



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 361 039**

(51) Int. Cl.:

B60T 8/17 (2006.01)

B60T 17/22 (2006.01)

B60T 8/172 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **09009548 .0**

(96) Fecha de presentación : **23.07.2009**

(97) Número de publicación de la solicitud: **2147840**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **27.01.2010**

(54) Título: **Procedimiento e instalación para el control adaptable del sistema de regulación anti-bloqueo de una instalación de freno neumático de un vehículo ferroviario.**

(30) Prioridad: **25.07.2008 DE 10 2008 034 657**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.06.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.06.2011

(73) Titular/es: **Knorr-Bremse Systeme für
Schienenfahrzeuge GmbH
Moosacher Strasse 80
80809 München, DE**

(72) Inventor/es: **Kovács, Roland;
Brezvai, Sándor;
Balogh, Bernabás y
Horváth, Gábor Zsolt**

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 361 039 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 e instalación para el control adaptable del sistema de regulación anti-bloqueo de una instalación de freno neumático de un vehículo ferroviario.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento así como a una instalación electrónica para el control adaptable de una instalación de freno neumático de un vehículo ferroviario a través de un sistema de regulación anti-bloqueo, con la que se impide el bloqueo de ruedas del vehículo ferroviario en condiciones de adhesión desfavorables en la zona de contacto entre rueda y carril, siendo regulada la instalación de freno a través de la regulación anti-bloqueo de acuerdo con un resbalamiento relativo predeterminado.

10 Los sistemas de regulación anti-bloqueo se utilizan en el campo de la construcción de vehículos ferroviarios para impedir un bloqueo de ruedas frenadas, en particular en condiciones de adhesión desfavorables. En función de la magnitud de la condición de adhesión desfavorable, los vehículos ferroviarios pueden mantener de esta manera, en general, los recorridos de frenado prescritos. Sin embargo, el tipo de contaminación que se encuentra entre la rueda y el carril influye en una medida significativa en los parámetros del sistema de control anti-bloqueo, para establecer una zona de contacto óptimo entre la rueda y el carril y garantizar un recorrido de frenado lo más corto posible.

15 En general, un sistema de regulación anti-bloqueo utiliza la variable de resbalamiento como variable de guía de la regulación. El resbalamiento se define como la diferencia entre la velocidad de revolución de la rueda y la velocidad de traslación del vehículo. Si el resbalamiento se refiere a la velocidad de traslación del vehículo, entonces se habla también de resbalamiento relativo, que se indica habitualmente en valores porcentuales. El valor teórico del resbalamiento, que es necesario para la regulación, se ajusta fijamente a través de multiplicación de la velocidad de referencia por una constante, es decir, que en el resbalamiento relativo se ajusta a un porcentaje fijo. La velocidad de referencia debería corresponder en el caso ideal a la velocidad de traslación real del vehículo.

25 A partir del documento WO 2006/113954 A1 se deducen un procedimiento del tipo indicado al principio así como instalaciones electrónicas para el control adaptable de una instalación de freno neumático. Para la adaptación de la presión del cilindro de freno de una instalación de freno neumático de un vehículo ferroviario durante un proceso de frenado, se propone calcular el resbalamiento real momentáneo entre al menos una rueda y el carril, luego predeterminar un resbalamiento teórico entre al menos una rueda y el carril, para variar la presión del cilindro de freno, de acuerdo con la desviación del resbalamiento real con respecto al resbalamiento teórico predeterminado, de tal manera que la desviación pasa a cero, al menos se reduce al mínimo. De esta manera, se puede modificar la presión del cilindro de freno de una instalación de freno neumático y solamente se requieren ajustes adicionales reducidos en el sistema de regulación. Se consigue un control adaptable de la instalación de freno neumático porque el resbalamiento teórico se puede predeterminar de forma variable. De esta manera, es posible una adaptación constante de la curva característica de freno a las condiciones reales de adhesión en la zona de contacto entre la rueda y el carril.

