

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 965 374**

51 Int. Cl.:

B60T 8/17

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2017** **PCT/EP2017/082385**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2018** **WO18114473**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2017** **E 17832484 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2023** **EP 3558768**

54 Título: **Procedimiento para mejorar la adherencia de un vehículo ferroviario mediante un acondicionamiento de eje(s) seleccionado(s)**

30 Prioridad:

21.12.2016 DE 102016125194

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

15.04.2024

73 Titular/es:

**KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR
SCHIENENFAHRZEUGE GMBH (100.0%)
Moosacher Strasse 80
80809 München, DE**

72 Inventor/es:

**RASEL, THOMAS;
FRIESEN, ULF;
HERDEN, MARC-OLIVER;
WACH, JÖRG-JOHANNES y
MAYER, REINHOLD**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 965 374 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

Procedimiento para mejorar la adherencia de un vehículo ferroviario mediante un acondicionamiento de eje(s) seleccionado(s)

Para acelerar o frenar un vehículo ferroviario deben transmitirse fuerzas de aceleración (del tren) o fuerzas de frenado en el punto de contacto entre la rueda y el raíl. La fuerza máxima que puede transmitirse en ese punto de contacto entre la rueda y el raíl depende esencialmente de las relaciones de fricción entre la rueda y el raíl. En un raíl seco pueden transmitirse fuerzas más elevadas que en un raíl húmedo o sucio. En el caso de que al frenar un vehículo ferroviario se requiera una fuerza de frenado más elevada que la que puede transmitirse entre la rueda y el raíl debido a las relaciones de fricción, al menos una de las ruedas puede bloquearse y resbalarse sobre el raíl. Esa condición se denomina como deslizamiento. En el caso contrario, en el que al acelerar un vehículo ferroviario se requiera una aceleración (fuerza de tracción) más elevada que la que puede transmitirse entre la rueda y el raíl debido a las relaciones de fricción, al menos una de las ruedas puede derrapar. Esa condición se denomina como patinar. Expresado de otro modo, el hecho de patinar describe una condición en la que la velocidad circunferencial de la rueda es mayor que la velocidad de marcha. De forma análoga, el hecho de deslizarse describe una condición en la que la velocidad circunferencial de la rueda es menor que la velocidad de marcha. En el caso de que la velocidad circunferencial de la rueda y la velocidad de marcha sean idénticas, esa condición se denomina como rodar o rodamiento.

En general, se denomina resbalamiento a la aparición de un movimiento relativo entre lo que conforma la circunferencia de la rueda y el raíl. Por tanto, cuando la velocidad circunferencial de la rueda y la velocidad de marcha no son idénticas se produce un resbalamiento. El resbalamiento, además, es necesario principalmente para poder transmitir fuerzas de tracción o de frenado entre el raíl y la rueda. Si en una rueda ocurre un resbalamiento cero, entonces esto significa que esa rueda se mueve rodando libremente, por tanto, que en la rueda no actúan pares de rotación. Sin resbalamiento, por consiguiente, no es posible una transmisión de potencia, por tanto, no es posible una transmisión de fuerzas de tracción o de frenado entre la rueda y el raíl. Por otro lado en el caso de un valor de resbalamiento muy grande, por ejemplo, al producirse un deslizamiento o patinar, eventualmente no pueden transmitirse fuerzas elevadas entre la rueda y el raíl. Por consiguiente, el resbalamiento óptimo para la transmisión de fuerzas de tracción o de frenado máximas se encuentra entre cero (condición de rodadura) y un valor muy grande, como por ejemplo 100 por ciento (condición de deslizamiento o patinar).

El resbalamiento óptimo depende de las relaciones de fricción, así como de la condición de fricción entre la rueda y el raíl. Conforme a ello, el resbalamiento óptimo en el caso de un raíl mojado puede ser distinto al de un raíl seco. Las distintas relaciones de fricción entre la rueda y el raíl se denominan a continuación como tipos de adherencia. En la figura 1 se muestran a modo de ejemplo distintos tipos de adherencia.

