

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 393 628**

(51) Int. Cl.:

**B60B 17/00**

(2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **07805723 .9**

(96) Fecha de presentación: **19.07.2007**

(97) Número de publicación de la solicitud: **2046585**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **15.04.2009**

(54) Título: **Rueda de transporte ferroviario con alta capacidad de frenado**

(30) Prioridad:

**04.08.2006 IT BS20060172**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:

**26.12.2012**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**26.12.2012**

(73) Titular/es:

**LUCCHINI RS S.P.A. (100.0%)  
VIA G. PAGLIA, 45  
24065 LOVERE (BG), IT**

(72) Inventor/es:

**LOMBARDO, FRANCESCO;  
LUNDEN, ROGER y  
NORDHALL, LENNART**

(74) Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 393 628 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

Rueda de transporte ferroviario con alta capacidad de frenado

### Campo de la invención

La presente invención concierne a ruedas de transporte ferroviario, en particular ruedas de frenado en la banda de rodadura, que incluye ruedas para las cuales el frenado de rodadura es adicional al sistema principal de frenado.

- 5 Esta invención propone un diseño de rueda con una alta capacidad para mantener suficientemente bajos los esfuerzos y las deflexiones inducidas durante y después de las operaciones de frenado. Las ruedas serán especialmente adecuadas para servicios de transporte de cargas pesadas por eje, pero también para aplicaciones especiales en los trenes de pasajeros.

### Estado de la técnica

- 10 Las ruedas de los vehículos ferroviarios se fabrican incluso hoy día mediante el forjado o fundición en una sola pieza, denominadas ruedas monobloque o sólidas, incluso si se utilizan las denominadas ruedas con neumáticos con anillos circulares independientes (neumáticos). En este caso, se toman en consideración solamente las ruedas monobloque. El conjunto de ruedas de un vagón moderno de pasajeros o de transporte consiste en dos ruedas monobloque de acero rígidamente montadas sobre un árbol normal de ejes de acero.

- 15 Las ruedas de acero forjado son laminadas para cumplir las dimensiones requeridas y sufren a menudo operaciones de acabado mecánico. Se puede conseguir una superficie de rodadura dura y resistente al desgaste mediante enfriamiento de la llanta. Este tratamiento induce una compresión circumferencial beneficiosa en la llanta de la rueda, que ayuda a suprimir la formación y la propagación de las grietas transversales. La rueda debe ser diseñada de manera que resista las cargas mecánicas debidas a su contacto con el raíl y, si se aplica el sistema de frenado de rodadura sobre la superficie rodante, también la carga térmica originada por el frenado.

- 20 25 El frenado sobre la rodadura es el sistema de frenado más comúnmente utilizado para vagones de transporte. La acción de frenado sobre la rueda se consigue presionando al menos un bloque de frenado contra la superficie de rodadura o de trabajo de la rueda. El bloque de frenado puede estar hecho de hierro fundido o de materiales compuestos o sinterizados. Cuando se frena, la energía cinética del tren en marcha se transforma en calor, que se reparte entre la rueda y el bloque o bloques de frenado.

- 30 Durante la acción de frenado de rodadura, se desarrolla un gradiente de temperatura en la rueda con temperaturas más altas sobre la banda de rodadura de la rueda. Este gradiente origina un aumento de los esfuerzos circumferenciales de compresión cerca de la superficie de rodadura de la llanta de la rueda. Se pueden alcanzar esfuerzos de compresión mayores que el esfuerzo de cesión del material, seguidos de un desarrollo del esfuerzo de tensión circumferencial en la llanta de la rueda, cerca de la superficie rodante, cuando la rueda se enfria tras una acción de frenado. Este esfuerzo residual crea a menudo un problema de seguridad, porque puede originar la propagación de grietas radiales en la llanta, en el velo y en el cubo de la rueda.

- 35 40 El gradiente de temperatura desarrollado es seguido también por deflexiones de la rueda, en particular por una deflexión axial de la llanta de la rueda con respecto al cubo. Esta deflexión axial de la rueda modifica el calibre del conjunto de ruedas, que es la distancia entre las llantas de las dos ruedas en un conjunto de ruedas, durante la acción de frenado y, si ocurre una deformación plástica, también cuando las ruedas se han enfriado.