35 Tal control adaptable es deseable, puesto que la solicitud de fuerza de fricción entre la rueda y el carril reacciona de manera sensible a medida que se incrementa el resbalamiento. El valor máximo de la solicitud de fuerza de fricción es máximo cuando el carril está seco y se reduce claramente cuando predominan condiciones malas de la intemperie. Si el proceso de frenado tiene lugar sobre el tramo ascendente de una curva de resbalamiento, entonces es estable. En el caso de que se exceda el máximo a través de un valor de resbalamiento demasiado alto, el trayecto de regulación se vuelve inestable – la rueda se retrasa muy rápidamente y se para. En este caso, se produce de manera desfavorable un recorrido de frenado más largo.

Los sistemas modernos de regulación anti-bloqueo de las instalaciones de freno neumático deben impedir, en diferentes condiciones atmosféricas, por una parte, la parada de la rueda y, por otra parte, deben alcanzar un alto aprovechamiento de la fuerza de fricción de la zona de contacto de la rueda y el carril y, por lo tanto, un recorrido de frenado lo más corto posible.

45 Los sistemas convencionales de regulación anti-bloqueo del estado de la técnica utilizan reguladores basados en el conocimiento, que evalúan el estado actual con la ayuda de una evaluación adecuada de variables de medición, que toman la reacción adecuada a partir de una tabla de decisión y la convierten como secuencia de impulsos en las válvulas anti-bloqueo. Para cada serie de vehículos ferroviarios es necesaria una adaptación individual de la pluralidad de parámetros de regulación.

50 Habitualmente, los sistemas de regulación anti-bloqueo regulan sobre un resbalamiento relativo de 20 – 25 %. Este resbalamiento es, en efecto, óptimo en carriles húmedos a ligeramente contaminados, porque resuelta una mejora reducida de la fuerza de fricción debido al resbalamiento grande. Además, de esta manera se consigue un efecto de limpieza del carril. Sin embargo, este efecto no es válido cuando, por ejemplo en los meses de otoño, debido al follaje húmedo, se forma una película lubricante gruesa sobre los carriles, que reduce claramente la fuerza de fricción entre la rueda y el carril. Esto conduce en el otoño habitualmente a recorridos de frenado demasiado prolongados de los vehículos ferroviarios. Esta prolongación grande del recorrido de frenado condicionada por la

intemperie es muy peligrosa porque esto puede conducir a un paso de señales o de andenes.

Por lo tanto, el cometido de la presente invención es crear un procedimiento así como una instalación electrónica para el control adaptable de una instalación de freno neumático de un vehículo ferroviario a través de un sistema de regulación anti-bloqueo, que garantiza de manera sencilla en cuanto a la técnica de regulación un frenado seguro adaptado a las condiciones actuales de la intemperie.

El cometido se soluciona partiendo de un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 en conexión con sus rasgos característicos. Con respecto a una instalación electrónica correspondiente, el cometido se soluciona por medio de la reivindicación 8.

Las reivindicaciones dependientes relacionadas reproducen desarrollos ventajosos de la invención.

La invención incluye la enseñanza técnica del procedimiento de que para la consideración de las condiciones de adhesión en la zona de contacto de la rueda y el carril para el frenado se genera en primer lugar un resbalamiento de prueba relativamente alto al menos del 30 %, para predeterminedar de manera correspondiente un control demorado en el tiempo de un elemento de control del sistema de regulación anti-bloqueo, calculando la curva de la fuerza de fricción entre la rueda y el carril, que se produce durante el resbalamiento de prueba generado de esta manera, para derivar a partir de ello las condiciones de adhesión que predominan actualmente, determinando el resbalamiento óptimo para las condiciones de adhesión predominantes calculadas a través de la determinación de la fuerza de fricción máxima en la curva calculada de la fuerza de fricción entre la rueda y el carril, y adoptando el resbalamiento relativo óptimo determinado de esta manera a través del sistema de regulación anti-bloqueo como valor teórico.

