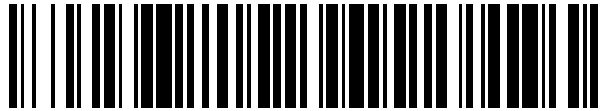


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 823 500**

51 Int. Cl.:

**B60L 3/10** (2006.01)  
**B60T 8/17** (2006.01)  
**B60T 8/172** (2006.01)  
**G01M 17/013** (2006.01)  
**G01M 17/06** (2006.01)  
**G01M 17/08** (2006.01)  
**G01M 17/10** (2006.01)  
**G07C 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2018** E 18196748 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020** EP 3461675

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la determinación de las características de adherencia**

30 Prioridad:

**26.09.2017 AT 508182017**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.05.2021**

73 Titular/es:

**SIEMENS MOBILITY AUSTRIA GMBH (100.0%)**  
**Siemensstraße 90**  
**1210 Wien, AT**

72 Inventor/es:

**LUBER, BERND;**  
**MEIERHOFER, ALEXANDER;**  
**SIX, KLAUS;**  
**YU, MINYI;**  
**VON FLOTTWELL, EDWARD;**  
**GOLKANI, MOHAMED ALI;**  
**JUNG, MARTIN y**  
**KÄMPFER, BJÖRN**

74 Agente/Representante:

**LOZANO GANDIA, José**

ES 2 823 500 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

5 Procedimiento y dispositivo para la determinación de las características de adherencia

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la determinación de las características de adherencia en vehículos, en particular en vehículos ferroviarios, para lo que se utiliza al menos información de al menos un primer vehículo.

10 Las características de adherencia de los vehículos se refieren a una transmisión de fuerzas entre ruedas y vías o entre ruedas y carriles en vehículos ferroviarios.

15 En el contacto entre ruedas y carriles se aplica un coeficiente de adherencia, que depende de una capa intermedia que se forma en el contacto, velocidades, condiciones de carga y condiciones ambientales, es decir, p. ej. temperaturas, una humedad o fluidos, partículas u otros cuerpos extraños, etc.

20 El coeficiente de adherencia determina en qué medida se puede transmitir las fuerzas en el contacto rueda-carril. Un producto de la fuerza de apoyo de rueda y el coeficiente de adherencia debe ser mayor o igual a una fuerza tangencial en el contacto rueda-carril para excluir un deslizamiento entre la rueda y el carril. Además, también son decisivos para una transmisión de fuerza entre rueda y carril los deslizamientos, es decir, desviaciones de velocidad entre cuerpos dispuestos en contacto de fricción entre sí, cargados tangencialmente, en la dirección longitudinal y transversal de la rueda o del carril. Una mala transmisión de fuerza entre rueda y carril puede conducir, por ejemplo, a distancias de frenado alargadas del vehículo y a deterioros o desgaste en la rueda y carril.

25 Una estimación exacta del comportamiento de adherencia-deslizamiento es importante en el caso de coeficientes de adherencia bajos entre rueda y carril, en particular para vehículos ferroviarios: por un lado, se debe garantizar un cumplimiento de las distancias de frenado y, por otro lado, se deben evitar o mantener lo más bajos posibles los deterioros o desgaste de la rueda y el carril.

30 K. Six, A. Meierhofer, G. Müller y P. Dietmaier dan a conocer en "Physical processes in wheel-rail contact and its implications on vehicle-track interaction", Vehicle System Dynamics, International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility, DOI: 10.1080/00423114.2014.983675, 2014 un modelo de fuerza - deslizamiento extendido (modelo ECF) para la descripción y predicción de las propiedades de fricción y adherencia entre la rueda y el carril en base a distintos factores de influencia.

35 El modelo ECF se implementa en un producto de software de dinámica multicuerpo conocido por el estado de la técnica y, por lo tanto, se determinan las adherencias o los coeficientes de adherencia en función de distintos factores de influencia (por ejemplo, velocidad de marcha, carga, geometría del contacto entre rueda y carril, líquidos y/o partículas entre rueda y carril). Además, en el modelo ECF se implementan un modelo de fluido para la determinación de presiones debido a los líquidos en contacto, un modelo dependiente del material, dependiente de la presión y de la temperatura de una capa intermedia elástica-plástica entre rueda y carril (modelo de cepillo en base a rigideces en serie) y un modelo de temperatura para la determinación de las temperaturas de contacto entre rueda y carril.

45 Las presiones en el modelo para la capa intermedia se determinan, por ejemplo, de acuerdo con una teoría de Hertz, y las temperaturas de contacto se determinan iterativamente.

50 Los modelos implementados se influyen entre sí y también se pueden vincular con otros modelos, por ejemplo, con modelos de accionamiento y frenado para vehículos (por ejemplo, para locomotoras).

55 C.P. Ward, R.M. Goodall y R. Dixon describen en "Contact Force Estimation in the Railway Vehicle Wheel-Rail Interface", Preprints of the 18th IFAC World Congress Milano (Italia), 2011 un procedimiento para la estimación de las fuerzas de contacto entre la rueda y el carril en tiempo real. Se da a conocer un modelo de contacto no lineal en base a una caja de vagón y trenes de rodaje de un vehículo ferroviario, donde está modelado un comportamiento dinámico del vehículo ferroviario en la dirección transversal y de guiñada, así como un filtro Kalman-Bucy.

El desgaste de las ruedas se puede estimar por medio del modelo de contacto.

60 Además, O. Polach en "Creep forces in simulations of traction vehicles running on adhesion limit", Wear 258 (2005), 992-1000 y G. Trümmer, L. Buckley-Johnstone, P. Voltr, A. Meierhofer, R. Lewis, K. Six en "Wheel-rail creep force model for predicting water induced low adhesion phenomena", Tribology International 109 (2017), 409-415 dan a conocer modelos de adherencia.

65 Además, el documento DE 100 17 613 A1 muestra un procedimiento para la estimación del comportamiento de adherencia. Se estima una pendiente de una función de adherencia en función de un deslizamiento longitudinal entre la rueda y la base.

Los modelos se utilizan para la descripción matemática de una cadena cinemática y un contacto entre la rueda y la base. La pendiente de la función de adherencia se determina a partir de un sistema de ecuaciones diferenciales.

