

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 875 525**

51 Int. Cl.:

B61F 5/38

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2017** **E 17164999 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.05.2021** **EP 3239015**

54 Título: **Guiado del ancho de vía regulado por fuerza para un vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

28.04.2016 AT 503772016

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

10.11.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KIENBERGER, ANDREAS;
TEICHMANN, MARTIN y
HOFFMANN, THILO

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 875 525 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

Guiado del ancho de vía regulado por fuerza para un vehículo ferroviario

- 5 La invención hace referencia a un procedimiento para el control de ejes de al menos un primer eje de un vehículo ferroviario, presentando el control de ejes una unidad de actuador, un cojinete elástico pasivo conectado en paralelo de manera mecánicamente operativa respecto a esta y un equipo de regulación, y estando conectado el equipo de regulación al menos a la unidad de actuador con vistas a la transmisión de datos.
- 10 Los trenes de rodaje para vehículos ferroviarios deben presentar un alto nivel de seguridad en la conducción. Esto se puede mejorar, por ejemplo, por medio de la disposición de un control activo de eje o de rueda o bien de eje montado. La colocación selectiva de ejes o ruedas o bien de ejes montados por medio de la torsión activa de los mismos alrededor de sus ejes verticales sirve de una manera conocida para evitar condiciones de conducción inestables. Aparte de eso, por ello se aumenta la comodidad de conducción al evitar vibraciones perturbadoras en un vehículo ferroviario.
- 15 Al contacto rueda-carril se le atribuye una importancia especial y relevante para la seguridad. Las irregularidades en el contacto rueda-carril, por ejemplo, debido a daños en una rueda, pueden dar como resultado daños consecuentes considerables e incluso descarrilamientos. Incluso daños leves, tales como, por ejemplo, grietas finas, pueden originar grandes dificultades, puesto que hacen necesarios trabajos de mantenimiento, que pueden provocar altos costes y una disponibilidad limitada de los vehículos ferroviarios.
- 20 A través de la utilización de un control activo de eje o de rueda o bien de eje montado se logra una reducción del desgaste o de la fatiga de contacto de rodadura (*Rolling Contact Fatigue*, RCF) y, por lo tanto, de irregularidades en el contacto rueda-carril en ruedas y carriles. Según el estado de la técnica, el documento EP 0 870 664 B1 describe, por ejemplo, un procedimiento para el guiado de ejes montados de vehículos ferroviarios. A modo de ejemplo, se muestra, entre otras cosas, un equipo en el cual está dispuesto un buje de fluido de dos cámaras entre un brazo oscilante y un bastidor del tren de rodaje, que genera un movimiento relativo entre el brazo oscilante y el bastidor del tren de rodaje y, por ello, ajusta un ángulo de ajuste del eje montado.
- 25 como variable de control para el ángulo de ajuste del eje montado se usan un ángulo de mandrilado entre el bastidor del tren de rodaje y una caja de vagón o un ángulo de mandrilado entre dos ejes montados y la caja de vagón. En su forma conocida, el enfoque mencionado presenta la desventaja de que deben estar previstas unidades de medición y de evaluación en relación con el procesamiento de los ángulos de mandrilado mencionados, es decir, por ejemplo, transductores angulares.
- 30 En el documento EP 2 371 656 A1 se presenta un vehículo ferroviario con geometría de eje variable. Una posición angular horizontal de cada eje de un tren de rodaje se ajusta continuamente durante el funcionamiento del vehículo ferroviario de tal manera que se logra un desplazamiento transversal predeterminado de los ejes los unos contra los otros y un ángulo predeterminado entre los ejes. En su forma conocida, el enfoque mencionado presenta la desventaja de que se requieren medidas complejas de ángulos o de recorridos para un control de ángulos exactos.
- 35 El documento DE 198 61 086 B4 muestra un procedimiento para una alineación de dirección de ruedas, fijadas de forma giratoria sobre un tren de rodaje, de un vehículo ferroviario en una vía, determinándose un ángulo de dirección teórico de las ruedas en función de una curvatura de la vía.
- 40 En su forma conocida, el enfoque anterior presenta la desventaja de que el procedimiento está realizado como una regulación del ángulo de dirección que, para una comprobación de si se ha alcanzado o se ha mantenido un ángulo de dirección teórico, requiere sensores para la detección del ángulo, por ejemplo, transductores angulares. En este documento no se ha revelado una regulación con respecto a la fuerza de ajuste de la rueda. Además, el documento WO 2016/008731 A1 muestra un tren de rodaje para un vehículo ferroviario con un guiado de ejes montados configurado utilizando guías triangulares. Las guías triangulares presentan bujes hidráulicos, con los cuales se controlan las rigideces longitudinales del tren de rodaje. Para el control de estas rigideces longitudinales, las presiones hidráulicas de los bujes hidráulicos se ajustan por medio de un equipo de ajuste sobre la base de una medición de las aceleraciones del eje montado.
- 45 El documento DE 10 2006 025773 A1 muestra un procedimiento para la regulación de un tren de rodaje activo de un vehículo ferroviario, para el que están previstos actuadores, los cuales compensan los efectos de la dinámica de conducción a través del ajuste de los ángulos de dirección de los ejes montados. Para ello, por medio de sensores se registran los ángulos de dirección y las variables representativas de las cargas sobre los actuadores.
- 50 Aparte de eso, se conoce el documento EP 0 600 172 A1, en el cual se ha descrito un *bogie* con ejes montados. En los ejes montados están dispuestos accionadores regulados por la fuerza o el recorrido, que actúan sobre los cojinetes del eje montado para garantizar un mandrilado controlado de los ejes montados. Los accionadores se controlan sobre la base de las medidas de distancia. Los ángulos de mandrilado entre el bastidor de un *bogie* y el bastidor de un vehículo se determinan a partir de las distancias medidas por un sensor. Las especificaciones de valor teórico para los accionadores se obtienen a partir de estos ángulos de mandrilado.
- 55 Por eso, la invención se basa en el objetivo de especificar un procedimiento mejorado con respecto al estado de la técnica.
- 60
- 65