La ventaja de la solución de acuerdo con la invención reside especialmente en que estas etapas del procedimiento se pueden implementar con software en un sistema electrónico de regulación anti-bloqueo, lo que se puede realizar con poco gasto. El sistema de regulación anti-bloqueo modificado de esta manera está en condiciones de realizar un frenado óptimo en condiciones atmosféricas totalmente diferentes. Con la ayuda de simulaciones ya realizadas se ha podido establecer que el aprovechamiento de la fuerza de fricción durante el frenado es casi 100 %. Además, el frenado se realiza en gran medida libre de sacudidas, lo que representa una ventaja con respecto a la comodidad de viaje para los viajeros.

De manera preferida, para el sistema de regulación anti-bloqueo se predetermina como resbalamiento de prueba relativo un valor entre 30 y 40 por ciento. Este resbalamiento de prueba realmente grande permite una exploración segura de la curva de la fuerza de fricción.

El sistema de regulación anti-bloqueo interpreta un carril recubierto con una película gruesa de lubricante con preferencia a través de la evaluación de la curva de la fuerza de fricción. Si se calcula una caída significativa de la fuerza de fricción después de un resbalamiento entre 2 y 3 %, entonces se puede deducir que existe un carril recubierto con una película de lubricante. Tal película de lubricante gruesa puede producirse, por ejemplo, debido a un carril cubierto con follaje de otoño. Si no se produce ninguna caída de la fuerza de fricción o una caída muy reducida de la fuerza de fricción o incluso un incremento de la fuerza de fricción después del resbalamiento, se puede tratar de un carril ligeramente húmedo o contaminado normal. En este caso, no es necesario realizar una intervención en el sistema de regulación anti-bloqueo a través de la modificación del valor teórico para el presente resbalamiento.

De acuerdo con una medida que mejora la invención, se propone que se repita un resbalamiento de prueba cíclicamente para la determinación de las condiciones de adhesión actuales en la zona de contacto de la rueda y el carril, con preferencia cada 5 a 10 segundos, de manera muy preferida cada 6 segundos. A través de la repetición cíclica del resbalamiento de prueba en los intervalos de tiempo predeterminados, el sistema de regulación anti-bloqueo está en condiciones de adaptarse a condiciones de adhesión variables. Puesto que la contaminación a lo largo de un carril nunca es homogénea.

De acuerdo con una medida que mejora la invención se propone que el resbalamiento óptimo calculado con la ayuda del resbalamiento de prueba de acuerdo con la invención sea utilizado como señal básica para un regulador PID dentro del sistema de regulación anti-bloqueo. De esta manera, se consigue que la regulación de la fuerza de frenado se realice sobre este resbalamiento. Puesto que la salida del algoritmo PID es una señal analógica y las llamadas válvulas anti-bloqueo, utilizadas de manera convencional como elementos de control dentro de la regulación solamente tienen tres estados de conmutación –aireación, retención, ventilación–, de acuerdo con dicha regulación PID está previsto un nuevo circuito de regulación, que funciona a modo de una regulación de ventana PD. En este caso, se comparan la fuerza de frenado necesaria y la fuerza de frenado medida.

De acuerdo con otra medida que mejora la invención, se propone que en la regulación PID estén previstos factores de ampliación, que se forman en función de la velocidad del vehículo. A baja velocidad del vehículo, se seleccionan factores de ampliación más pequeños. Esto es necesario porque el resbalamiento relativo y la regulación reaccionan de forma inestable a la modificación del resbalamiento de la rueda a baja velocidad del vehículo. Con preferencia, se

reducen los factores con curva característica progresiva, es decir, no proporcionalmente a la velocidad del vehículo. También se pueden definir varias curvas características para desarrollos de los factores.