- 5 Además, en el documento EP 2 918 459 A1 se describe un procedimiento con el que se determina un coeficiente de adherencia entre rueda y carril durante los procesos de frenado o adherencia de al menos un juego de ruedas de un vehículo ferroviario. Para el procedimiento se pueden tener en cuenta, por ejemplo, una carga de rueda, un radio de la rueda y una fuerza de frenado.
- 10 Además, el documento DE 10 2014 201 729 A1 muestra un vehículo ferroviario con una unidad sensor por medio de la que se detecta al menos un parámetro de la dinámica de conducción. Por medio de una unidad de evaluación se determina un parámetro de desgaste en base a este parámetro de dinámica de conducción, que, por ejemplo, indica un desgaste en una vía.
- 15 Además, se conoce el documento EP 0 826 548 A1, en el que se da a conocer un procedimiento de regulación dependiente de la adherencia para un vehículo ferroviario. En función de una pendiente de una curva característica de adherencia se implementan medidas de regulación para la estabilización del vehículo ferroviario en términos de tecnología de conducción, preferentemente utilizando una regulación de la velocidad de giro.
- 20 Además, el documento EP 0 195 249 A2 describe un procedimiento con el que, por ejemplo, se puede constatar un deslizamiento de vehículos. Un par alterno se superpone a un par de funcionamiento de un motor eléctrico y una respuesta del sistema a este par alterno se evalúa por medio de un cálculo de correlación. Con ello se constata si está presente un estado de deslizamiento del vehículo.
- 25 El documento DE 43 09 183 A1 da a conocer un procedimiento para la optimización de una fuerza de fricción en el contacto entre una rueda y un carril de un vehículo, para lo que se forma un valor de corrección variable para un deslizamiento, y se usa un regulador de control difuso. La dinámica del vehículo se modela por medio de ecuaciones de movimiento, donde una fuerza de accionamiento transmitida al vehículo se forma a partir de un coeficiente de adherencia dependiente del deslizamiento. El coeficiente de adherencia dependiente del deslizamiento se determina a partir de una función parabólica de adherencia-deslizamiento.
- 30 Además, el documento EP 2 873 574 A1 también muestra un procedimiento para el uso de un coeficiente de fricción determinado entre las ruedas de un avión y una pista de aterrizaje en un regulador de frenado.
- 35 Además, el documento EP 2 554 443 A1 da a conocer un dispositivo y un procedimiento para la determinación de un estado de una pista de aterrizaje y un sistema de control de vuelo en base a las condiciones determinadas de la pista de aterrizaje.
- 40 La invención tiene el objetivo de especificar un procedimiento mejorado respecto al estado de la técnica. Según la invención, este objeto se consigue con un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se forman curvas características de adherencia-deslizamiento dependientes del tiempo, al menos una primera curva característica de adherencia-deslizamiento y una segunda curva característica de adherencia-deslizamiento, donde las curvas características de adherencia-deslizamiento se refieren a diferentes momentos o períodos de tiempo y diferentes ubicaciones, tramos de línea o líneas,
- 45 en el que los deslizamientos de consigna se determinan a partir de las curvas características de adherencia-deslizamiento, y
- 50 en el que los movimientos del vehículo se influyen por medio de los deslizamientos de consigna.
- Gracias a la formación de curvas características de adherencia-deslizamiento dependientes del tiempo, es decir, teniendo en cuenta el comportamiento de adherencia actual y pasado, se genera información completa y, por lo tanto, exacta sobre una transmisión de fuerzas entre ruedas de vehículos y bases, por ejemplo, entre ruedas de vehículos ferroviarios y carriles. Esta información es una base ventajosa para una regulación basada en el deslizamiento de consigna de accionamientos y frenos y para un pronóstico de desgaste y daños de las ruedas y bases, p. ej. carriles.
- 55 Por consiguiente, se pueden reducir el desgaste y los daños en vehículos e infraestructura y simplificarse los procesos de mantenimiento y conservación.
- 60 La regulación mejorada, basada en el deslizamiento de consigna de accionamientos y frenos da como resultado una capacidad mejorada de aceleración y desaceleración del vehículo en malas condiciones de adherencia (p. ej., carriles mojados). De este modo se reducen los consumos de energía y los tiempos de desplazamiento, se aumentan las seguridades al reducir las distancias de frenado y se mejoran las estabildades del horario. En el caso de las locomotoras es posible un aumento de las cargas de remolque o un cierto número de juegos de ruedas accionados se pueden reemplazar por juegos de ruedas sin accionamientos.
- 65

Según la invención, las curvas características de adherencia-deslizamiento se forman utilizando un modelo de adherencia.

5 Gracias a esta medida se puede formar información sobre distintas dependencias de las curvas características de adherencia-deslizamiento (p. ej., una dependencia de la velocidad del vehículo). Además, de este modo se pueden determinar los coeficientes de adherencia para un gran rango de deslizamiento.

10 Es favorable que las curvas características de adherencia-deslizamiento se formen utilizando información del medio ambiente.

Gracias a esta medida se obtiene una determinación especialmente realista y exacta de los coeficientes de adherencia.

15 Se obtiene una configuración ventajosa si se forma al menos un mapa temático a partir de las curvas características de adherencia-deslizamiento.

20 Gracias a esta medida se obtiene una descripción general dependiente del tiempo y ubicación de las adherencias que aparecen. El mapa temático puede estar presente en forma digital, similar a una tabla de frenado, y a partir de ello se pueden leer las curvas características de adherencia-deslizamiento para distintas líneas y distintas secciones de línea en distintos momentos (por ejemplo, horas del día) y distintas condiciones de mojado de la base, por ejemplo, los carriles (por ejemplo, seco, húmedo, etc.). Los procesos de lectura se pueden realizar, por ejemplo, por medio de unidades de cálculo en vehículos.

25 Es favorable si las curvas características de adherencia-deslizamiento se forman utilizando información sobre las aceleraciones transversales del al menos primer vehículo.

Gracias a esta medida también se pueden determinar luego las curvas características de adherencia-deslizamiento, incluso cuando no esté disponible la información correspondiente de los accionamientos o los frenos (por ejemplo, en el caso de trenes de rodaje o juegos de ruedas no accionados).

