

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 061**

51 Int. Cl.:

B60C 15/06 (2006.01)

B60C 13/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2010** **E 10787762 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2015** **EP 2509807**

54 Título: **Talón de neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil**

30 Prioridad:

09.12.2009 FR 0958781

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.09.2015

73 Titular/es:

**COMPAGNIE GÉNÉRALE DES
ETABLISSEMENTS MICHELIN (50.0%)
12 Cours Sablon
63000 Clermont-Ferrand, FR y
MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.
(50.0%)**

72 Inventor/es:

BONDU, LUCIEN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 546 061 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

Talón de neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil

La presente invención se refiere a un neumático radial destinado a equipar un vehículo pesado del tipo de ingeniería civil.

- 5 Si bien no está limitada a este tipo de aplicación, la invención será más particularmente descrita en referencia a un neumático radial destinado a ser montado en un volquete (dumper), vehículo de transporte de materiales extraídos de canteras o de minas de superficie. El diámetro nominal de la llanta de un tal neumático, en el sentido de la norma Europea Tyre and Rim Technical Organisation o ETRTO, es igual como mínimo a 25" (63,5 cm).

En lo que sigue se designa por:

- 10 -« Plano meridiano »: un plano que contiene el eje de rotación del neumático.
- « Plano ecuatorial »: el plano que pasa por el medio de la superficie de rodadura del neumático y perpendicular al eje de rotación del neumático.
- « Dirección radial »: una dirección perpendicular al eje de rotación del neumático.
- « Dirección axial »: una dirección paralela al eje de rotación del neumático.
- 15 -« Dirección circunferencial »: una dirección perpendicular a un plano meridiano.
- « Distancia radial »: una distancia medida perpendicularmente al eje de rotación del neumático y a partir del eje de rotación del neumático.
- « Distancia axial »: una distancia medida paralelamente al eje de rotación del neumático a partir del plano ecuatorial.
- 20 -« Radialmente »: según una dirección radial.
- « Axialmente »: según una dirección axial.
- « Radialmente interior, o radialmente exterior »: cuando la distancia radial es inferior, o superior.
- « Axialmente interior, o axialmente exterior »: cuando la distancia axial es inferior, o superior.
- 25 Un neumático comprende dos talones o bordones, que aseguran la unión mecánica entre el neumático y la llanta sobre la que está montado, siendo los talones reunidos respectivamente por medio de dos flancos a una banda de rodadura, destinada a ponerse en contacto con el suelo por medio de una superficie de rodadura.
- Un neumático radial comprende más particularmente una armadura de refuerzo, que incluye una armadura de cima, radialmente interior a la banda de rodadura, y una armadura de carcasa, radialmente interior a la armadura de cima.
- 30 La armadura de carcasa de un neumático radial para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil comprende habitualmente al menos una capa de armadura de carcasa constituida por elementos de refuerzo metálicos revestidos de un material polímero de revestimiento o envoltura. Los elementos de refuerzo metálicos son sensiblemente paralelos entre sí y forman, con la dirección circunferencial, un ángulo comprendido ente 85° y 95°.
- 35 La capa de armadura de carcasa comprende una parte principal de armadura de carcasa, que une los dos talones entre sí y que se enrolla, en cada talón, alrededor de un núcleo de tirante. El núcleo de tirante comprende un elemento de refuerzo circunferencial, lo más frecuentemente metálico, rodeado por al menos un material, de manera no exhaustiva polímero o textil. El enrollamiento de la capa de armadura de carcasa alrededor del núcleo de tirante va desde el interior hacia el exterior del neumático para formar un retorno de armadura de carcasa, que comprende un extremo. El retorno de la armadura de carcasa, en cada talón, permite el anclaje de la capa de armadura de carcasa al núcleo de tirante del talón.
- 40 Cada talón comprende un elemento de relleno que prolonga radialmente hacia el exterior el núcleo de tirante. El elemento de relleno tiene, en cualquier plano meridiano, una sección sensiblemente triangular y está constituido por al menos un material polímero de relleno. El elemento de relleno puede estar constituido por un apilamiento en el sentido radial de al menos dos materiales polímeros de relleno en contacto según una superficie de contacto que corta cualquier plano meridiano según una traza meridiana. El elemento de relleno separa axialmente la parte principal de la armadura de carcasa y el retorno de la armadura de carcasa.
- 45 Cada talón comprende igualmente un elemento de protección que prolonga radialmente hacia el interior el flanco y axialmente exterior al retorno de la armadura de carcasa. El elemento de protección está igualmente, al menos en parte, en contacto por su cara axialmente exterior con el reborde de la llanta. El elemento de protección está constituido por al menos un material polímero de protección.