De acuerdo con la invención, este objetivo se resuelve con un procedimiento según la reivindicación 1.

Al prescindir de sensores para la determinación del recorrido o del ángulo de dirección, se disminuye el número de componentes de un control de eje o de rueda o bien de eje montado y, por lo tanto, se reduce su necesidad de espacio constructivo así como los costes.

Además, por ello se aumentan la robustez y, por lo tanto, la disponibilidad del control de eje o de rueda o bien de eje montado.

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

Muestran a modo de ejemplo:

la figura 1: una vista lateral de una realización a modo de ejemplo de un tren de rodaje, estando representados un fragmento de un bastidor del tren de rodaje, una rueda así como un brazo oscilante, y mostrándose, dispuestos entre el bastidor del tren de rodaje y el brazo oscilante, una unidad de actuador así como un cojinete elástico,

la figura 2: un diagrama funcional para una variante a modo de ejemplo de un procedimiento de acuerdo con la invención con una unidad de actuador, un cojinete elástico, un equipo de regulación, un sensor de velocidad de giro y un sensor de velocidad de traslación, y

la figura 3: un tren de rodaje de un vehículo ferroviario con un primer eje montado con un primer eje y un segundo eje montado con un segundo eje en una curva de vía, estando indicadas dependencias de un ángulo de dirección sobre los parámetros del tren de rodaje y su estado de movimiento, así como sobre los parámetros de la curva de vía.

Un fragmento, representado en una vista lateral en la figura 1, de una variante a modo de ejemplo de un tren de rodaje comprende un fragmento de un bastidor del tren de rodaje 1 así como, sobre un primer carril 22, una primera rueda 8, cuyo punto central está dispuesto sobre un primer eje 2.