30 Los errores en la formación de las curvas características de adherencia-deslizamiento debidos a influencias que no procede de las condiciones de fricción entre la rueda y la base se reducen mediante una ubicación sobre una sección de línea o de vía.

35 Según la invención, los deslizamientos de consigna se forman utilizando modelos de accionamiento y frenado.

40 Debido a los modelos de accionamiento y frenado o las simulaciones y los resultados de cálculo de estos modelos, una aparición de vibraciones se puede asignar a las curvas características de adherencia-deslizamiento. Gracias a un ajuste dirigido de los deslizamientos de consigna en rangos de adherencia-deslizamiento en los que no se deben esperar vibraciones, se obtiene una reducción de las vibraciones de la cadena cinemática y, por lo tanto, la descarga de los componentes de accionamiento mecánicos del vehículo, un aumento de las fuerzas de tracción y frenado y una mejora en el confort de conducción.

45 Según la invención, los deslizamientos de consigna se forman utilizando modelos de daños. Gracias a esta medida, los deslizamientos de consigna se pueden ajustar de una manera tal que se eviten daños en los componentes de accionamiento y de frenado.

Se obtiene una configuración ventajosa cuando la información relativa a las curvas características de adherencia-deslizamiento se transmite desde el al menos primer vehículo al menos a un segundo vehículo.

50 Gracias a esta medida, las curvas características de adherencia-deslizamiento formadas en el primer vehículo también se pueden evaluar en el segundo vehículo, donde puede ser un vehículo individual o, por ejemplo, una parte de tren en un conjunto de trenes (por ejemplo, en un tren automotor). Si también se realiza la formación de curvas características de adherencia-deslizamiento en el segundo vehículo, entonces la información de adherencia disponible en el segundo vehículo se amplía y se produce un aumento de exactitud adicional en la determinación de los deslizamientos de consigna. Se consigue una solución ventajosa cuando la información relativa a las curvas características de adherencia-deslizamiento se transmite desde el al menos primer vehículo al menos a un primer dispositivo de infraestructura.

60 De este modo, la información sobre las curvas características de adherencia-deslizamiento se puede almacenar y evaluar de forma centralizada y/o distribuir a otras unidades de evaluación.

A continuación la invención se explica más en detalle mediante ejemplos de realización.

65 Muestran a modo de ejemplo:

Fig. 1: un diagrama de flujo de una realización a modo de ejemplo de un procedimiento según la invención,

Fig. 2: un diagrama de una realización a modo de ejemplo de un procedimiento según la invención con una primera curva característica de adherencia-deslizamiento y una segunda curva característica de adherencia-deslizamiento,

5 Fig. 3: una representación esquemática de un sistema de accionamiento y frenado a modo de ejemplo, cuyo modelo se utiliza para la determinación de los deslizamientos de consigna, y

10 Fig. 4 una representación esquemática de una primera sección de línea con un primer vehículo, una segunda sección de línea con un segundo vehículo y un primer dispositivo de infraestructura y un segundo dispositivo de infraestructura.

15 La fig. 1 muestra un primer diagrama de flujo de una realización a modo de ejemplo de un procedimiento según la invención para la formación de curvas características de adherencia-deslizamiento y para la determinación de deslizamientos de consigna en un vehículo configurado como vehículo ferroviario con accionamiento eléctrico y freno neumático. Según la invención, también es concebible que el vehículo ferroviario presente, por ejemplo, un accionamiento mecánico. También se puede plantear un sistema hidráulico, por ejemplo, como equipamiento de frenado.

20 El vehículo ferroviario presenta cajas de vagón y trenes de rodaje, donde los trenes de rodaje comprenden respectivamente dos juegos de ruedas con cada vez dos ruedas.

25 Los pares del motor y las velocidades de giro del motor del accionamiento eléctrico se miden por medio de los sensores correspondientes, los pares del motor por medio de un sensor de par de fuerzas 5 y las velocidades de giro del motor por medio de un sensor de velocidad de giro 6.

30 Además, las mediciones de la velocidad de vehículo se realizan mediante un generador de impulsos de recorrido 7 en un juego de ruedas. Los resortes secundarios del vehículo ferroviario están configurados como resortes neumáticos. Las masas de los vehículos se determinan a través de mediciones de las presiones de los resortes neumáticos por medio de un sensor de presión 8 correspondiente.

35 Las velocidades de giro del motor y las velocidades del vehículo representan información cinemática del vehículo ferroviario, las velocidades del vehículo representan información de velocidad del vehículo ferroviario, los pares del motor que se detectan durante los procesos de accionamiento y frenado del vehículo ferroviario, información de accionamiento e información de frenado.

40 La información cinemática, la información relativa a los pares del motor y la masa del vehículo se transmiten a un sintetizador 9 regulado por referencias, conocido del estado de la técnica, por lo que se evitan los errores que aumentan con el tiempo (por ejemplo, debido a efectos de inercia del accionamiento o un freno) en la formación de las curvas características de adherencia-deslizamiento.

Como modelo de adherencia se aplica el modelo ECF dado a conocer por K. Six *et al.*

45 Según la invención, también es concebible utilizar otro modelo de adherencia conocido del estado de la técnica (por ejemplo, modelos de adherencia según O. Polach o G. Trummer *et al.*).

50 Por medio del modelo de adherencia, las adherencias o los coeficientes de adherencia entre rueda y carril, así como los deslizamientos relacionados, se forman de forma continua, es decir, durante los desplazamientos del vehículo ferroviario en líneas, a partir de la información cinemática, los pares del motor y las masas del vehículo, es decir, se generan y almacenan las características de adherencia (adherencia como función del deslizamiento).

55 A este respecto, las fuerzas de fricción o coeficientes de adherencia entre la rueda y el carril se forman en primer lugar a partir de la información cinemática o información de velocidad antes mencionadas, así como la información de accionamiento e información de frenado o a partir de la velocidad del vehículo, una velocidad circunferencial de la rueda, una fuerza de accionamiento o frenado y una fuerza de apoyo de rueda.