Otras medidas que mejoran la invención se representan en detalle a continuación junto con la descripción de un ejemplo de realización preferido de la invención con la ayuda de las figuras. En este caso:

- 5 La figura 1 muestra una representación en forma de diagrama de bloques de una instalación electrónica para el control adaptable de una instalación de freno neumático de un vehículo ferroviario.

La figura 2 muestra una representación gráfica de los factores de ampliación, predeterminados a diferentes velocidades del vehículo, para la regulación PID del sistema anti-bloqueo.

La figura 3 muestra un diagrama de la fuerza de fricción para un carril contaminado húmedo, y

- 10 La figura 4 muestra un diagrama de la fuerza de fricción para un carril muy contaminado, cubierto con follaje de otoño.

- De acuerdo con la figura 1, una instalación de frenado 1 para un vehículo ferroviario 2 comprende una unidad de freno 4 controlada a través de una válvula anti-bloqueo 3. La unidad de freno 4 genera la fuerza de frenado F_B para el vehículo ferroviario 1. Aquí actúa, con respecto a un frenado, la zona de contacto de la rueda y el carril 5. De acuerdo con la técnica de sensor, se calcula para el vehículo ferroviario 1 la velocidad de la rueda V_R así como la velocidad del vehículo V_F . Todos estos valores de medición calculados relacionados con el vehículo ferroviario pasan a un sistema de regulación anti-bloqueo 6, que está implementado en forma de una unidad electrónica.

- A partir de la unidad de cálculo de la fuerza de fricción 7 del sistema de regulación anti-bloqueo 6, partiendo de la aceleración de la rueda a_R así como de la presión del cilindro P_c que predomina en la instalación de freno 2, se verifica la relación de la fuerza de fricción. A partir de ello se calcula como señal básica para la regulación el resbalamiento deseado. Este resbalamiento y el resbalamiento medido calculado a través de una unidad de resbalamiento real 8 se comparan y la desviación Δ de ellos se conduce a una regulación PID 9 en el lado de entrada.

- La previsión de resbalamiento se realiza teniendo en cuenta las condiciones de adhesión actuales en la zona de contacto de la rueda y el carril 5 del vehículo ferroviario 1, a cuyo fin se realiza un control demorado en el tiempo del elemento de control del sistema de regulación anti-bloqueo 6, aquí la válvula anti-bloqueo 3, con la ayuda de un resbalamiento de prueba elevado del 30 %, de manera que el sistema de regulación anti-bloqueo 6 determina la curva de la fuerza de fricción, que se produce durante el resbalamiento de prueba generado de esta manera, entre la rueda y el carril, para calcular con la ayuda de las condiciones de adhesión predominantes un resbalamiento óptimo como valor teórico para el sistema de regulación anti-bloqueo 6. El resbalamiento óptimo se realiza en este caso a partir de la fuerza de fricción máxima en la curva de la fuerza de fricción calculada entre la rueda y el carril durante el resbalamiento de prueba.

- En el lado de salida de la regulación PID 6 se genera una señal analógica del valor de control, que se compara a continuación con el valor de control real de la válvula anti-bloqueo 3, para conducir una desviación resultante de ello en el lado de entrada hacia un regulador PD 10. A través del regulador PD 10 se generan los estados de conmutación retención H, ventilación E o aireación B para la válvula anti-bloqueo 3 conectada allí. A través de la previsión de la señal eléctrica de una de las tres posiciones de conmutación en la válvula anti-bloqueo 3 se compara la desviación de regulación. De acuerdo con la figura 3, en el sistema de regulación anti-bloqueo se utilizan diferentes valores de ampliación K_d , que son independientes de la velocidad del vehículo. Para cada parte del regulador se aplica aquí una curva característica diferente, se manera que la curva característica inferior (símbolo de triángulo) se refiere a la parte D y la curva característica superior (símbolo de cuadrado) se refiere a la parte P así como a la parte I del regulador PID. Teniendo en cuenta estos factores de ampliación K_d , a partir de la desviación del resbalamiento se calcula la presión deseada del cilindro de freno. Si los factores de ampliación K_d son demasiado grandes, entonces la regulación reaccionará de manera muy inestable; si éstos son demasiado pequeños, entonces la regulación reaccionará demasiado lenta. Los factores de ampliación K_d son dimensionados de acuerdo con los parámetros del vehículo y adaptados a los frenos.