La primera rueda 8 está conectada a través de un acoplamiento mecánico, no mostrado, a una segunda rueda 9, no representada, cuyo punto central está dispuesto asimismo sobre el primer eje 2 y que descansa sobre un segundo carril 23, no mostrado.

Además, se muestran un cojinete de rueda 14, un brazo oscilante 15 y una carcasa del cojinete de rueda 16.

Entre el bastidor del tren de rodaje 1 y el brazo oscilante 15 está previsto, para la generación de una rigidez dinámica, un cojinete elástico 5 pasivo, realizado como un buje hidráulico, con rigidez dinámica aumentada y estática dependiente de la frecuencia y de la amplitud.

El buje hidráulico presenta un efecto estabilizador, elástico y amortiguador particularmente en el plano de su superficie de base, es decir, la rigidez actúa en la dirección de un eje longitudinal del tren de rodaje 17 así como en la dirección de un eje vertical del tren de rodaje 18.

Una unidad de actuador 4 está conectada en paralelo al cojinete elástico 5 con respecto al modo de acción mecánico.

En cuanto a su posición, está dispuesta de tal manera que genera una fuerza de ajuste real 7, que actúa en paralelo con respecto a la dirección del eje longitudinal del tren de rodaje 17 y, a través del acoplamiento mecánico mencionado con la segunda rueda 9, provoca una torsión de la primera rueda 8 alrededor del eje vertical del tren de rodaje 18 o alrededor de un eje de giro paralelo a este.

En esta variante de realización a modo de ejemplo, la unidad de actuador 4 presenta un actuador neumático 19, que se abastece de aire comprimido a través de grupos, conductos y válvulas (no representados) y genera una fuerza de ajuste real 7 definida, controlable o regulable.

La figura 2 representa una variante a modo de ejemplo de un procedimiento de acuerdo con la invención. Se muestran las relaciones funcionales entre una unidad de actuador 4, un cojinete elástico 5, un equipo de regulación 6, un sensor de velocidad de giro 20 y un sensor de velocidad de traslación 21.

La unidad de actuador 4 genera, a través de un actuador neumático 19, no representado en la figura 2, una fuerza de ajuste real 7 para el ajuste de ángulos de dirección y para un control de eje o de rueda o de eje montado.

El cojinete elástico 5 presenta una característica de rigidez c , que corresponde matemáticamente a una función no lineal.

A través del sensor de velocidad de giro 20 se mide una velocidad de guiñada ω de un tren de rodaje. Su utilización representa una solución ventajosa para la determinación de geometrías de curva de vía.

Sin embargo, de acuerdo con la invención, también son imaginables otros medios, tales como, por ejemplo, sistemas de localización, sensores giroscópicos o sensores de aceleración.

A través del sensor de velocidad de traslación 21 se mide una velocidad de traslación v del tren de rodaje. Sin embargo, su detección también se puede realizar a través de otros medios, por ejemplo, a través de un sistema de bus de vehículo multifunción (*Multifunction Vehicle Bus*, MVB), del que se pueden leer los datos correspondientes.

El equipo de regulación 6 comprende módulos de *software* (no representados) para la implementación de algoritmos de regulación.

La unidad de actuador 4, el cojinete elástico 5, el sensor de velocidad de giro 20 y el sensor de velocidad de traslación 21 presentan interfaces de datos respecto al equipo de regulación 6 así como equipos (no representados) para el procesamiento de la información que se va a transmitir a través de las interfaces de datos mencionadas.

El equipo de regulación 6 recibe, en una frecuencia mayor o igual a 10 Hz, información sobre la fuerza de ajuste real

7 o los datos de fuerza de ajuste real DF_{real} correspondientes desde la unidad de actuador 4, información sobre la característica de rigidez c o los datos de rigidez D_c correspondientes desde el cojinete elástico 5, información sobre la velocidad de guiñada ω o los datos de velocidad de guiñada $D\omega$ correspondientes desde el sensor de velocidad de guiñada 20 así como información sobre la velocidad de traslación v o los datos de velocidad de traslación Dv correspondientes desde el sensor de velocidad de traslación 21.