Cada talón comprende finalmente un elemento de obturación o de junta axialmente interior al flanco y al elemento de protección y axialmente exterior al retorno de la armadura de carcasa. El elemento de obturación está constituido por al menos un material polímero de obturación.

5 Un material polímero, después de la cocción, está caracterizado mecánicamente por características de esfuerzo-deformación en tracción, determinadas por ensayos de tracción. Estos ensayos de tracción son efectuados por el experto en la técnica, sobre una probeta, según un método conocido, por ejemplo de acuerdo con la norma internacional ISO 37, y en las condiciones normales de temperatura ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) y de higrometría ($50 \pm 5\%$ de humedad relativa), definidas por la norma internacional ISO 471. Se denomina módulo de elasticidad al 10% de alargamiento de una mezcla de polímeros, expresado en mega pascuales (MPa), el esfuerzo de tracción medido para
10 un alargamiento de la probeta del 10%.

Un material polímero, después de la cocción, está igualmente caracterizado mecánicamente por su dureza. La dureza está principalmente definida por la dureza Shore A, determinada de acuerdo con la norma ASTM D 2240-86.

En el curso de la rodadura del vehículo, el neumático, montado sobre su llanta, inflada y aplastada bajo la carga del vehículo, está sometido a ciclos de flexión, en particular a la altura de sus talones y de sus flancos.

15 Los ciclos de flexión entrañan variaciones de curvatura combinadas con variaciones de tensión de los elementos de refuerzo metálicos de la parte principal de la armadura de carcasa y del retorno de la armadura de carcasa.

Los ciclos de flexión entrañan en particular esfuerzos y deformaciones, principalmente de cizalladura y de compresión, en los materiales polímeros de revestimiento y de obturación, en la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa, en razón de la flexión del talón sobre el reborde de la llanta.

20 En particular, en la zona de enrollamiento del talón sobre el reborde de la llanta, los ciclos de flexión inician fisuras en la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa. Estas fisuras se propagan en el material polímero de revestimiento y a continuación en el material polímero de obturación en el cual forman cavidades susceptibles de producir, durante la duración, una degradación del neumático, precisando su sustitución. La velocidad de propagación de las fisuras depende, por una parte, de la amplitud y de la frecuencia de los ciclos de
25 esfuerzos y de deformaciones y, por otra parte, de las rigideces de los materiales polímeros, en la zona de fisuración.

El documento JP 2004345414 ha descrito ya, en el caso de un neumático de armadura de carcasa radial, talones cuya concepción tiene por objetivo la prevención de fisuras generadas en la zona de recubrimiento entre el retorno de la armadura de carcasa y el extremo radialmente exterior de una capa de elementos de refuerzo metálicos que rodean la parte radialmente interior de núcleo de tirante. En la solución técnica propuesta, un elemento de material polímero está intercalado entre el retorno de la armadura de carcasa y el extremo radialmente exterior de la capa de
30 elementos de refuerzo metálicos rodeando la parte radialmente interior del núcleo de tirante.

El documento EP 0755811 A2 ha descrito ya un elemento de transición intercalado entre el refuerzo de la armadura de carcasa y un elemento de protección de la carcasa a la altura de los rebordes de la llanta.

35 Los inventores se ha fijado como objetivo el de mejorar las duraciones de los talones de un neumático radial para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil, disminuyendo la velocidad de propagación de las fisuras que se inician en la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa y que se propagan a través de los materiales polímeros de revestimiento y de obturación.

Este objetivo ha sido conseguido, de acuerdo con la invención, por:

40 -un neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil que comprende dos talones o bordones destinados a ponerse en contacto con una llanta que comprende dos rebordes de llanta circulares al menos en parte.