Mientras que en el diagrama de la fuerza de fricción según la figura 3 se representa el comportamiento de adhesión en la zona de contacto de la rueda y el carril en un carril ligeramente contaminado, en la figura 4 se representa el comportamiento de adhesión en un carril muy contaminado, cubierto con follaje de otoño.

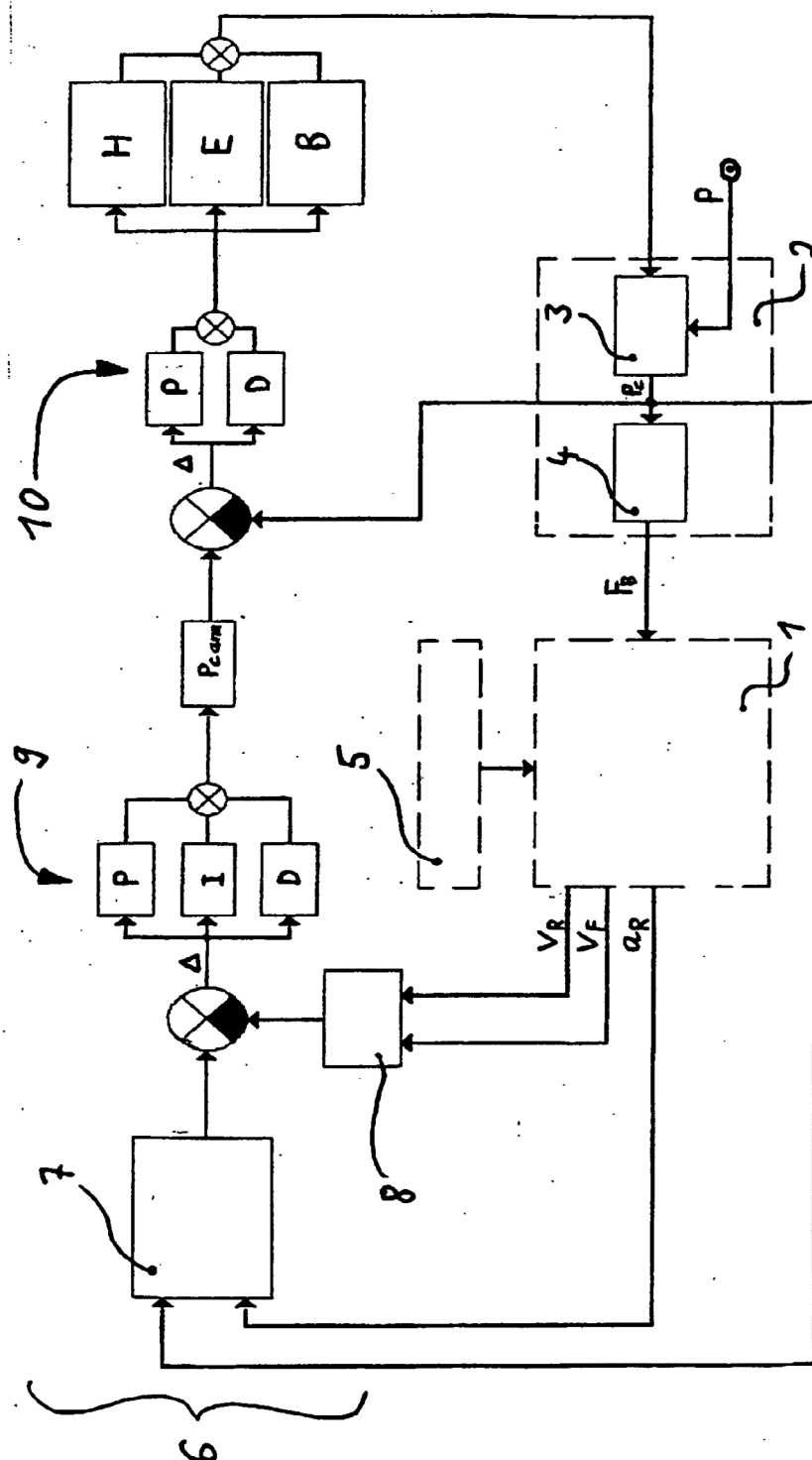
50 Lista de signos de referencia

- | | |
|------|----------------------|
| 1 | Vehículo ferroviario |
| 2 | Instalación de freno |
| 3 | Válvula anti-bloqueo |
| 55 4 | Cilindro de freno |

	5	Zona de contacto entre rueda y carril
	6	Sistema de regulación anti-bloqueo
	7	Unidad de cálculo de la fricción
	8	Unidad de resbalamiento real
5	9	Regulador PID
	10	Regulador PD
	P	Fuente de presión
	F_B	Fuerza de freno
	V_R	Velocidad de la rueda
10	V_F	Velocidad del vehículo
	a_R	Aceleración de la rueda
	H	Posición de conmutación retención
	E	Posición de conmutación ventilación
	B	Posición de conmutación aireación

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control adaptable de una instalación de freno neumático (2) de un vehículo ferroviario (1) a través de un sistema de regulación anti-bloqueo (6), con la que se impide el bloqueo de ruedas del vehículo ferroviario (1) en condiciones de adhesión desfavorables en la zona de contacto entre rueda y carril, siendo regulada la instalación de freno (2) a través de un sistema de regulación anti-bloqueo (6) de acuerdo con un resbalamiento relativo predeterminado, caracterizado por las siguientes etapas del procedimiento, que tienen en cuenta las condiciones actuales de adhesión en la zona de contacto entre la rueda y el carril:
 - a) previsión de un resbalamiento de prueba relativo elevado de al menos 30 % a través de la activación correspondiente, demorada en el tiempo, de un elemento de control del sistema de regulación anti-bloqueo (6),
 - b) determinación de la curva de la fricción entre la rueda y el carril, que se produce durante el resbalamiento de prueba realizado de esta manera, para la determinación de las condiciones de adhesión que predominan actualmente,
 - c) determinación del resbalamiento óptimo para estas condiciones de adhesión predominantes a través de la determinación de la fuerza de fricción máxima en la curva de fricción calculada entre la rueda y el carril, y
 - d) adopción del resbalamiento relativo óptimo determinado como valor teórico para el sistema de regulación anti-bloqueo (6).