En el caso de la transferencia de datos de rigidez D_c mencionada, se trata de una solución particularmente ventajosa. Sin embargo, de acuerdo con la invención, en el caso de cojinetes con comportamiento de rigidez conocido, también es imaginable una implementación de evoluciones de rigidez en los módulos de *software* del equipo de regulación 6 y, por lo tanto, una renuncia a interfaces de datos y equipos para el procesamiento de la información que se va a transmitir.

En los módulos de *software* del equipo de regulación 6, los datos de fuerza de ajuste teórica $DF_{teórico}$ se obtienen a partir de los datos de fuerza de ajuste real DF_{real} recibidos, los datos de rigidez D_c , los datos de velocidad de guiñada $D\omega$ y los datos de velocidad de traslación Dv .

A este respecto, en primer lugar se determina un radio de curva de vía R a partir de los datos de velocidad de guiñada $D\omega$ o una velocidad de guiñada ω así como a partir de los datos de velocidad de traslación Dv o de la velocidad de traslación v a través de la normativa conocida, según la cual un radio circular de curvatura da como resultado el cociente de una velocidad de traslación v y de una velocidad de guiñada ω .

Un recorrido de ajuste s para el actuador neumático 19 mostrado en la figura 1 de la unidad de actuador 4 se obtiene por medio del radio de curva de vía R , así como de una mitad de la longitud del eje montado a representada en la figura 3 y de una distancia entre ejes b mostrada justo allí. Las relaciones correspondientes están representadas en la figura 3. Los valores correspondientes para la mitad de la longitud del eje montado a y la distancia entre ejes b están implementados en los módulos de *software* del equipo de regulación 6.

A través de la normativa conocida, según la cual una fuerza resulta del producto de una rigidez y y de un recorrido, a partir de los datos de rigidez D_c o de la característica de rigidez c del cojinete elástico 5 y del recorrido de ajuste s se obtiene una fuerza de ajuste teórica o se generan datos de fuerza de ajuste teórica $DF_{teórico}$ para la unidad de actuador 4. La fuerza de ajuste teórica es aquella fuerza que se requiere para la superación de la rigidez del cojinete elástico 5 y para la generación del recorrido de ajuste s del actuador neumático 19 de la unidad de actuador 4.

El actuador neumático 19 representado en la figura 1 se controla correspondientemente a una comparación de la fuerza de ajuste teórica formada y la fuerza de ajuste real 7 que actúa momentáneamente. Para ello, la unidad de actuador 4 comprende equipos no representados.

A través de la relación conocida entre una fuerza, una superficie de pistón y una presión, en el actuador neumático 19 se genera una presión que genera la fuerza de ajuste teórica. Si la fuerza de ajuste teórica se ha alcanzado y se mantiene, se convierte formalmente en la fuerza de ajuste real 7, con la que se puede comparar, dado el caso, una nueva fuerza de ajuste teórica en el ciclo de regulación subsiguiente.

El procedimiento para la determinación de la fuerza de ajuste teórica, el control de la unidad de actuador 4 para la generación de la fuerza de ajuste teórica así como el procesamiento y la transmisión de los datos de fuerza de ajuste real DF_{real} , de los datos de fuerza de ajuste teórica $DF_{teórico}$, de los datos de rigidez D_c , de los datos de velocidad de guiñada $D\omega$ así como de los datos de velocidad de traslación Dv tienen lugar cíclicamente con una frecuencia mayor o igual a 10 Hz.

La figura 3 muestra un tren de rodaje de un vehículo ferroviario con un bastidor del tren de rodaje 1, un primer eje montado 12 con una primera rueda 8, una segunda rueda 9 y un primer eje 2, así como con un segundo eje montado 13 con una tercera rueda 10, una cuarta rueda 11 y un segundo eje 3 en una curva de vía. Están representados un primer carril 22 y un segundo carril 23.