-una armadura de carcasa que comprende al menos una capa de armadura de carcasa constituida por elementos de refuerzo metálicos revestidos por un material polímero de revestimiento,

45 -una capa de armadura de carcasa que comprende al menos una parte principal de armadura de carcasa que se enrolla en cada talón, desde el interior hacia el exterior del neumático, alrededor de un núcleo de tirante para formar un retorno de la armadura de carcasa,

-comprendiendo cada talón un elemento de protección que prolonga radialmente hacia el interior un flanco y un elemento de obturación axialmente interior al elemento de protección y al flanco y axialmente exterior al retorno de la armadura de carcasa,

50 -estando los elementos de protección y de obturación constituidos respectivamente por al menos un material polímero de protección y por un material polímero de obturación,

-teniendo el material polímero de obturación un módulo de elasticidad, al 10% de alargamiento, inferior al módulo de elasticidad al 10% de alargamiento del material polímero de revestimiento,

-un elemento de transición, constituido por un material polímero de transición, que está en contacto, por su cara axialmente interior, con el material polímero de revestimiento de la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa y, por su cara axialmente exterior, con el material polímero de obturación,

- 5 -y siendo el módulo de elasticidad, al 10% de alargamiento, del material polímero de transición, intermedio entre los módulos de elasticidad respectivos al 10% de alargamiento del material polímero de revestimiento y del material polímero de obturación.

10 Según la invención, es ventajoso tener un elemento de transición, constituido por un material polímero de transición, en contacto, por su cara axialmente interior, con el material polímero de revestimiento de la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa y, por su cara axialmente exterior, con el material polímero de obturación. En efecto, la adición de un elemento de transición permite realizar un gradiente de rigideces y limitar localmente los niveles de esfuerzos y de deformaciones de los que depende la velocidad de propagación de las fisuras iniciadas sobre la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa y que se propagan a través de las materiales polímeros de revestimiento y de obturación.

15 El módulo de elasticidad, al 10% de alargamiento, del material polímero de transición es ventajosamente intermedio entre los módulos de elasticidad, al 10% de alargamiento, específicos del material polímero de revestimiento y del material polímero de obturación con el cual está en contacto el elemento de transición. La disminución progresiva de los módulos de elasticidad al 10% de alargamiento cuando se pasa sucesivamente del material polímero de revestimiento al material polímero de transición, a continuación al material polímero de obturación permite un gradiente decreciente y progresivo de rigideces, que permite disminuir los esfuerzos y deformaciones sobre la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa y, en consecuencia, hacer más lenta la propagación de las fisuras.

20 Un módulo de elasticidad al 10% de alargamiento del material polímero de transición intermedio aporta una ventaja tanto más significativa que importante es la separación entre los módulos de elasticidad al 10% de alargamiento específicos del material polímero de revestimiento y del material polímero de obturación. En el ejemplo de neumático según la invención estudiada, el módulo de elasticidad al 10% de alargamiento del material polímero de revestimiento es igual a 1,6 veces el módulo de elasticidad al 10% de alargamiento del material polímero de obturación.

25 Es igualmente ventajoso disponer el extremo radialmente exterior del elemento de transición radialmente exterior a la recta que pasa por el centro del círculo del reborde de la llanta y que forma un ángulo de $+70^\circ$ con respecto a la dirección axial.

30 Es incluso ventajoso disponer el extremo radialmente interior del elemento de transición radialmente interior a la recta que pasa por el centro del círculo del reborde de la llanta y que forma un ángulo de $+40^\circ$ con respecto a la dirección axial.

35 En la llanta de un neumático que comprende dos rebordes de llanta simétricos con respecto al plano ecuatorial del neumático y comprendiendo cada reborde de llanta en su parte radialmente más exterior una porción circular, se define, para cada reborde de llanta, un punto de referencia local cuyo origen es el centro del círculo del reborde de llanta y cuyos ejes son dos rectas que pasan por el centro del círculo del reborde de llanta y respectivamente orientadas axialmente hacia el interior del neumático y radialmente hacia el exterior del neumático.