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque como resbalamiento de prueba se predetermina el valor entre 30 y 40 %.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque en el caso de determinación de una caída significativa de la fuerza de fricción después del resbalamiento entre 2 y 3 %, este resultado es interpretado como carril recubierto con una película de lubricante.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque se predetermina un resbalamiento de prueba para la determinación de las condiciones de adhesión actuales en la zona de contacto entre la rueda y el carril cíclicamente cada 5 a 10 segundos.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el resbalamiento óptimo calculado con la ayuda del resbalamiento de prueba se utiliza como señal básica para un regulador PID (9) dentro del sistema de regulación anti-bloqueo (6).
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque se forman factores de amplificación del regulador PID (9) en función de la velocidad del vehículo.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los factores de amplificación se reducen a medida que se reduce la velocidad del vehículo con curva característica progresiva.
8. Instalación electrónica para el control adaptable de una instalación de freno neumático (2) de un vehículo ferroviario (1) a través de un sistema de regulación anti-bloqueo (6), que impide el bloqueo de ruedas del vehículo ferroviario (1) en condiciones de adhesión desfavorables en la zona de contacto entre rueda y carril (5), regulando el sistema de regulación anti-bloqueo (6) la instalación de freno (2) de acuerdo con un intervalo predeterminado de parámetros de resbalamiento, caracterizada porque una activación demorada en el tiempo del elemento de control del sistema de regulación anti-bloqueo (6) genera un resbalamiento de prueba elevado entre la rueda y el carril de al menos 30 %, estando previstos unos medios para la determinación de la curva de fricción entre la rueda y el carril, que se produce durante el resbalamiento de prueba generado de esta manera, a partir de lo cual se puede determinar el resbalamiento óptimo para estas condiciones de adhesión predominantes a partir de la fuerza de fricción máxima en la curva calculada de la fuerza de fricción, que el sistema de regulación anti-bloqueo (6) adopta como valor de entrada.
9. Instalación electrónica de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizada porque el elemento de control del sistema de regulación anti-bloqueo (6) está configurado como una válvula anti-bloqueo (3).
10. Instalación electrónica de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizada porque a continuación del regulador PID (9) está conectado un regulador de ventana PD (10) para el control de la válvula anti-bloqueo (3) con los estados de aireación, retención y ventilación.