60 Los puntos de trabajo se forman a partir de las fuerzas de fricción o coeficientes de adherencia y se adaptan a los puntos de trabajo por medio de un algoritmo de optimización en base un cálculo de compensación de los parámetros del modelo de adherencia del modelo ECF.

Como resultado, se genera información sobre todos los puntos de trabajo, es decir, sobre toda una zona de trabajo (rango de deslizamiento).

65 Según la invención, no solo se pueden determinar la característica de adherencia a través del deslizamiento, sino que también se puede generar información sobre las dependencias de la característica de adherencia con la velocidad del vehículo, una carga de la rueda, una geometría de contacto entre la rueda y el carril, etc.

Al adaptar los parámetros del modelo de adherencia a los puntos de trabajo se pueden tener en cuenta solo los puntos de trabajo actualmente observados o también se pueden incluir valores ponderados para los puntos de trabajo del pasado.

5 Si solo se utilizan valores actuales, la característica de adherencia cambia con bastante rapidez en función de las condiciones de fricción presentes en el contacto entre la rueda y el carril.

Si se incluyen valores del pasado, la característica de adherencia cambia con bastante lentitud.

10 Además, los puntos de trabajo para pequeños deslizamientos se pueden ponderar de manera diferente en comparación con los puntos de trabajo para grandes deslizamientos. Esto consigue una alta robustez del procedimiento según la invención.

15 Además, la información del medio ambiente también se utiliza en la formación de las curvas características de adherencia-deslizamiento, por ejemplo, temperaturas exteriores o ambiente, cantidad de lluvia, vegetación, etc.

Sobre la base de mediciones de temperatura y humedad del aire y relaciones termodinámicas conocidas del estado de la técnica, se estiman las cantidades de condensado sobre un carril, es decir, una humedad del carril, y por consiguiente se influye en la formación de las curvas características de adherencia-deslizamiento.

20 Las aceleraciones transversales del vehículo ferroviario se miden y almacenan continuamente por medio de un sensor de aceleración 10 dispuesto en un bastidor del tren de rodaje. Según la invención, también es concebible prescindir de una medición de las aceleraciones transversales y formar características de adherencia únicamente en base de un modelo de adherencia (por ejemplo, el modelo ECF).

25 Si se miden las aceleraciones transversales, entonces se forma una relación matemática en base a los resultados de medición correspondientes, en la que las aceleraciones transversales crecientes conducen a adherencias crecientes. A partir de esto, las adherencias o los coeficientes de adherencia se determinan, en particular, cuando no está disponible información del accionamiento y del freno (por ejemplo, luego cuando se determinan las curvas características de adherencia-deslizamiento para juegos de ruedas que no presentan accionamiento ni freno).

30 Los desplazamientos del vehículo ferroviario sobre las mismas líneas se comparan continuamente entre sí con respecto a las aceleraciones transversales detectadas. Para ello, se forman y almacenan las desviaciones estándares de las aceleraciones transversales por cada sección de línea. Las desviaciones estándares que cambian dentro de un período de tiempo definido para una determinada sección de línea indican condiciones de adherencia modificadas entre la rueda y el carril.

35 Para calibrar la relación entre las aceleraciones transversales y las adherencias se pueden utilizar los resultados de la formación de las características de adherencia en base a la información cinemática, así como la información del accionamiento e información de frenado, la adaptación de los parámetros del modelo ECF a los puntos de trabajo, etc.

40 Los procesos de conservación llevados a cabo en las líneas, p. ej., un rectificado de vías, pueden conducir a un comportamiento de aceleración transversal modificado del vehículo ferroviario. Por lo tanto, la comparación continua de las aceleraciones transversales se debe iniciarse nuevamente en tal caso, es decir, es necesaria una nueva calibración.

45 Además, un proceso de bateado en una vía provoca una dinámica transversal y vertical modificada del vehículo ferroviario. Por tanto, el proceso de bateado se puede detectar, por ejemplo, mediante las aceleraciones verticales medidas de cojinetes de eje. Sobre esta base, se puede realizar una nueva calibración de la relación antes mencionada entre aceleraciones transversales y adherencias.

50 Por medio de la información cinemática, la información de accionamiento e información de frenado, la adaptación de los parámetros del modelo ECF a los puntos de funcionamiento, etc., se correlacionan los coeficientes de adherencia determinados con las desviaciones estándar calculadas a partir de las aceleraciones transversales. Los cambios en la adherencia en una determinada sección de línea, que no se pueden asociar con un cambio correspondiente en la desviación estándar calculada, se reconocen como errores y se descartan.

55 Las curvas características de adherencia-deslizamiento dependientes del tiempo y la ubicación se forman a partir de las adherencias o los coeficientes de adherencia y los deslizamientos almacenados, es decir, las relaciones dependientes del tiempo y la ubicación entre las adherencias y deslizamientos o las funciones de adherencia-deslizamiento dependientes del tiempo y la ubicación. Por ejemplo, se asigna una primera curva característica de adherencia-deslizamiento 11 a un tramo de línea y a una determinada estación del año, que está asociada a determinadas condiciones meteorológicas. Una segunda curva característica de adherencia-deslizamiento 12 es válida, por ejemplo, para el mismo tramo de línea en una época del año diferente. A las curvas características de adherencia-deslizamiento se les asignan los datos de tiempo correspondiente por medio de un registro de tiempo y

los datos de ubicación correspondientes (o datos relativos a secciones de línea o líneas) por medio de una detección de ubicación a partir de señales de localización de un sistema de localización de vehículo 13 del vehículo realizado como sistema de posicionamiento global (GPS) conocido por el estado de la técnica.

5 Según la invención, también es concebible que las señales de localización del sistema de localización del vehículo 13 también se utilicen para la determinación de las velocidades del vehículo o para el aumento de la precisión de las velocidades del vehículo medidas por el generador de impulsos de recorrido 7.

10 Los deslizamientos de los puntos de ajuste se determinan en tiempo real a partir de las curvas características de adherencia-deslizamiento determinadas, que permiten que el vehículo ferroviario arranque y frene al nivel de deslizamiento más bajo posible. En primer lugar, se determina un valor de abscisas, mostrado a modo de ejemplo en la fig. 2, de un máximo calculado de una función de adherencia-deslizamiento.

