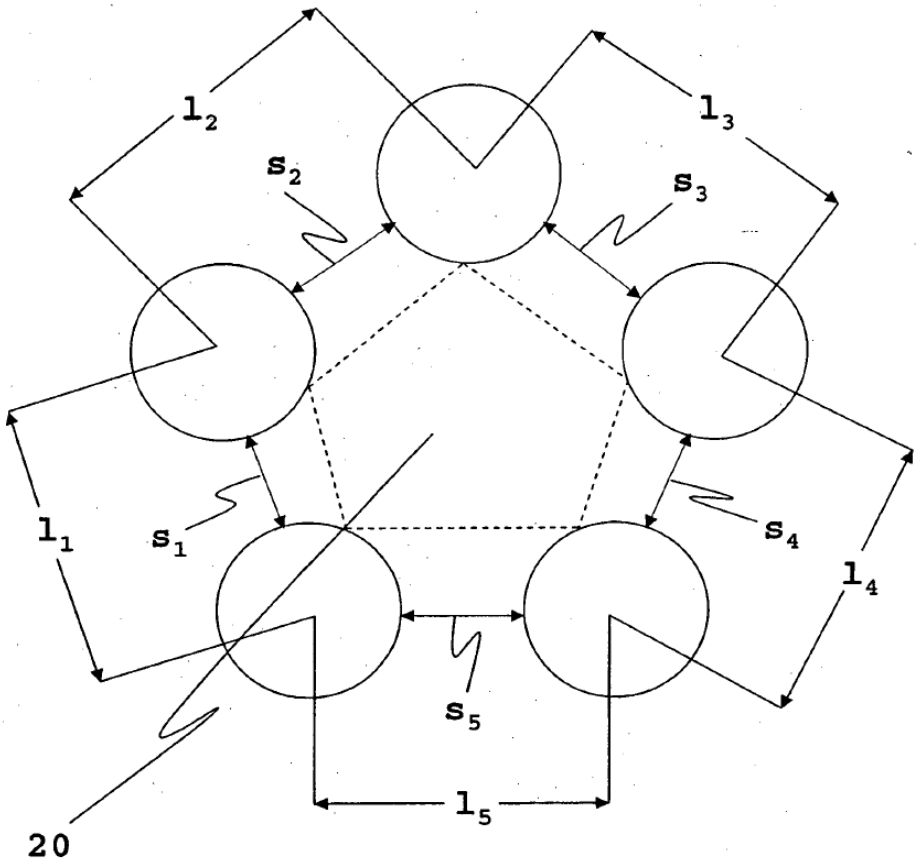

FIG. 3

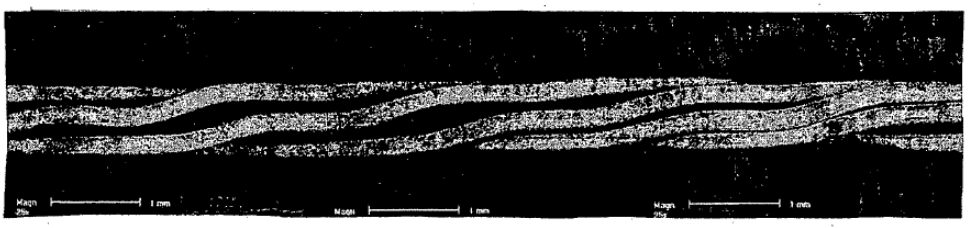

FIG. 4

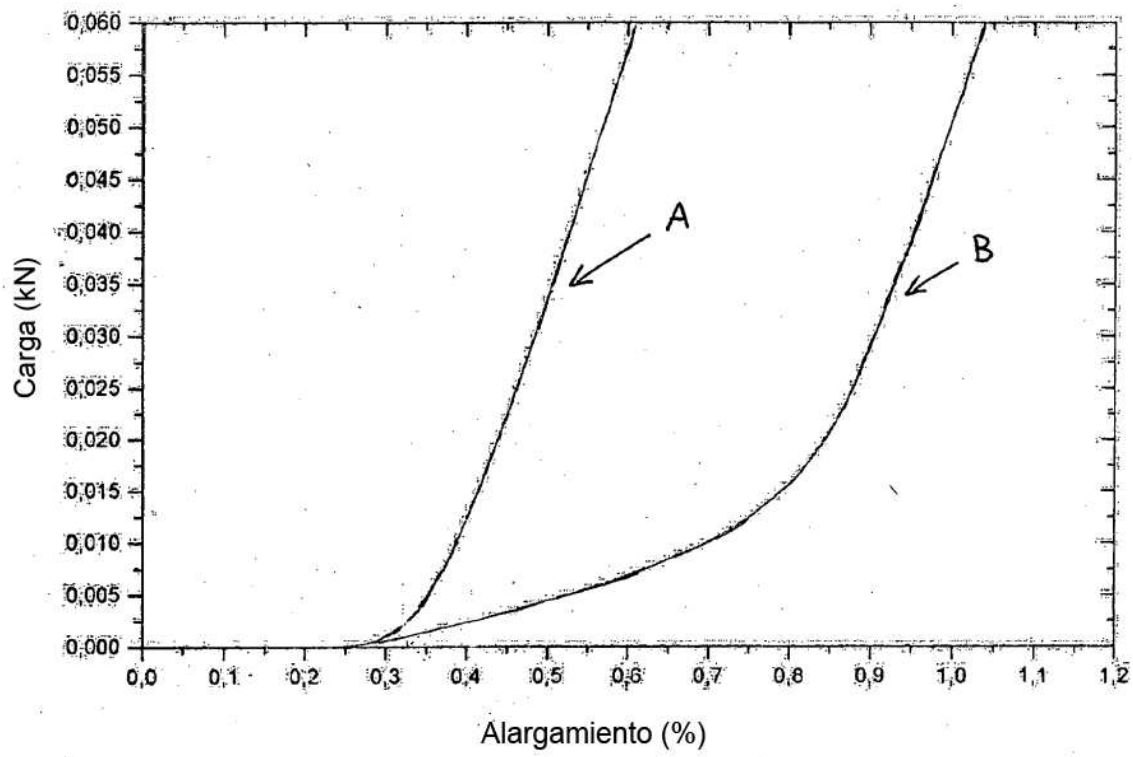
0,060
0,055
0,050
0,045
0,040
0,035
0,030
0,025
0,020
0,015
0,010
0,005
0,000
Carga (kN)
A
B
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
1,1
1,2
Alargamiento (%)

FIG. 5