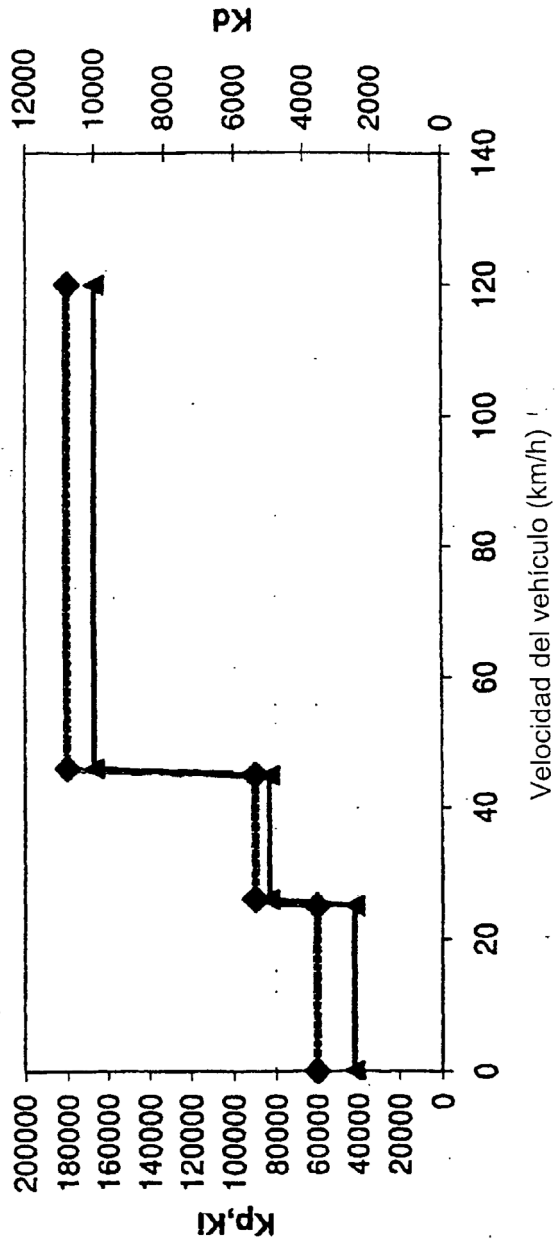


Fig.2

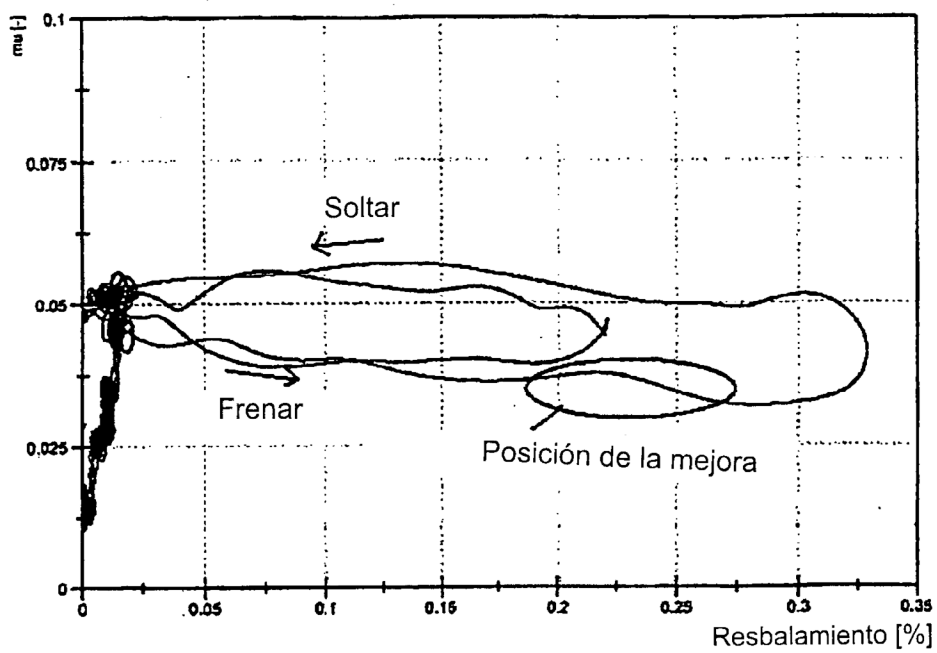