15 Usando un modelo de accionamiento y frenado de un sistema de accionamiento y frenado mostrado en la fig. 3 y un modelo de daños térmicos relacionado con los contactos rueda-carril, los deslizamientos de consiga se ajustan (es decir, limitan) de una manera tal que se evite el desgaste excesivo y los daños en el accionamiento, ruedas y carriles.

20 Es decir, el valor de abscisas del máximo calculado de la función de adherencia-deslizamiento no se selecciona como deslizamiento de consigna, sino un deslizamiento ajustado por medio del modelo de accionamiento y frenado y del modelo de daños térmicos, es decir, optimizado, por medio del que por un lado se evitan un desgaste y daños excesivos y por otro lado se posibilita una transmisión de fuerza lo mejor posible entre la rueda y el carril.

25 Las funciones de adherencia-deslizamiento determinadas se utilizan en el modelo de daños y por medio del modelo de daños se determinan las temperaturas entre las ruedas y el carril en función de las adherencias y los deslizamientos. Los deslizamientos de consiga se limitan de una manera tal que no se superen las temperaturas de austenización de las ruedas y/o del carril.

30 Según la invención, también es concebible utilizar otros modelos de daños o más, por ejemplo modelos de fatiga por contacto rodante o modelos de desgaste, que también se consideran modelos de daños.

35 La información cinemática, la información relativa a los pares del motor, las masas del vehículo, etc., se procesan en una unidad de cálculo 14, que está dispuesta en una caja de vagón del vehículo ferroviario, formando las curvas características de adherencia-deslizamiento. El modelo ECF, el modelo de accionamiento y frenado y el modelo de daños se implementan en esta unidad de cálculo 14.

Según la invención, también es planteable que la unidad de cálculo 14 esté dispuesta en un dispositivo de infraestructura y que los datos relativos a las curvas características de adherencia-deslizamiento se transmitan desde allí al vehículo ferroviario.

40 Para influir en los movimientos del vehículo o para controlar la tracción, los deslizamientos de consiga se transmiten a un regulador de accionamiento y frenado 15 conocido por el estado de la técnica, que regula las velocidades de giro del motor y las fuerzas de frenado, de una manera tal que se respetan los deslizamientos de consiga calculados.

45 El sensor de par de fuerzas 5, el sensor de velocidad 6, el generador de impulsos de recorrido 7, el sensor de presión 8, el sensor de aceleración 10, el sistema de localización del vehículo 13, la unidad de cálculo 14 y el regulador de accionamiento y frenado 15 son medios para la formación de las curvas características de adherencia-deslizamiento, para la determinación de los deslizamientos de consiga y para la influencia en los movimientos de vehículos.

50 La fig. 2 un diagrama de una realización a modo de ejemplo de un procedimiento según la invención con una primera curva característica de adherencia-deslizamiento 11 y una segunda curva característica de adherencia-deslizamiento 12 como característica de adherencia. En la segunda curva característica de adherencia-deslizamiento 12 está marcado un valor de deslizamiento de consigna 16, que se ha determinado por medio del procedimiento descrito en relación con la fig. 1.

55 Los deslizamientos se trazan en una abscisa del diagrama y los coeficientes de adhesión en una ordenada.

60 La primera curva característica de adherencia-deslizamiento 11 especifica una primera función de adherencia-deslizamiento en un primer momento, la segunda curva característica de adherencia-deslizamiento 12 especifica una segunda función de adherencia-deslizamiento en un segundo momento.

La primera curva característica de adherencia-deslizamiento 11 y la segunda curva característica de adherencia-deslizamiento 12 se refieren a una sección de línea de una red de líneas para vehículos ferroviarios.

65 Según la invención, por supuesto, es posible que se registren más curvas características de adherencia-deslizamiento que la primera curva característica de adherencia-deslizamiento 11 y la segunda curva característica de adherencia-deslizamiento 12. Las curvas características de adherencia-deslizamiento se pueden referir a diferentes momentos o

períodos de tiempo (por ejemplo, estaciones) así como con diferentes ubicaciones o secciones de línea o líneas.

Además, también es posible especificar las curvas características de adherencia-deslizamiento en función de las velocidades del vehículo, masas del vehículo, etc.

5 Se genera un mapa temático digital a partir de las curvas características de adherencia-deslizamiento dependientes del tiempo y el lugar, mapa que muestra las relaciones entre las adherencias y los deslizamientos, así como los deslizamientos de consigna asignados a las curvas características de adherencia-deslizamiento para diferentes momentos o períodos de tiempo (por ejemplo, estaciones), así como diferentes ubicaciones o secciones de línea o líneas. Este mapa se implementa en las unidades de cálculo 14 de los vehículos ferroviarios y los datos de las mismas se transmiten a los reguladores de accionamiento y frenado 15 de los vehículos ferroviarios. Los reguladores de accionamiento y frenado 15 regulan las velocidades del motor y las fuerzas de frenado en base a las curvas características de adherencia-deslizamiento, de una manera tal que se observan los deslizamientos de consigna asignados.

15 Según la invención también es concebible utilizar el mapa para cálculos de desgaste y daños de ruedas y carriles.

En la fig. 3 se muestra esquemáticamente un sistema de accionamiento y frenado a modo de ejemplo, en cuyo modelo de accionamiento y frenado se tienen en cuenta las funciones de adherencia-regulación mostradas en relación con la fig. 1, a fin de ajustar, es decir, por ejemplo, limitar por cálculo los deslizamientos de consigna para un regulador de accionamiento y frenado 15 de un vehículo ferroviario. El modelo de accionamiento y frenado presenta un modelo parcial eléctrico y un modelo parcial mecánico.

20 El modelo parcial eléctrico comprende una línea controlada en una estructura en serie con un regulador PI 17, un elemento PT2 18 y un elemento de interfaz para el modelo parcial mecánico.

El modelo mecánico parcial forma una cadena cinemática con un motor eléctrico 19, un eje de accionamiento 20, un engranaje 21 con una rueda dentada de accionamiento 22 y una rueda dentada de salida 23, un eje de juego de ruedas 24 con una primera sección de eje 25 y una segunda sección de eje 26 y una primera rueda 27 y una segunda rueda 28. El eje de accionamiento 20 está modelado como una primera unidad de resorte-amortiguador 29, la primera sección de eje 25 como una segunda unidad de resorte-amortiguador 30 y la segunda sección de eje 26 como una tercera unidad de resorte-amortiguador 31.