La figura 1 muestra dos diagramas (adherencia o adhesión mediante resbalamiento) con distintos tipos de adherencia. El diagrama en el lado izquierdo muestra un tipo de adherencia que en el área especializada se conoce como nH (valor de adherencia bajo), donde el tipo de adherencia mostrado en el lado derecho se conoce como xnH (valor de adherencia extremadamente bajo). En el eje-x (horizontal) de los diagramas respectivamente está marcado el resbalamiento, mientras que el eje-y vertical muestra la adherencia, así como la fuerza de fricción o el coeficiente de fricción máximo que puede transmitirse de forma proporcional entre la rueda y el raíl. En los diagramas está marcado además un valor μ_0 que se encuentra en el punto de transición del micro-resbalamiento al macro-resbalamiento. La parte del gráfico en el lado izquierdo, desde μ_0 , muestra respectivamente el rango del micro-resbalamiento, y la parte del gráfico en el lado derecho, desde μ_0 , muestra respectivamente el rango del macro-resbalamiento. Además, μ_0 se define principalmente mediante el valor de fricción máximo en el rango del micro-resbalamiento (parte izquierda del gráfico).

En el tipo de adherencia nH mostrado a la izquierda pueden transmitirse fuerzas máximas en el rango del macro-resbalamiento, donde en el tipo de adherencia xnH mostrado a la derecha pueden transmitirse las fuerzas máximas en el rango de μ_0 . Por ejemplo, si ocurre una condición de adherencia nH (diagrama izquierdo en la figura 1), partiendo de μ_0 , puede aplicarse fuerza de frenado adicional que se utiliza en el rango de macro-resbalamiento, ya que el gráfico además aumenta partiendo desde μ_0 . Este comportamiento también se denomina como "auto-mejora". En caso contrario, si se encuentran presentes condiciones de adherencia xnH, entonces en un rango entre 0 y μ_0 , la fuerza de frenado puede aumentarse sólo hasta una parte de μ_0 que debe determinarse como máxima, para impedir un pasaje al rango de macro-resbalamiento (aquí el gráfico disminuye nuevamente partiendo desde μ_0 , pero no se presenta ninguna "auto-mejora"). Esa parte de μ_0 que debe determinarse como máxima en los diagramas está marcada como $K\mu_0$ y se refiere a μ_0 . El valor $K\mu_0$, por tanto, representa un factor que hace referencia a μ_0 y que indica una parte porcentual de μ_0 que puede utilizarse para la transmisión de fuerza sin tener que temer un pasaje al rango de macro-resbalamiento en el caso de un tipo de adherencia xnH. Para el tipo de adherencia nH (diagrama izquierdo en la figura 1) resulta un $K\mu_0 > 1$, mientras que para el tipo de adherencia xnH (diagrama derecho en la figura 1) resulta un $K\mu_0 < 1$. Por ejemplo, si en el caso de un tipo de adherencia xnH debe utilizarse 80 % ($=0,8$), desde μ_0 , durante el frenado, para garantizar un 20% de "distancia de seguridad" con respecto al rango de macro-resbalamiento, resulta un $K\mu_0$ de 0,8.