40 El ángulo de una recta que pasa por el centro del círculo del reborde de llanta con respecto a la dirección axial es el ángulo de esta recta con la recta de dirección axial que pasa por el centro del círculo del reborde de llanta y orientada hacia el interior del neumático. Este ángulo es positivo si se pasa de la recta que pasa por el centro del círculo del reborde de llanta y orientada axialmente hacia el interior del neumático a la citada recta por una rotación de sentido trigonométrico.

45 Los posicionamientos geométricos de los extremos del elemento de transición son medidos sobre un neumático montado en su llanta, es decir inflado a la presión mínima que asegure el posicionamiento correcto de los talones del neumático con respecto a los rebordes de la llanta. A título de ejemplo, esta presión mínima puede ser igual al 10% de la presión nominal de inflado, tal como se especifica por la norma ETRTO.

50 Los inventores han mostrado que la zona de sensibilidad a la fisuración en la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa estaba comprendida entre las rectas que pasan por el centro del círculo del reborde de llanta y que forman respectivamente un ángulo mínimo igual a $+40^\circ$ y un ángulo máximo igual a $+70^\circ$ con respecto a la dirección axial. Esta es en efecto la zona de compresión y de cizalladura más elevadas, cuando se produce el enrollamiento del talón sobre el reborde de la llanta bajo la carga ejercida sobre el neumático. En consecuencia, el elemento de transición debe cubrir al menos esta zona de sensibilidad a la fisuración en la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa, teniendo en cuenta las tolerancias de posicionamiento del elemento de transición con respecto al retorno de la armadura de carcasa, inherentes al procedimiento de fabricación.

55 Según un modo de realización ventajoso de la invención, el espesor del elemento de transición es al menos igual al espesor del material polímero de revestimiento.

Se denomina espesor del elemento de transición, el espesor constante del elemento de transición medido fuera de las zonas de deshilachadura en los extremos del elemento de transición.

Se denomina espesor del material polímero de revestimiento, el espesor del material polímero de revestimiento medido, sobre la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa, a partir de, y perpendicular a, la generatriz axialmente exterior de un elemento cilíndrico de refuerzo metálico del retorno de la armadura de carcasa.

Este espesor mínimo del elemento de transición permite establecer un gradiente de rigideces mínimo, que permite disminuir la velocidad de propagación de las fisuras.

El espesor del elemento de transición es ventajosamente a lo sumo igual a 5 veces el espesor del material polímero de revestimiento. En efecto, la disipación térmica del material polímero de transición es superior a la del material polímero de obturación, debido al hecho de que su módulo de elasticidad al 10% de alargamiento es más elevado. En consecuencia, un volumen de material polímero de transición demasiado elevado entraña una elevación de temperatura del talón que perjudica a la duración de su vida útil; de ahí la importancia de limitar el espesor del elemento de transición a un valor máximo.

Un modo de realización ventajoso de la invención es el que tiene el módulo de elasticidad al 10% de alargamiento del material polímero de transición al menos igual a 0,9 veces y a lo sumo igual a 1,1 veces la media aritmética de los módulos de elasticidad respectivos, al 10% de transición, del material polímero de revestimiento y del material polímero de obturación. Este intervalo de valores para el módulo de elasticidad al 10% de alargamiento del material polímero de transición garantiza un gradiente de rigideces mínimo, cuando se pasa sucesivamente del material polímero de revestimiento al material polímero de transición y a continuación al material polímero de obturación; de ahí resulta una disminución significativa de la velocidad de propagación de las fisuras.

Las características de la invención se comprenderán mejor con la ayuda de la descripción de las figuras adjuntas 1 y 2:

La figura 1 presenta una vista en corte por un plano meridiano del talón de un neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil del estado de la técnica anterior.

La figura 2 presenta una vista en corte por un plano meridiano del talón de un neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil, según la invención.

Las figuras 1 y 2 no están representadas a escala para facilitar la comprensión.