35 El modelo de accionamiento y freno describe las propiedades mecánicas, eléctricas y técnicas de regulación de la cadena cinemática y se determina por consiguiente el comportamiento de vibración de la cadena cinemática durante los procesos de accionamiento y frenado del vehículo ferroviario. Junto con las funciones de adherencia-deslizamiento, el modelo de accionamiento y frenado se utiliza para la determinación de rangos de deslizamiento estables, para las que no se deben esperar vibraciones debido a la alta amortiguación intrínseca. Los deslizamientos de consigna se seleccionan a partir de estos rangos de deslizamiento estables y se transmiten a un regulador de accionamiento y frenado 15 del vehículo ferroviario para la regulación de la velocidad del motor y la fuerza de frenado.

40 La fig. 4 da a conocer una representación esquemática de una primera sección de línea 32 con un primer vehículo 1, una segunda sección de línea 33 con un segundo vehículo 2 y un primer dispositivo de infraestructura 3 y un segundo dispositivo de infraestructura 4.

45 El primer vehículo 1 y el segundo vehículo 2 son vehículos ferroviarios, el primer dispositivo de infraestructura 3 y el segundo dispositivo de infraestructura 4 son centros operativos para la gestión del funcionamiento, control de enclavamientos, supervisión de líneas y otra infraestructura, etc. Sin embargo, según la invención, también es concebible configurar el primer dispositivo de infraestructura 3 y el segundo dispositivo de infraestructura 4 como enclavamientos.

50 En el primer vehículo 1 y el segundo vehículo 2, como se describe en relación con la fig. 1, las curvas características de adherencia-deslizamiento se forman por medio de sensores, una unidad de cálculo 14 y recorridos de línea correspondientes, y las velocidades del motor y las fuerzas de frenado se regulan por medio de reguladores de accionamiento y frenado 15 de acuerdo con estas curvas características.

55 Desde el primer vehículo 1, por medio del Sistema Global de Comunicaciones Móviles para Ferrocarriles (GSM-R) conocido por el estado de la técnica y por medio de una primera señal 34 se transmiten datos relativos a las curvas características de adherencia-deslizamiento al segundo vehículo 2, por lo que así se aumenta la cantidad de información relativa a las curvas características de adherencia para la regulación de la velocidad del motor y la fuerza de frenado en el segundo vehículo 2. La regulación de la velocidad del motor y de la fuerza de frenado del segundo vehículo 2 es, por tanto, especialmente exacta.

60 Asimismo, los datos relativos a las curvas características de adherencia-deslizamiento formados en el segundo vehículo 2 se transmiten desde el segundo vehículo 2 al primer vehículo 1 por medio de una segunda señal 35.

Además, por medio de una tercera señal 36 se transmiten los datos relativos a las curvas características de adherencia-deslizamiento desde el primer vehículo 1 al primer dispositivo de infraestructura 3 y por medio de una cuarta señal 37 se transmiten los datos desde el primer dispositivo de infraestructura 3 al segundo dispositivo de infraestructura 4.

5 En el primer dispositivo de infraestructura 3 y el segundo dispositivo de infraestructura 4 se agregan las curvas características de adherencia-deslizamiento, es decir, se fusionan en términos de tiempo y ubicación y se transmiten a los receptores (por ejemplo, otros dispositivos de infraestructura y/o por medio de una quinta señal 38 al segundo vehículo 2 o más vehículos) como datos por medio de GSM-R.

10 Por consiguiente, los receptores pueden procesar las curvas características de adherencia-deslizamiento de diferentes momentos (por ejemplo, horas del día y/o estaciones, etc.) y ubicaciones (es decir, de la primera sección de línea 32, la segunda sección de línea 33 y/o secciones de línea adicionales) y regular, por ejemplo, accionamientos y frenos en base a estas curvas características de adherencia-deslizamiento o realizar cálculos de desgaste y daños.

15 La transmisión de datos por medio de GSM-R es una solución económica. No obstante, según la invención también es planteable transmitir los datos relativos a las curvas características de adherencia-deslizamiento por medio de líneas de cable y balizas, etc.

20 El primer vehículo 1 y el segundo vehículo 2 así como el primer dispositivo de infraestructura 3 y el segundo dispositivo de infraestructura 4 presentan unidades de transmisión y recepción (por ejemplo antenas) adecuadas para la transmisión de datos.

Lista de referencias

- 25 1 Primer vehículo
- 2 Segundo vehículo
- 30 3 Primer dispositivo de infraestructura
- 4 Segundo dispositivo de infraestructura
- 5 Sensor de par de fuerzas
- 35 6 Sensor de velocidad de giro
- 7 Generador de impulsos de recorrido
- 40 8 Sensor de presión
- 9 Sintetizador regulado por referencia
- 45 10 Sensor de aceleración
- 11 Primera curva característica de adherencia-deslizamiento
- 12 Segunda curva característica de adherencia-deslizamiento
- 50 13 Sistema de localización de vehículo
- 14 Unidad de cálculo
- 15 Regulador de accionamiento y frenado
- 55 16 Valor de deslizamiento de consigna
- 17 Regulador PI
- 60 18 Elemento PT2
- 19 Motor eléctrico
- 65 20 Eje de accionamiento
- 21 Engranaje

## ES 2 823 500 T3

	22	Rueda dentada de accionamiento
	23	Rueda dentada de salida
5	24	Eje del juego de ruedas
	25	Primera sección de eje
10	26	Segunda sección de eje
	27	Primera rueda
	28	Segunda rueda
15	29	Primera unidad de resorte-amortiguador
	30	Segunda unidad de resorte-amortiguador
20	31	Tercera unidad de resorte-amortiguador
	32	Primera sección de línea
	33	Segunda sección de línea
25	34	Primera señal
	35	Segunda señal
30	36	Tercera señal
	37	Cuarta señal
35	38	Quinta señal