En el estado de la técnica se conocen procedimientos y dispositivos que, mediante una regulación del sistema de antideslizamiento, regulan el proceso de frenado de un vehículo ferroviario. Por la publicación "UIC Merkblatt 541-05, Bremse - Vorschriften für den Bau der verschiedenen Bremsstellen - Gleitschutzanlage" de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC), ISBN 2-7461-0968-9, se conoce una regulación del sistema de antideslizamiento según el estado de la técnica. Una regulación del sistema de antideslizamiento según el estado de la técnica, en base a la velocidad de rotación de la rueda, determina un valor de resbalamiento, mediante el cual pueden transmitirse fuerzas de fricción máximas entre la rueda y el raíl, que frenan el vehículo ferroviario. En el caso de raíles húmedos, un valor de resbalamiento de esa clase puede ser del 20 %. En una situación de esa clase, en el caso de un frenado a fondo, la regulación del sistema de antideslizamiento predeterminaría un resbalamiento del 20 % en cada una de las ruedas frenadas. El resbalamiento del 20 % corresponde aquí a la variable de ajuste, según la que se regulan las fuerzas de aplicación de los frenos, para observar el valor de resbalamiento predeterminado. Como fuerza de aplicación se denomina aquí la fuerza desde el sistema de frenado hacia la rueda individual, por tanto, por ejemplo, la fuerza de un cilindro de freno hacia una rueda. Por tanto, si en el caso de un frenado a fondo, como variable de ajuste está predeterminado un resbalamiento del 20 %, pero en un eje realmente sólo ocurre un 15 % de resbalamiento, la fuerza de aplicación (variable de regulación) del dispositivo de frenado en ese eje se aumenta para frenar con más intensidad, alcanzando así la condición de resbalamiento predeterminada. Debido a esto, el resbalamiento se aumenta de 15 % a 20 %, y se aumenta la fuerza de fricción transmitida entre el raíl y las ruedas frenadas (fuerza de frenado total o suma de la fuerza de frenado).

En la solicitud WO 2013/034691 A2 se describe además un dispositivo de control de frenado para vehículos ferroviarios, con un dispositivo de frenado de fricción, donde el dispositivo de control de frenado está diseñado para determinar un coeficiente de adherencia efectivo entre una rueda del vehículo ferroviario y un raíl que se encuentra en contacto con la rueda. Además, el dispositivo de control de frenado está diseñado para calcular un valor objetivo de frenado en base al coeficiente de adherencia efectivo y para activar el dispositivo de frenado de fricción para frenar al menos una rueda que debe frenarse mediante el dispositivo de frenado fricción, en base al valor objetivo de frenado.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para mejorar la adherencia de un vehículo ferroviario mediante un acondicionamiento de eje(s) seleccionado(s), para frenar un vehículo ferroviario con una desaceleración requerida.

La invención se define mediante el objeto de las reivindicaciones 1 y 5 independientes.

En las reivindicaciones dependientes se indican perfeccionamientos ventajosos.

A continuación se utiliza el concepto de las unidades. En una unidad puede/pueden estar agrupado/s un eje, varios ejes, un bogie, un vagón, o varios vagones. La fuerza de frenado puede regularse respectivamente para una unidad. Además puede monitorizarse el resbalamiento para respectivamente una unidad.

Para la capacidad de frenado de un vehículo ferroviario la fuerza de frenado total es determinante. La fuerza de frenado total se forma en base a la suma de las fuerzas de frenado (fuerzas de fricción entre la rueda y el raíl) de todas las unidades.

Según la invención, de acuerdo con un ejemplo de ejecución, se monitorizan las relaciones de adherencia de todas las unidades y se determina si una modificación del resbalamiento en una unidad conduce a una mejora de las relaciones de fricción en las unidades subsiguientes, debido a lo cual en las unidades subsiguientes pueden transmitirse fuerzas de frenado más elevadas (fuerzas de fricción entre la rueda y el raíl), mediante las que puede alcanzarse una fuerza de frenado total aumentada.