En la figura 1 está representado un talón de neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil del estado de la técnica anterior, que comprende:

-una armadura de carcasa que incluye una sola capa de armadura de carcasa 1 constituida por elementos de refuerzo metálicos revestidos por un material polímero de revestimiento, con una parte principal de armadura de carcasa 1a que se enrolla, desde el interior hacia el exterior del neumático, alrededor de un núcleo de tirante 2 para formar un retorno de la armadura de carcasa 1b,

-un elemento de relleno 3 que prolonga radialmente hacia el exterior el núcleo de tirante 2, que tiene, en cualquier plano meridiano, una sección sensiblemente triangular y que está constituido por dos materiales polímeros de relleno,

-un primer material polímero de relleno 3a que está radialmente exterior y en contacto con el núcleo de tirante 2,

-un segundo material polímero de relleno 3b que está radialmente exterior y en contacto con el primer material polímero de relleno 3a,

-un elemento de protección 4 que prolonga radialmente hacia el interior un flanco 5 y constituido por al menos un material polímero de protección,

-un elemento de obturación 6 axialmente interior al elemento de protección 4 y al flanco 5 y axialmente exterior al retorno de la armadura de carcasa 1b, y construido por un material polímero de obturación.

La figura 2 presenta un talón de neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil, según la invención, que comprende:

-una armadura de carcasa, que comprende una sola capa de armadura de carcasa 21 constituida por elementos de refuerzo metálicos revestidos por un material polímero de revestimiento, con una parte principal de armadura de carcasa 21a que se enrolla, desde el interior hacia el exterior del neumático, alrededor de un núcleo de tirante 22 para formar un retorno de la armadura de carcasa 21b,

-un elemento de relleno 23 que prolonga radialmente hacia el exterior el núcleo de tirante 22, que tiene, en cualquier plano meridiano, una sección sensiblemente triangular y que está constituido por dos materiales polímeros de relleno,

- un primer material polímero de relleno 23a que está radialmente exterior y en contacto con el núcleo de tirante 22,
- un segundo material polímero de relleno 23b que está radialmente exterior y en contacto con el primer material de relleno 23a,
- un elemento de protección 24 que prolonga radialmente hacia el interior un flanco 25 y constituido por al menos un material polímero de protección,
- un elemento de obturación 26 axialmente interior al elemento de protección 24 y al flanco 25 y axialmente exterior al retorno de la armadura de carcasa 21b, y constituido por un material polímero de obturación,
- un elemento de transición 28 en contacto, por su cara axialmente interior, con el material polímero de revestimiento de la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa y, por su cara axialmente exterior, con el material polímero de obturación.

El elemento de transición 28 tiene un espesor, representado esquemáticamente constante, pero que, en realidad, presenta con más frecuencia deshilachaduras en sus extremos radialmente exterior E y radialmente interior I, respectivamente.

El posicionamiento geométrico respectivo de los extremos radialmente exterior E y radialmente interior I del elemento de transición 28 está definido con relación a la referencia local cuyo origen es el centro O del círculo del reborde de llanta 27 y cuyos ejes YY' y ZZ' son dos rectas que pasan por el centro O del círculo del reborde de la llanta y respectivamente orientadas axialmente hacia el interior del neumático y radialmente hacia el exterior del neumático. El ángulo de una recta que pasa por el centro O del círculo del reborde de la llanta es entonces positivo si se pasa del eje YY' a la recta por una rotación de sentido trigonométrico.

Los extremos radialmente exterior E y radialmente interior I del elemento de transición 28 están situados respectivamente sobre las rectas D y d, formando los ángulos A y a con el eje YY'.

Los extremos radialmente exterior E y radialmente interior I del elemento de transición 28 son respectivamente radialmente exterior a la recta $D_{\min}$, que forma un ángulo con respecto al eje YY' igual a $+70^\circ$, y radialmente interior a la recta $d_{\max}$, que forma un ángulo con respecto al eje YY' igual a $+40^\circ$.

La invención ha sido más particularmente estudiada en el caso de un neumático para vehículo pesado del tipo volquete de dimensión 59/80R63. Según la norma ETRTO, las condiciones nominales de utilización de un tal neumático son una presión de inflado igual a 6 bares, una carga estática igual a 99 toneladas y una distancia recorrida en una hora comprendida entre 16 km y 32 km.

El neumático 59/80R63 ha sido concebido de acuerdo con la invención, tal como se representa en la figura 2.

El ángulo A de la recta D que pasa por el extremo radialmente exterior E del elemento de transición 28 es igual a $+80^\circ$, por lo tanto superior a $+70^\circ$.