**REIVINDICACIONES**

- 5
1. Procedimiento para la determinación de las características de adherencia en vehículos ferroviarios, para lo que se utiliza al menos información de al menos un primer vehículo,
- 10 donde se forman curvas características de adherencia-deslizamiento dependientes del tiempo, al menos una primera curva característica de adherencia-deslizamiento (11) y una segunda curva característica de adherencia-deslizamiento (12), donde las curvas características de adherencia-deslizamiento se pueden referir a diferentes momentos o períodos de tiempo y diferentes ubicaciones, tramos de línea o líneas, **caracterizado por que** a partir de las curvas características de adherencia-deslizamiento utilizando un modelo de accionamiento y frenado se determinan los rangos de deslizamiento estables, para las que, debido a la alta amortiguación inherente, no se deben esperar vibraciones en la cadena cinemática durante los procesos de accionamiento y frenado, de los que se seleccionan los deslizamientos de consiga,
- 15 por que a partir de las curvas características de adherencia-deslizamiento utilizando un modelo de daños térmicos se determinan las temperaturas entre las ruedas y carril en función de las adherencias y los deslizamientos, donde los deslizamientos de consiga se ajustan de una manera tal que no se superen las temperaturas de austenización de las ruedas y/o del carril,
- 20 donde los deslizamientos de consiga se ajustan utilizando el modelo de accionamiento y frenado y el modelo de daños térmicos, de tal manera que, por un lado, se evitan un desgaste y daños excesivos y, por otro lado, se permite una transmisión de fuerza lo mejor posible entre rueda y carril,
- 25 y por que los movimientos del vehículo se influyen por medio de los deslizamientos de consiga.
- 30
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** se forman curvas características de adherencia-deslizamiento que dependen de tiempos y ubicaciones.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** las curvas características de adherencia-deslizamiento se forman utilizando información de señales de localización de un sistema de localización de vehículo (13).
- 35
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1, 2 o 3, **caracterizado por que** las curvas características de adherencia-deslizamiento se forman utilizando un modelo de adherencia.
- 40
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1, 2, 3 o 4, **caracterizado por que** las curvas características de adherencia-deslizamiento se forman utilizando información del medio ambiente.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 2, 3, 4 o 5, **caracterizado por que** a partir de las curvas características de adherencia-deslizamiento se forma al menos un mapa temático.
- 45
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5 o 6, **caracterizado por que** las curvas características de adherencia-deslizamiento se forman utilizando información sobre las aceleraciones transversales del al menos primer vehículo (1).
- 50
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6 o 7, **caracterizado por que** los datos relativos a las curvas características de adherencia-deslizamiento se procesan al menos en el primer vehículo (1).
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 u 8, **caracterizado por que** los datos relativos a las curvas características de adherencia-deslizamiento se procesan al menos en un primer dispositivo de infraestructura (3).
- 55
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o 9, **caracterizado por que** la información relativa a las curvas características de adherencia-deslizamiento se transmite desde el al menos primer vehículo (1) al menos a un segundo vehículo (2).
- 60
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10, **caracterizado por que** la información relativa a las curvas características de adherencia-deslizamiento se transmite desde el al menos primer vehículo (1) al menos al primer dispositivo de infraestructura (3).
- 65
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 u 11, **caracterizado por que** la información relativa a las curvas características de adherencia-deslizamiento se transmite desde el al menos primer dispositivo de infraestructura (3) al menos al primer vehículo (1).
13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 o 12, **caracterizado por que** la información relativa a las curvas características de adherencia-deslizamiento se transmite desde el al menos

primer dispositivo de infraestructura (3) al menos a un segundo dispositivo de infraestructura (4).

- 5 **14.** Dispositivo, que está establecido para realizar el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 o 13, **caracterizado por que** están previstos medios para la formación de las curvas características de adherencia-deslizamiento, para la determinación de los deslizamientos de consigna y para la influencia en los movimientos del vehículo.