Según la invención, de acuerdo con un ejemplo de ejecución, se aumenta (alternativamente se reduce) el resbalamiento de las ruedas (variable de ajuste) de una unidad anterior (con respecto a la dirección de marcha de un vehículo ferroviario), mediante una regulación de la fuerza de aplicación en esa unidad anterior. Debido a la modificación del resbalamiento en la unidad anterior se modifican las relaciones de fricción en el contacto de la rueda y el raíl de las unidades subsiguientes. Debido a esto se incrementan los valores μ_0 y, por consiguiente, también $K\mu_0$, para las unidades subsiguientes. Por consiguiente, mediante la regulación del sistema de antideslizamiento, la fuerza de frenado puede aumentarse por medio de una elevación de las fuerzas de aplicación en las unidades subsiguientes, en el caso de un resbalamiento de las ruedas constante, o el resbalamiento de las ruedas puede mantenerse en el valor anterior, o se lo puede regular allí nuevamente, lo que conduce a una fuerza de frenado total mejorada del vehículo en su totalidad. Gracias a esto en particular puede alcanzarse una fuerza de frenado total mejorada del vehículo en su totalidad, aunque la fuerza de frenado (fuerza de fricción entre la rueda y el raíl) disminuya en la unidad anterior, debido a un aumento del resbalamiento.

Para explicar estrictamente de forma ilustrativa la idea de la invención se utiliza el ejemplo anterior con un resbalamiento del 20 %, como variable de regulación. Se presenta una situación en la que pueden transmitirse

fuerzas de fricción máximas entre la rueda y el raíl, en el caso de un 20 % de resbalamiento. Según la invención, el resbalamiento de las ruedas (variable de ajuste) ahora aumentaría por ejemplo en el eje más anterior (unidad) por ejemplo en 40%, debido a un aumento de la fuerza de aplicación (variable de regulación) del freno en ese eje. Debido a esto se perjudica la fuerza de frenado, por tanto, la fuerza de fricción entre la rueda y el raíl en ese eje más anterior. No obstante, las relaciones de fricción de los ejes subsiguientes se modifican en el sentido de que en los mismos, en el caso de un resbalamiento no modificado, del 20 %, ahora pueden transmitirse fuerzas de fricción más elevadas entre la rueda y el raíl. La fuerza de aplicación (variable de regulación), por consiguiente, se aumenta en esas unidades en el caso de una variable de ajuste no modificada de un resbalamiento del 20% en esas unidades. Debido a esto aumenta la fuerza de frenado total (fuerza de fricción entre todas las ruedas frenadas y el raíl) del vehículo ferroviario, aunque se haya perjudicado la fuerza de frenado en la primera unidad. Ese efecto, por ejemplo, puede explicarse de manera que en la primera unidad, mediante el resbalamiento modificado, la humedad y la suciedad se separan mejor del raíl, debido a lo que se mejoran las relaciones de fricción de las unidades subsiguientes.

También es posible una situación en donde la fuerza de fricción en una de las unidades anteriores aumente debido a una modificación del resbalamiento, y las fuerzas de fricción aumenten igualmente en las unidades subsiguientes.

Según la invención, de acuerdo con un ejemplo de ejecución, se monitorizan las relaciones de adherencia de todas las unidades y se determina si la implementación de medidas locales en una unidad conduce a una mejora de las relaciones de fricción en las unidades restantes, debido a lo cual en las unidades restantes pueden transmitirse fuerzas de frenado más elevadas, mediante lo que puede alcanzarse una fuerza de frenado total aumentada. Esas medidas locales que están previstas para elevar las relaciones de adherencia en todo el tren, así como para mejorar las relaciones de fricción en todo el tren, entre la rueda y el raíl, eventualmente pueden perjudicar las relaciones de fricción entre la rueda y el raíl en la unidad individual, mejorando a pesar de ello las relaciones de adherencia en todo el tren. Según la invención, como medidas locales, entre otras, se prevén: entrada de resbalamiento maximizado, arenado, arenado en combinación con entrada de resbalamiento maximizado, freno de vía magnético, freno de vía magnético en combinación con entrada de resbalamiento maximizado, freno de vía magnético en combinación con arenado.

Observado en la dirección de marcha del vehículo ferroviario, las unidades de esa clase que se desplazan detrás de una unidad (anterior), en las que se implementa una medida que mejora la adherencia (es decir una modificación del resbalamiento y/o al menos una de las medidas locales antes mencionadas), transmiten una fuerza de frenado aumentada. El aumento de la adherencia prevista en todo el tren, por una parte, y la pérdida de frenado local que eventualmente debe admitirse para ello, según la invención, se consideran y se controlan en todo el tren al implementar las medidas locales.