El ángulo de la recta d que pasa por el extremo radialmente interior I del elemento de transición 28 es igual a $+35^\circ$, por lo tanto inferior a $+40^\circ$.

El espesor e del elemento de transición 28 es igual a 1,5 mm, por lo tanto está comprendido entre el espesor del material polímero de revestimiento, igual a 1 mm, y 5 veces el espesor del material polímero de revestimiento.

Los módulos de elasticidad al 10% de alargamiento de los materiales polímeros de revestimiento, de transición y de obturación son respectivamente iguales a 6 MPa, 4,8 MPa y 3,5 MPa. Por consiguiente, el módulo de elasticidad al 10% de alargamiento del material polímero de transición es igual a la media aritmética de los módulos de elasticidad respectivos, al 10% de alargamiento, de los materiales polímeros de revestimiento y de obturación.

Se han realizado simulaciones de cálculos para elementos acabados respectivamente en un neumático de referencia, tal como el representado en la figura 1, y en un neumático según la invención, tal como el representado en la figura 2. Para el neumático de referencia, el alargamiento del material polímero de obturación 6, en la zona de sensibilidad a la fisuración en la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa 1b, es igual a 1,3 veces el alargamiento del material polímero de revestimiento en contacto, siendo estos alargamientos paralelos al retorno de la armadura de carcasa. Para el neumático de acuerdo con la invención, el alargamiento del material polímero de transición 28, en la zona de sensibilidad a la fisuración en la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa 21b, es igual a 1,1 veces el alargamiento del material polímero de revestimiento. En consecuencia, la velocidad de propagación de una fisura del material polímero de revestimiento hacia el material polímero de transición 28, en el caso de la invención, es más pequeña que la velocidad de propagación de una fisura del material polímero de revestimiento hacia el material polímero de obturación 6, en el caso del neumático de referencia, ya que la relación del alargamiento del material polímero de transición 28 con respecto al alargamiento del material polímero de revestimiento, igual a 1,1, es inferior a la relación del alargamiento del material polímero de obturación 6 con respecto al alargamiento del material polímero de revestimiento, igual a 1,3.

La invención no debe ser interpretada como limitada al ejemplo ilustrado en la figura 2, sino que puede ser extendida a otras variantes de realización, tales como, por ejemplo y de manera no exhaustiva, las relativas al número de materiales polímeros de transición comprendidos entre el material polímero de revestimiento y el material polímero de obturación.