- 45 Una ventaja de utilizar el frenado de bloques es que hace áspera la superficie rodante y por tanto provoca la adherencia entre la rueda y el raíl, un factor importante tanto para la tracción como para el frenado. Sin embargo, con los sistemas de frenado por bloques, existen también algunos inconvenientes principales. El calor excesivo puede dañar la rueda y convertirse en un factor limitativo. El mayor nivel de ruido generado por trenes equipados con ruedas frenadas en bloque, en comparación con trenes equipados con frenos de disco, se convierte en un factor importante con relación a la perturbación ambiental. Sin embargo, se ha averiguado que las ruedas frenadas mediante el uso de materiales compuestos o sinterizados, generan menos ruido que las ruedas en las que el bloque de frenado es hierro fundido. Un aspecto importante es que, con los nuevos materiales para los bloques de freno, entra generalmente un porcentaje más alto de calor en la rueda, que con los frenos de bloques de hierro fundido convencionales, un hecho que influenciará el dimensionado de las ruedas en cuanto a la carga térmica del frenado de rodadura.

- 50 Los estándares europeos recientemente introducidos UIC 510-5 y EN-13979-1 regulan el diseño de ruedas ferroviarias, tanto con respecto a la carga mecánica que se deriva del contacto rueda-raíl, como de la carga térmica resultante del frenado de rodadura. De acuerdo con estos estándares, una rueda de vagón de transporte cumplirá con el requisito de esfuerzo y deflexión resultante de la potencia térmica de frenado, dependiendo de la carga por eje en un periodo de 45 minutos. El rendimiento de la rueda será verificado utilizando un banco de pruebas de frenado.

En el diseño de ruedas ferroviarias frenadas por rodadura, se ha intentado a menudo un compromiso entre los esfuerzos y las deflexiones. Las ruedas con un velo recto tienen una buena estabilidad, pero esfuerzos muy altos en la llanta. Las ruedas con un velo de forma cónica tienen esfuerzos bajos durante y después del frenado, pero sufren muy altas deflexiones laterales en la llanta.

- 5 Para evitar estas desventajas, se han intentado muchos diseños de rueda diferentes con veles curvilíneos. Sin embargo, varios de estos diseños no cumplen los actuales requisitos de rendimiento y, debido a su forma geométrica, no pueden ser instalados en los bujes existentes.

10 Las denominadas ruedas de bajo esfuerzo, que tienen un diseño de fábrica fraccional optimizado, pertenecen a una categoría especial de ruedas. Los cálculos de FE muestran que las ruedas con un velo en forma de C (con un solo radio) sufren altas deflexiones de la llanta, que se traducen en una alta inclinación de la llanta, lo cual significa una rotación de la sección transversal de la llanta alrededor de un eje circunferencial.

15 Los materiales de la rueda para ruedas de ferrocarril están definidos por el estándar EN 13262-2004 (CEN) para ruedas forjadas. El material tendrá propiedades adecuadas con respecto a la resistencia a la tensión, dureza, aspera, ductilidad, resistencia a la fatiga y resistencia al desgaste. Además, el material será resistente contra el desarrollo de martensita quebradiza debida al calentamiento local originado por deslizamiento de las ruedas, seguido de un rápido enfriamiento.

La solicitud de patente EP-A-1 225 065 divulga una rueda ferroviaria de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación anexa 1.

Ruedas ferroviarias similares se describen en los siguientes documentos de la técnica anterior:

20 US-A-3 127 212,

WO 90/02290 A,

"RP 16 Standardisierung eines klotzgebremsten Vollrades (Laufkreisduchmesser 920 mm)" BESCHRAENKTE LISTE DER VON ERRI VEROEFFENTLICHEN BERICHTE, Abril de 1996 (1996-04), páginas 116-117, 1,

WO 03/0641282 A,

25 "Dibujo núm. 2 Fwg 302.0.02.001.007 de la base de datos del Deutsche Bundesbahn" DIBUJO DE LA BASE DE DATOS DEL DEUTSCHE BUNDESBahn, 2001, páginas 1 - 2.