De manera ventajosa, la primera unidad del vehículo ferroviario se controla del modo antes descrito (es decir, una modificación del resbalamiento y/o al menos una de las medidas locales antes mencionadas), para poder aprovechar las relaciones de fricción ventajosas en el contacto de la rueda- el raíl en el mayor número posible de unidades subsiguientes.

La figura 2, en el área superior, muestra un vehículo ferroviario con tres vagones, a saber, un vagón bien a la izquierda, un vagón en el centro, así como un vagón bien a la derecha, en una vista lateral esquemática. En este ejemplo de ejecución se supone una dirección de marcha del vehículo ferroviario hacia la izquierda. En este ejemplo de ejecución, respectivamente un vagón corresponde a una unidad. Por consiguiente, el vagón izquierdo corresponde a una unidad I, el vagón central a una unidad II y el vagón derecho a una unidad III. Debajo de los vagones o unidades I, II, III para cada unidad está representado un diagrama de adherencia mediante resbalamiento. Se trata de diagramas del tipo de adherencia xnH , de forma análoga a la figura 1. A continuación se describen los diagramas de la condición A (área por encima de la línea de trazos y puntos).

Para cada una de las unidades I, II, III en la condición A se representa una fuerza de frenado real (fuerza de fricción entre la rueda y el raíl) F_{br_I} , F_{br_II} , F_{br_III} , que respectivamente se encuentra en el valor $K\mu 0$. Esas fuerzas de fricción o de frenado se alcanzan debido a que un resbalamiento de las ruedas $slp1$ está predeterminado como variable de ajuste en todas las unidades I, II, III, y a que las fuerzas de aplicación en todas las unidades I, II, III se regulan como variable de regulación según la variable de ajuste. Por consiguiente, en cada una de las unidades I, II, III se solicita la fuerza de frenado máxima disponible $K\mu 0$. Un aumento de las fuerzas de frenado F_{br_I} , F_{br_II} , F_{br_III} debido a una modificación del resbalamiento en las unidades I, II, III, por consiguiente, no es posible en ninguna de las unidades I, II, III, véanse al respecto también las explicaciones con relación a la figura 1.

Si al realizar el procedimiento según la invención se detecta que mediante una modificación de la variable de ajuste resbalamiento en la unidad I, de $slp1$ a un resbalamiento de la rueda forzado $slpFcd$, puede alcanzarse una fuerza de frenado total F_Sum_B más elevada, tiene lugar el pasaje a la condición B.

A continuación se describen los diagramas de la condición B (área por debajo de la línea de trazos y puntos).

- En la condición B, el resbalamiento en la unidad I se ha regulado, desde el resbalamiento $slp1$ anterior al resbalamientos de las ruedas forzado (mayor) $slpFcd$. La fuerza de aplicación (variable de regulación) en la unidad I aumenta debido a esa intervención de regulación. La fuerza de frenado Fbr_I^* en la condición B es menor que la fuerza de frenado Fbr_I en la condición A. Mediante el frenado de la unidad I que se desplaza adelante, en el rango de macro-resbalamiento forzado $slpFcd$, los raíles se acondicionan de manera que se aumentan valores $\mu0$ y, por consiguiente, también $K\mu0$, para las unidades II y III que se desplazan detrás y, con ello, el resbalamiento en esas unidades disminuye hasta una intervención del regulador (= estado en el pasaje de la condición A a la condición B, no representado). La variable de ajuste resbalamiento de las ruedas en las unidades II y III sin embargo se mantiene invariable, en $slp1$. Por consiguiente, la variable de regulación fuerza de aplicación aumenta mediante la regulación para regular el resbalamiento de las ruedas en las unidades II y III nuevamente a la variable de ajuste (= condición B). En la condición B, por consiguiente, a la unidad II puede transmitirse una fuerza de frenado optimizada Fbr_II^* , y a la unidad III puede transmitirse una fuerza de frenado optimizada Fbr_III^* .