REIVINDICACIONES

1. Neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil, que comprende dos talones o bordones destinados a entrar en contacto con una llanta que comprende dos bordes de llanta (7, 27) circulares al menos en parte, una armadura de carcasa que comprende al menos una capa de armadura de carcasa (1, 21) constituida por elementos de refuerzo metálicos revestidos o envueltos por un material polímero de revestimiento o envoltura, comprendiendo la capa de armadura de carcasa una parte principal de armadura de carcasa (1a, 21a) que se enrolla en cada talón, desde el interior hacia el exterior del neumático, alrededor de un núcleo de tirante (2, 22) para formar un retorno de la armadura de carcasa (1b, 21b), comprendiendo cada talón un elemento de protección (4, 24) que prolonga radialmente hacia el interior un flanco (5, 25) y un elemento de obturación (6, 26) axialmente interior al elemento de protección y al flanco y axialmente exterior al retorno de la armadura de carcasa, estando los elementos de protección y de obturación constituidos respectivamente por al menos un material polímero de protección y por un material polímero de obturación, teniendo el material polímero de obturación un módulo de elasticidad al 10% de alargamiento inferior al módulo de elasticidad al 10% de alargamiento del material polímero de revestimiento, **caracterizado porque** un elemento de transición (28), constituido por un material polímero de transición, está en contacto, por su cara axialmente interior, con el material polímero de revestimiento de la cara axialmente exterior del retorno de la armadura de carcasa (21b) y, por su cara axialmente exterior, con el material polímero de obturación (26), y **porque** el módulo de elasticidad al 10% de alargamiento del material polímero de transición es intermedio entre los módulos de elasticidad respectivos, al 10% de alargamiento, del material polímero de revestimiento y del material polímero de obturación.
2. Neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil según la reivindicación 1, que comprende dos talones en contacto con una llanta, comprendiendo la llanta dos rebordes de llanta (27), comprendiendo cada reborde de llanta (27), en su parte radialmente más exterior, una parte circular de centro (O) por la cual pasan dos ejes (ZZ') e (YY'), respectivamente orientados radialmente hacia el exterior del neumático y axialmente hacia el interior del neumático, **caracterizado porque** el extremo radialmente exterior E del elemento de transición (28) es radialmente exterior a la recta (Dmin) que pasa por el centro (O) del círculo del reborde de llanta (27) y que forma un ángulo de +70° con respecto a la dirección axial (YY').
3. Neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, que comprende dos talones en contacto con una llanta, comprendiendo la llanta dos rebordes de llanta (27), comprendiendo cada reborde de llanta (27), en su parte radialmente más exterior, una parte circular de centro (O) por la cual pasan dos ejes (ZZ') e (YY') respectivamente orientados radialmente hacia el exterior del neumático y axialmente hacia el interior del neumático, **caracterizado porque** el extremo radialmente interior (I) del elemento de transición (28) es radialmente interior a la recta (dmax) que pasa por el centro (O) del círculo del reborde de llanta (27) y que forma un ángulo de +40° con respecto a la dirección axial (YY').
4. Neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el espesor (e) del elemento de transición (28) es al menos igual al espesor del material polímero de revestimiento.
5. Neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el espesor (e) del elemento de transición (28) es a lo sumo igual a 5 veces el espesor del material polímero de revestimiento.
6. Neumático para vehículo pesado del tipo de ingeniería civil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el módulo de elasticidad al 10% de alargamiento del material polímero de transición es al menos igual a 0,9 veces y a lo sumo igual a 1,1 veces la media aritmética de los módulos de elasticidad respectivos, al 10% de alargamiento, del material polímero de revestimiento y del material polímero de obturación.