FIG 1

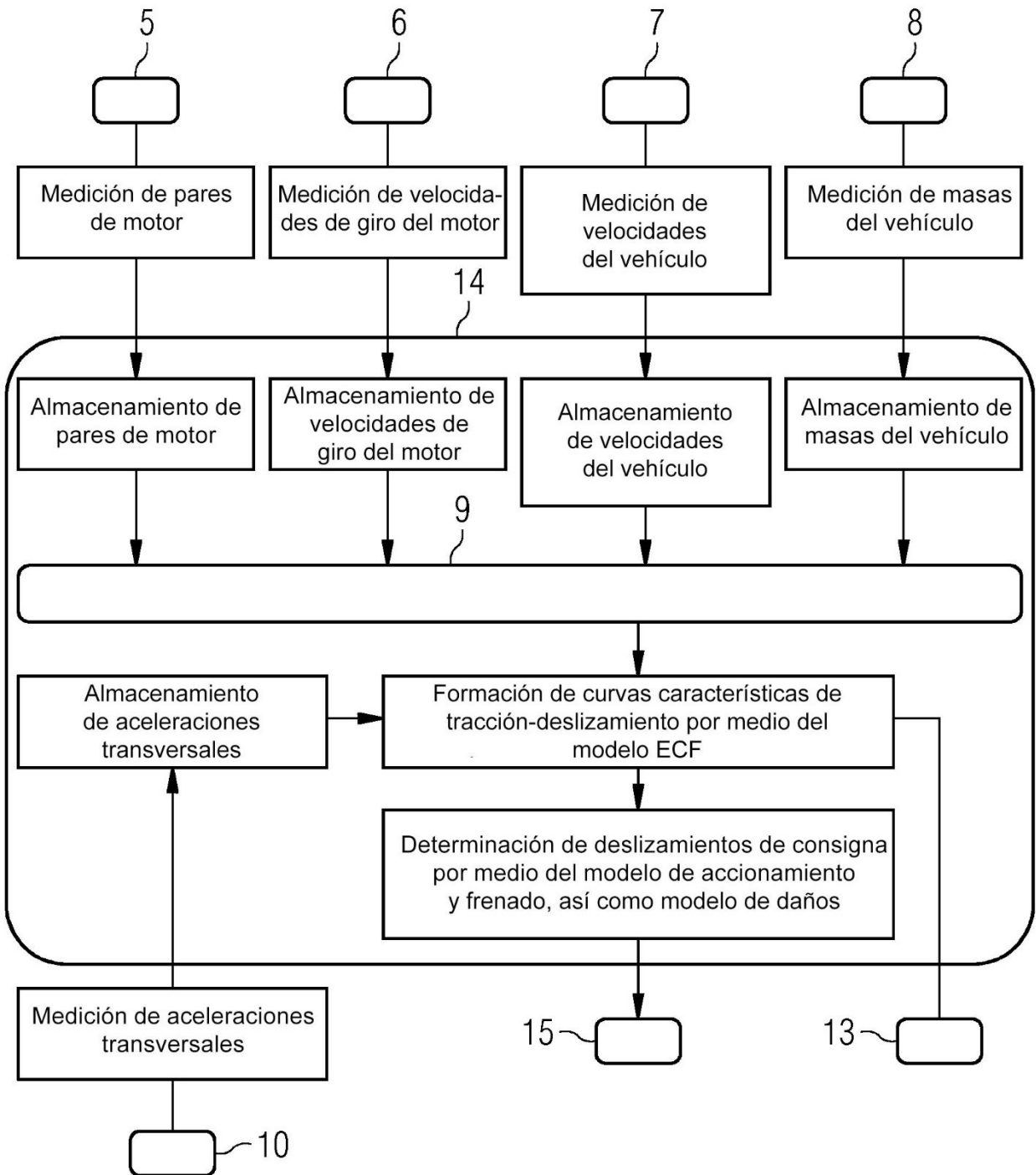


FIG 2

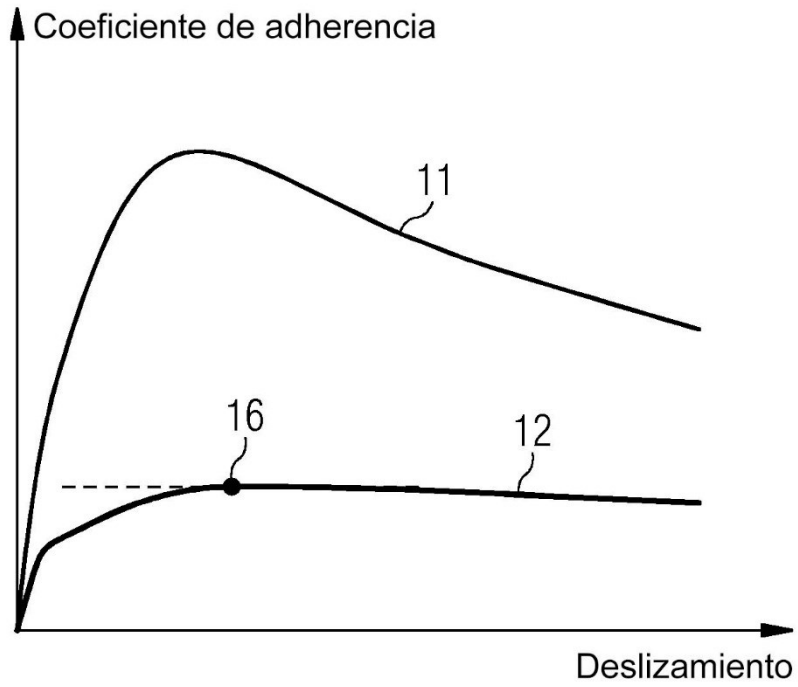


FIG 3

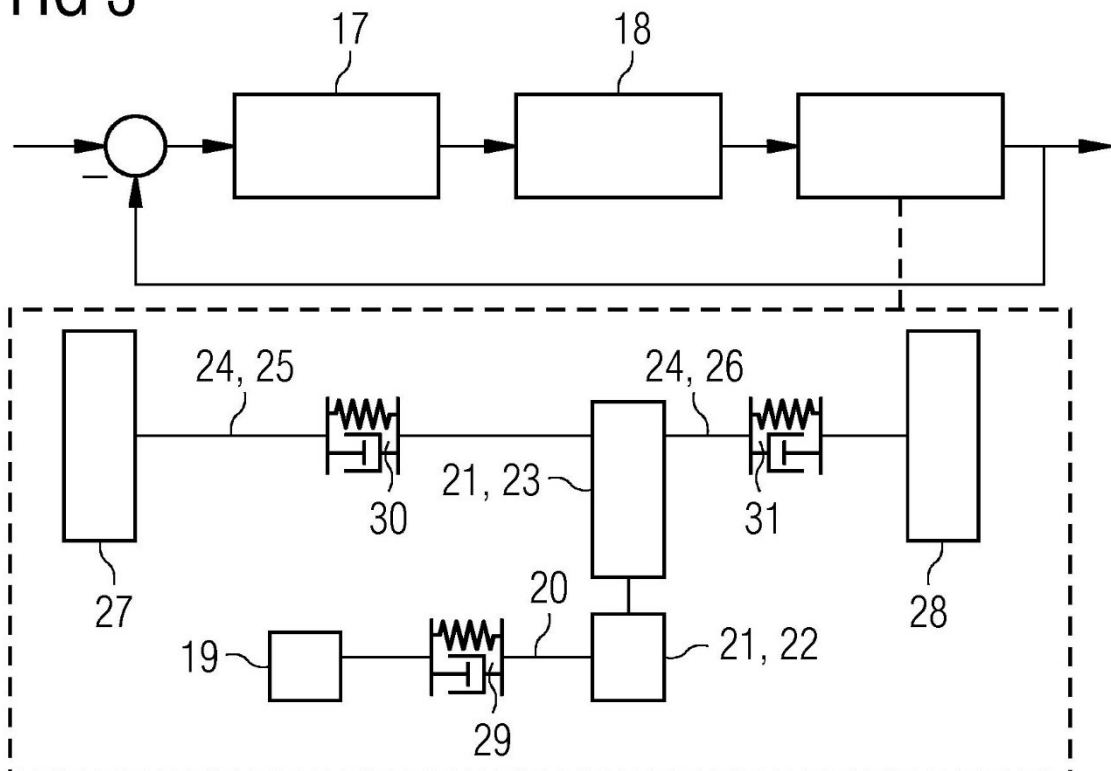


FIG 4