La fuerza de frenado total de todas las unidades I, II, III en la condición A es de:

$$F_Sum_A = Fbr_I + Fbr_II + Fbr_III$$

- La fuerza de frenado total de todas las unidades I, II, III en la condición B es de:

$$F_Sum_B = Fbr_I^* + Fbr_II^* + Fbr_III^*$$

Además se aplica: $F_Sum_B > F_Sum_A$

Para la condición A está marcada además la fuerza de frenado total requerida (requerimiento de frenado BA). La misma se encuentra por encima de la fuerza de frenado total F_Sum_A .

- En la condición B, mediante la fuerza de frenado total F_Sum_B ahora aumentada, puede implementarse una mayor parte del requerimiento de frenado BA.

- Los procedimientos según la invención se denominan como ADIM en la figura 2; esa denominación corresponde a "Adhesion Improver" (mejorador de la adherencia). Al realizar los procedimientos, en este ejemplo de ejecución se consideran factores de influencia externos, como por ejemplo la posición y la masa del vehículo ferroviario, el clima, la humedad, la temperatura, la velocidad o la dirección de marcha del vehículo ferroviario. No obstante, éste no es un requisito obligatorio. En otro ejemplo de ejecución no mostrado esos factores no se consideran.

Lista de símbolos de referencia

nH Tipo de adherencia "valor de adherencia reducido"

xnH Tipo de adherencia "valor de adherencia extremadamente reducido"

- $\mu0$ Punto de transición de micro-resbalamiento de las ruedas a macro-resbalamiento de las ruedas

$K\mu0$ Fuerza de frenado máxima disponible

A Condición antes de la aplicación de un procedimiento según la invención

B. Condición después de la aplicación de un procedimiento según la invención

I, II, III Unidades

- ADIM Mejorador de la adherencia

Mg Freno de vía magnético

Fbr_I Fuerza de frenado (real/anterior) en la unidad I (en la condición A)

Fbr_II Fuerza de frenado (real/anterior) en la unidad II (en la condición A)

Fbr_III Fuerza de frenado (real/anterior) en la unidad III (en la condición A)

F_Sum_A Fuerza de frenado total (real) de todas las unidades I, II, III en la condición A

Fbr_I* Fuerza de frenado (optimizada) en la unidad I (en la condición B)

Fbr_II* Fuerza de frenado (optimizada) en la unidad II (en la condición B)

Fbr_III* Fuerza de frenado (optimizada) en la unidad III (en la condición B)

5 F_Sum_B Fuerza de frenado total (aumentada de todas las unidades I, II, III en la condición B)

slp1 Resbalamiento de las ruedas (real/anterior / resbalamiento de las ruedas inicial

slpFcd Resbalamiento de las ruedas forzado

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de regulación para mejorar la adherencia de un vehículo ferroviario mediante el acondicionamiento de eje(s) seleccionado(s), el cual presenta las etapas:

- 5 - detección de si mediante una modificación de la variable de ajuste resbalamiento de las ruedas, en al menos una unidad (I), de un resbalamiento de las ruedas real (slp1) a un resbalamiento de las ruedas forzado (slpFcd), puede alcanzarse una fuerza de frenado total (F_Sum_B) más elevada (condición A),

si es ese el caso:

- 10 - modificación del resbalamiento de las ruedas en al menos una unidad (I), desde el resbalamiento de las ruedas real (slp1) al resbalamiento de las ruedas forzado (slpFcd), mediante la regulación de la variable de regulación fuerza de aplicación en esa unidad (I), debido a lo cual se modifican las relaciones de fricción entre la rueda y el raíl en unidades (II, III) subsiguientes,