Fig.3

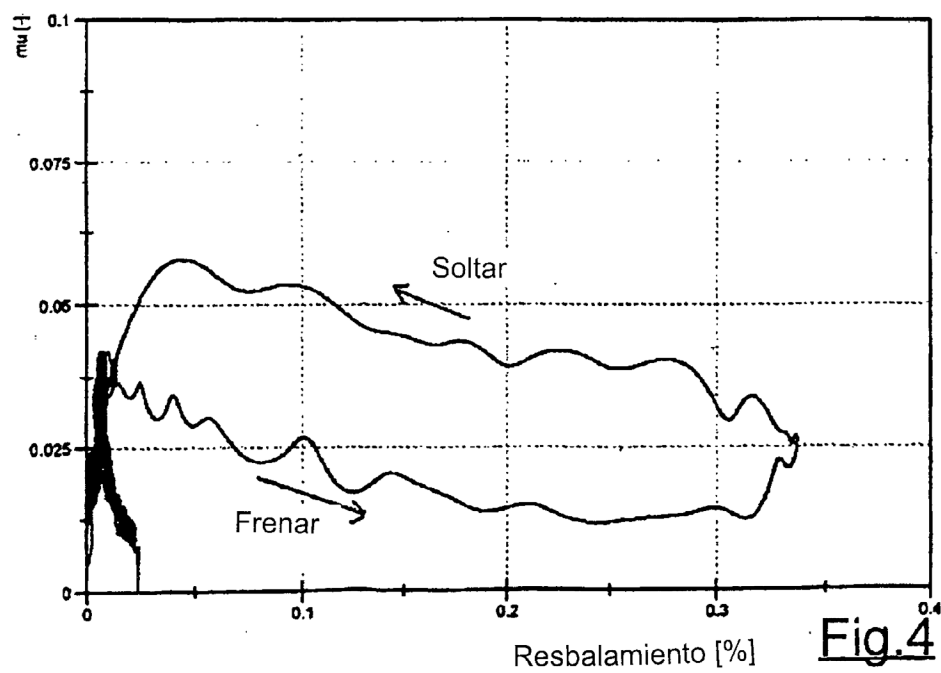


Fig.4