Objetivo de la invención

30 El objetivo de esta invención es proporcionar una rueda que sea fácil de fabricar y que tenga una flexibilidad radial y una rigidez axial suficientemente altas para evitar las desventajas antes mencionadas relativas, respectivamente, a los esfuerzos y deflexiones experimentados en otros diseños de rueda y en ruedas descritas en algunos documentos de patente.

El objetivo de la invención se consigue con la introducción de un nuevo tipo de velo curvado entre la llanta y el cubo de la rueda, el cual permite un ajuste del diseño para conseguir un equilibrio entre los requisitos relativos en esfuerzos bajos y en las pequeñas deflexiones laterales y la inclinación de la llanta.

35 Al diseñar un velo de rueda ferroviaria, es por tanto necesario reunir los requisitos (1) relativos a los esfuerzos de fatiga debidos a la carga mecánica vertical y lateral, y (2) relativos a los esfuerzos y deflexiones de la llanta debidos a la carga térmica originada por el frenado de rodadura.

40 El requisito (1) impondrá la necesidad de que el espesor del velo cerca del cubo de la rueda sea relativamente alto, pero en general permitirá que el velo sea moderadamente delgado cerca de la llanta. La forma y la pendiente de esta zona del velo son decisivas cuando son capaces de permitir la expansión radial del velo, que dará como resultado un descenso de los esfuerzos de la llanta y de las deflexiones laterales, de acuerdo con el requisito (2). Además, para reducir la inclinación de la llanta, la posición lateral de la zona de conexión del velo con la llanta de la rueda se hace importante.

45 La invención se ha concebido sobre la base de tales consideraciones, que resultan en la consecución de una rueda ferroviaria para vehículos ferroviarios, en particular para vagones de mercancías, de acuerdo con al menos la reivindicación 1.

Descripción detallada de la invención

# ES 2 393 628 T3

La invención será descrita con más detalle, sin embargo, en la continuación de la presente invención, hecha con referencia al dibujo adjunto, en el cual la única figura muestra una sección transversal radial de una parte de una rueda ferroviaria.

5 Como está ilustrado, la rueda comprende un cubo 1, una llanta 2 con una superficie rodante o de rodadura 3 y una pestaña 4 sobre su lado interno, un centro de velo o disco intermedio 5, que se conecta al cubo y a la llanta.

X-X indica los ejes geométricos y de rotación de la rueda, y S indica un plano medio radial de la rueda, perpendicular al eje X-X.

10 El velo 5 tiene una sección transversal que se extiende a lo largo de una línea central AB con una forma curvilínea entre un punto A en una región 6 que conecta el velo con la superficie radialmente interna de la llanta 2, y un punto B en una región 7 que conecta el velo con la superficie radialmente externa del cubo 1.

15 Más precisamente, el velo 5 tiene una parte intermedia curvada que se extiende entre dos puntos de inflexión D, E desde partes opuestas de un punto intermedio C, a lo largo de una línea central AB, y que tiene centros de curvatura (intradós) desde un lado de la rueda, así como una primera parte extremada entre el punto D y el anteriormente mencionado punto A, en la región 6 de unión con la llanta, y una segunda parte extremada entre el punto E y el anteriormente mencionado punto B en la región 7 de unión con el cubo, ambas con centros de curvatura (intradós) desde el lado opuesto de la rueda.

Además, de acuerdo con la invención:

los dos puntos A y B de unión en la línea central AB del velo 5 están posicionados sobre el mismo lado (en el dibujo, el lado interno) de la rueda, en comparación con el plano radial medio S;

20 el punto intermedio C está en el lado opuesto (en el dibujo el lado externo) del punto A y el punto B, en comparación con el plano radial medio S, y la tangente a la línea central AB en dicho punto intermedio C es paralela a dicho plano radial medio S; y

el ángulo entre las tangentes a la línea central AB del velo en los puntos de inflexión (D - E) está entre 90 y 120 grados.

25 El diámetro de la superficie radial interna de la llanta 2 de la rueda es alrededor de 1,2 a 1,4 veces el diámetro en el punto C del velo, y la distancia entre el punto C y el plano radial medio S está preferiblemente en la gama entre 20 y 30 mm.