- 15 - regulación de la variable de regulación fuerza de aplicación en las unidades (II, III) subsiguientes, para regular nuevamente el resbalamiento de las ruedas en esas unidades (II, III), que igualmente se ha modificado debido a las relaciones de fricción modificadas, a la variable de ajuste no modificada resbalamiento de las ruedas inicial (slp1), donde en las unidades (I, II, III) resultan fuerzas de frenado optimizadas (Fbr_I*, Fbr_II*, Fbr_III*), donde

- la suma (F_Sum_B) de las fuerzas de frenado optimizadas (Fbr_I*, Fbr_II*, Fbr_III*) en las unidades (I, II, III), después de las etapas del procedimiento precedentes (condición B), es mayor que la suma (F_Sum_A) de las fuerzas de frenado (Fbr_I, Fbr_II, Fbr_III) precedentes.

- 20 2. Procedimiento de regulación según la reivindicación precedente, donde

el resbalamiento de las ruedas forzado (slpFcd) de al menos una unidad (I) se selecciona mayor que el resbalamiento de las ruedas inicial (slp1), debido a lo cual en esa unidad (I) se aumenta la variable de regulación fuerza de aplicación, debido a lo cual en esa unidad (I) la fuerza de frenado optimizada (Fbr_I*) es menor que la fuerza de frenado (Fbr_I) anterior de al menos una unidad (I).

- 25 3. Procedimiento de regulación según la reivindicación 1, donde

el resbalamiento de las ruedas forzado (slpFcd) de al menos una unidad (I) se selecciona menor que el resbalamiento de las ruedas inicial (slp1), debido a lo cual en esa unidad (I) se reduce la variable de regulación fuerza de aplicación, debido a lo cual en esa unidad (I) la fuerza de frenado optimizada (Fbr_I*) es mayor que la fuerza de frenado (Fbr_I) anterior de al menos una unidad (I).

- 30 4. Procedimiento de regulación según una de las reivindicaciones precedentes, donde

al menos una unidad (I), observado en la dirección de marcha del vehículo ferroviario, no es la más posterior (III) con respecto a todas las unidades (I, II, III), sino que preferentemente es una de las anteriores o la unidad (I) más anterior.

- 35 5. Procedimiento de regulación para mejorar la adherencia de un vehículo ferroviario mediante el acondicionamiento de eje(s) seleccionado(s), el cual presenta las etapas:

- detección de si mediante una medida que mejora la adherencia en al menos una unidad (I) puede alcanzarse una fuerza de frenado total (F_Sum_B) más elevada, donde

la medida que mejora la adherencia presenta:

- 40 - enarenado de los raíles, o
- utilización de un freno de vía magnético, o
- utilización de un freno de vía magnético y enarenado de los raíles;

si es ese el caso:

- realización de la medida que mejora la adherencia en al menos esa unidad (I);

5 - regulación de la variable de regulación fuerza de aplicación en las unidades (II, III) subsiguientes, para regular el resbalamiento de las ruedas en esas unidades (II, III) que se ha modificado debido a la medida que mejora la adherencia, a un resbalamiento de las ruedas optimizado (slp1) para un frenado, donde en las unidades (I, II, III) resultan fuerzas de frenado optimizadas ($F_{br_I^*}$, $F_{br_II^*}$, $F_{br_III^*}$), donde

- la suma (F_Sum_B) de las fuerzas de frenado optimizadas ($F_{br_I^*}$, $F_{br_II^*}$, $F_{br_III^*}$) en las unidades (I, II, III), después de las etapas del procedimiento precedentes (condición B), es mayor que la suma (F_Sum_A) de las fuerzas de frenado (F_{br_I} , F_{br_II} , F_{br_III}) precedentes.

6. Procedimiento de regulación según la reivindicación precedente, donde

10 la fuerza de frenado optimizada ($F_{br_I^*}$) en la unidad (I), en la se realizó la medida que mejora la adherencia, es menor que la fuerza de frenado (F_{br_I}) anterior.