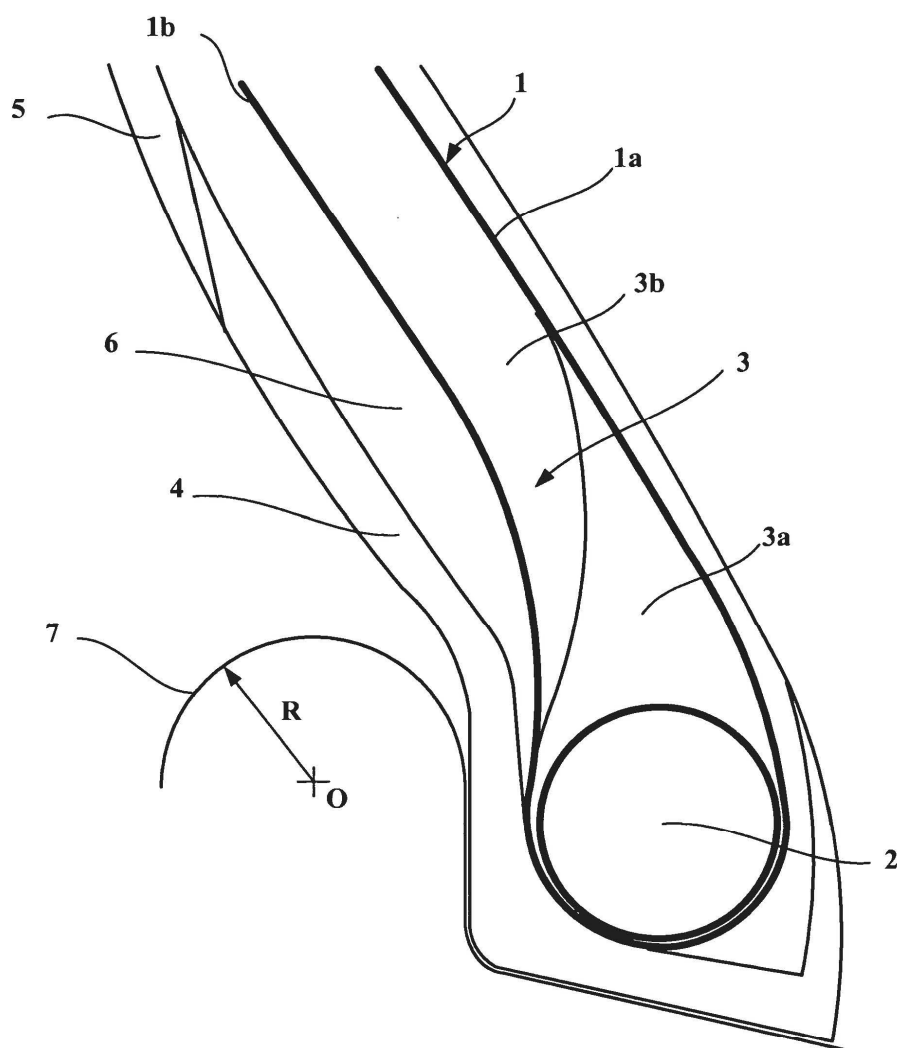


FIGURA 1

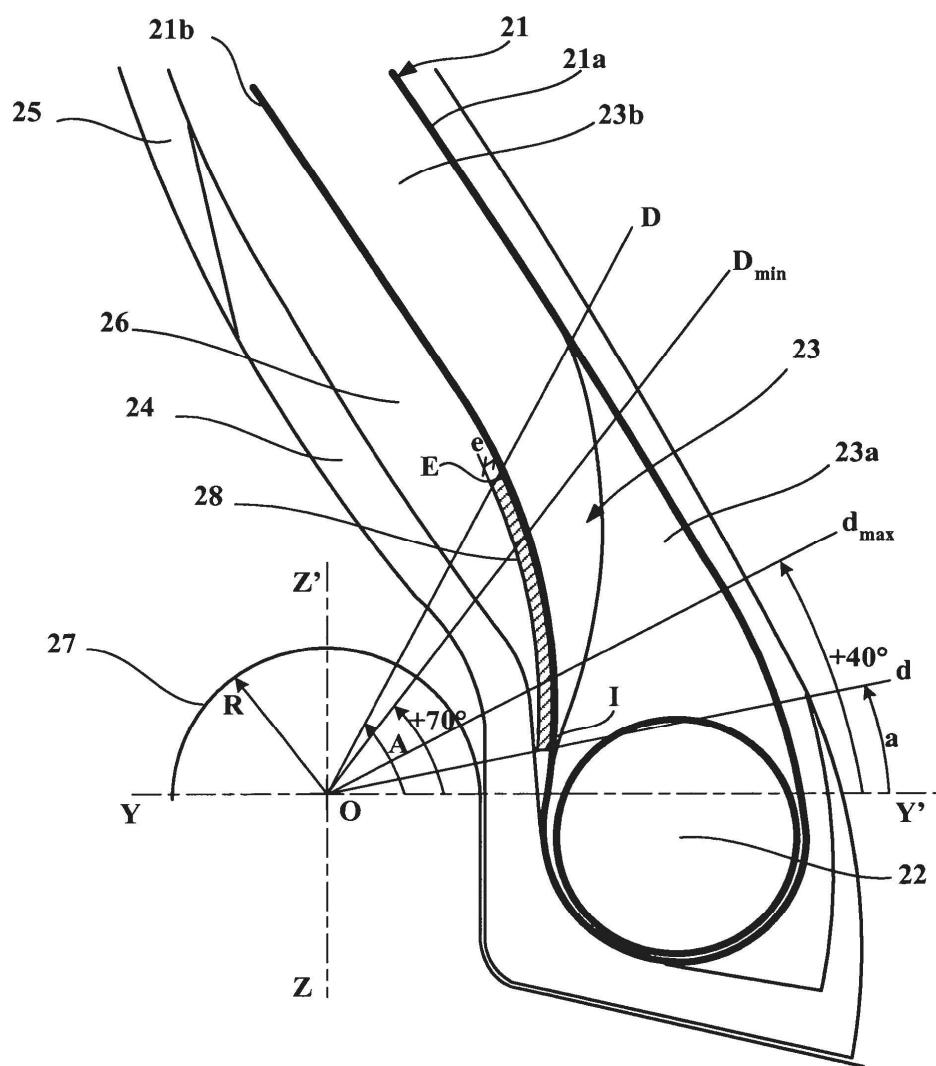


FIGURA 2