30 El radio  $r$  de la línea central AB, en la parte intermedia del velo 5, entre el punto C y el punto de inflexión D, está en la gama de 29 a 50 mm, mientras que el radio  $R$  de la línea central AB, en la parte intermedia del velo 5, entre el punto C y el punto de inflexión E, está en la gama de 90 a 200 mm. Y aún más, el radio  $r_1$  de la línea central AB en la parte del velo 5, entre el punto de inflexión D y el punto de unión A, está en la gama de 22 a 60 mm, mientras que el radio  $r_2$  de la línea central AB de la parte 5 del velo entre el punto de inflexión E y el punto de unión B, está en la gama de 100 a 400 mm.

35 El espesor del velo cerca de la llanta 1 será lo más delgado posible, consistente con los demás parámetros dimensionales del propio velo.

## REIVINDICACIONES

1. Rueda ferroviaria con una forma de simetría axial con respecto a un eje de rotación (X-X) perpendicular a un plano radial medio (S) de la rueda, que comprende un cubo (1), una llanta (2) con una superficie rodante (3) y una pestaña (4), un centro de velo o disco (5) entre la llanta y el cubo, una región (6) de unión del velo con la llanta y una región (7) de unión del velo con el cubo, y donde la sección transversal de dicho centro de velo (5) está construida a lo largo de una línea central curvilínea (AB) que se extiende entre un punto (A), situado en la región (6) de unión, entre el velo (5) y la llanta, y un punto (B) situado en la región (7) de unión entre el velo (5) y el cubo (1), donde:

5 - el centro (5) de velo entre el cubo y la llanta de la rueda tiene un desarrollo curvilíneo con una parte intermedia curvada, que se extiende entre un primer y un segundo puntos (D, E) de inflexión, situados en lados opuestos de un punto intermedio (C) a lo largo de la línea central (S), y que tienen centros de curvatura desde un lado de la rueda, así como una primera parte extrema entre el primer punto de inflexión (D) y el punto (A) de la región (6) de unión con la llanta, y una segunda parte extrema entre el segundo punto de inflexión (E) y el punto (B) de la región (7) de unión con el cubo, ambas con centros de curvatura en lados opuestos de la rueda,

10 - los dos puntos (A y B) de dichas regiones (6, 7) de unión están situados en la misma parte de dicho plano radial medio (S),

15 - el punto intermedio (C) del velo tiene una tangente a la línea central (AB) que es paralela al plano medio (S), y

- el ángulo entre las tangentes y la línea central (AB) del velo en dichos puntos (D - E) de inflexión está entre 90 y 120 grados,

20 caracterizada porque el punto intermedio (C) del velo está situado en un lado de dicho plano radial medio (S), que es opuesto a dicho lado sobre el cual están situados los dos puntos (A y B) de dichas regiones (6, 7) de unión.

2. Rueda ferroviaria según la reivindicación 1, en la que el diámetro del lado interno de la llanta está entre 1,2 y 1,4 veces el diámetro en el punto intermedio (C) del velo.

3. Rueda ferroviaria según las reivindicaciones 1 y 2, en la que la distancia entre el punto intermedio (C) del velo y el plano medio (S) está en la gama desde 20 a 30 mm.

25 4. Rueda ferroviaria según las reivindicaciones 1 a 3, en la que el radio de la línea central (AB) en la parte entre el punto intermedio (C) del velo y el primer punto de inflexión (D) está en la gama entre 29 y 50 mm.

5. Rueda ferroviaria según las reivindicaciones anteriores, en la que el radio de la línea central (AB) en la parte entre el punto intermedio (C) del velo y el segundo punto de inflexión (E), está en la gama de entre 90 y 200 mm.

30 6. Rueda ferroviaria según las reivindicaciones anteriores, en la que el radio de la línea central (AB) en la parte entre el primer punto de inflexión (D) y el punto (A) de unión está en la gama de entre 22 y 60 mm.

7. Rueda ferroviaria según las reivindicaciones anteriores, en la que el radio de la línea central (AB) en la parte entre el segundo punto de inflexión (E) y el punto (B) de unión está en la gama de entre 100 y 400 mm.

8. Rueda ferroviaria según las reivindicaciones anteriores, en la que el velo tiene un espesor mínimo cerca de la llanta.