7. Procedimiento de regulación según la reivindicación precedente, donde

15 al menos una unidad (I), observado en la dirección de marcha del vehículo ferroviario, no es la más posterior (III) con respecto a todas las unidades (I, II, III), sino que preferentemente es una de las anteriores o la unidad (I) más anterior.

8. Procedimiento de regulación que combina uno de los procedimientos según una de las reivindicaciones 1 a 4 con un procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 7.

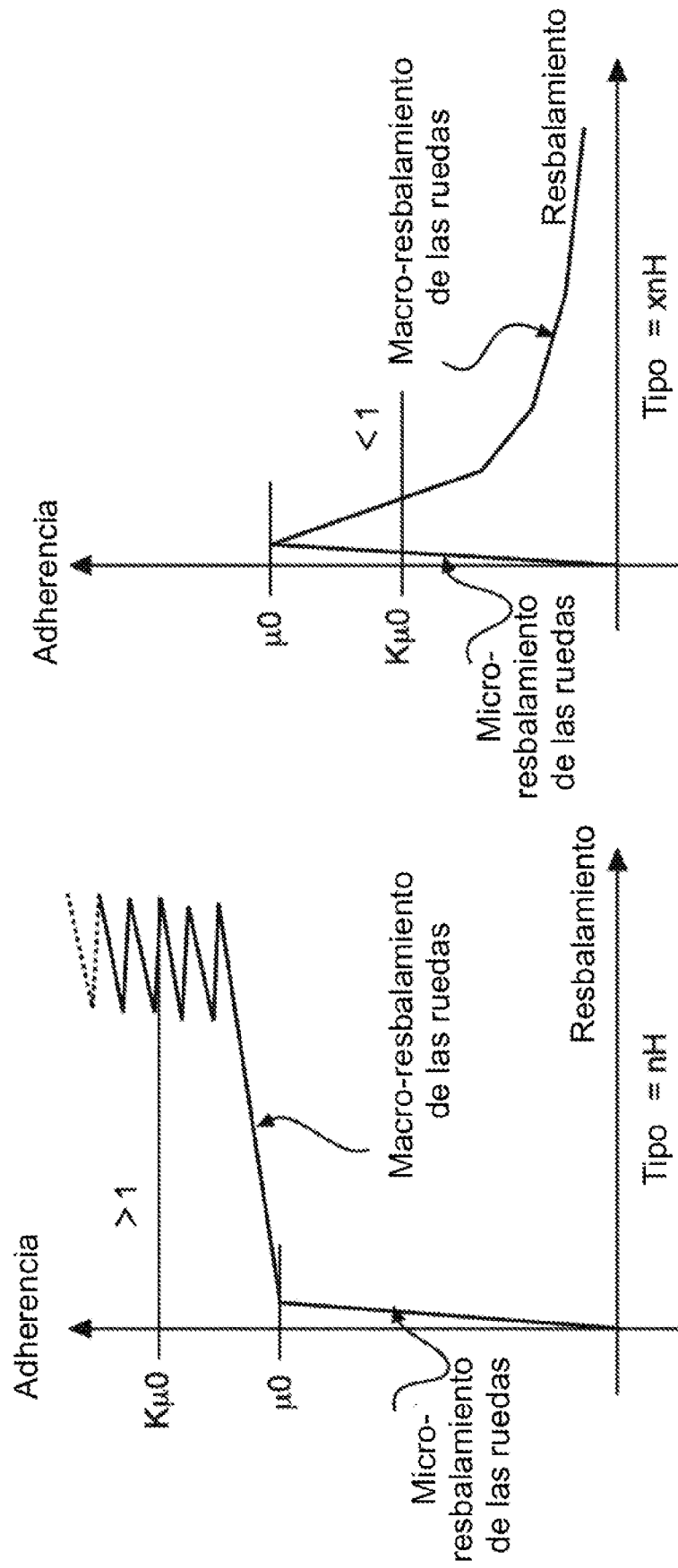


Fig.1