Además, están representados un radio de curva de vía R de la curva de vía, un ángulo de dirección γ con respecto a una torsión del primer eje montado 12 alrededor de su eje vertical, una distancia entre ejes b y una mitad de la longitud de eje montado a del primer eje montado 12.

Un recorrido de ajuste s para el actuador neumático 19 mostrado en la figura 1 de la unidad de actuador 4 se determina a través de una fórmula de obtención 24 por medio de la conversión en un término de resultado 25.

La fórmula de obtención 24 usa la linealización permisible, según la cual, en el caso de ángulos pequeños, la función seno y la función tangente de un ángulo se pueden establecer iguales al propio ángulo.

El seno del ángulo de dirección γ se obtiene como el cociente de la mitad de la distancia entre ejes b y el radio de curva de vía R , la tangente del ángulo de dirección γ se obtiene a partir del recorrido de ajuste s y la mitad de la longitud del eje montado a .

Teniendo en cuenta la linealización mencionada, el término para el seno del ángulo de dirección γ y el término para la tangente del ángulo de dirección γ se equiparan, es decir, el ángulo de dirección γ es una variable de cálculo pura y no se tiene que medir ni procesar.

A través de una conversión en el término de resultado 25, el recorrido de ajuste s se determina como el cociente del producto que está en el numerador de la mitad de la longitud del eje montado a y la distancia entre ejes b , así como el doble que está en el denominador del radio de curva de vía R .

El recorrido de ajuste s se usa en el procedimiento descrito en relación con la figura 2 para la determinación de una fuerza de ajuste teórica.

Lista de denominaciones

1	Bastidor del tren de rodaje
2	Primer eje
3	Segundo eje
4	Unidad de actuador
5	Cojinete elástico
6	Equipo de regulación
7	Fuerza de ajuste real
8	Primera rueda
9	Segunda rueda
10	Tercera rueda
11	Cuarta rueda
12	Primer eje montado
13	Segundo eje montado
14	Cojinete de rueda
15	Brazo oscilante
16	Carcasa del cojinete de rueda
17	Eje longitudinal del tren de rodaje
18	Eje vertical del tren de rodaje
19	Actuador neumático
20	Sensor de velocidad de giro
21	Sensor de velocidad de traslación
22	Primer carril
23	Segundo carril
24	Fórmula de obtención
25	Término de resultado
γ	Ángulo de dirección
c	Característica de rigidez
v	Velocidad de traslación
ω	Velocidad de guiñada
R	Radio de curva de vía
b	Distancia entre ejes
a	Mitad de la longitud del eje montado
s	Recorrido de ajuste
D_c	Datos de rigidez
D_ω	Datos de velocidad de guiñada
D_v	Datos de velocidad de traslación
D_{Freal}	Datos de fuerza de ajuste real
$D_{Fteórico}$	Datos de fuerza de ajuste teórica

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control de ejes de al menos un primer eje de un vehículo ferroviario, presentando el control de ejes una unidad de actuador, un cojinete elástico pasivo conectado en paralelo de manera mecánicamente operativa respecto a esta y un equipo de regulación, y estando conectado el equipo de regulación al menos a la unidad de actuador con vistas a la transmisión de datos, utilizando el equipo de regulación (6) exclusivamente una fuerza de ajuste real (7) de la unidad de actuador (4) como variable de control o de regulación para el ángulo de dirección y del primer eje del vehículo ferroviario.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la fuerza de ajuste real (7) se obtiene a partir de información sobre al menos una propiedad conocida del vehículo ferroviario, en particular sobre una característica de rigidez c del cojinete elástico (5), así como a partir de información sobre la geometría de la vía.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la fuerza de ajuste real (7) se obtiene a partir de información sobre al menos una propiedad conocida del vehículo ferroviario, en particular sobre una característica de rigidez c del cojinete elástico (5), así como a partir de información sobre los estados de movimiento del vehículo ferroviario, en particular sobre una velocidad de traslación v .
4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por que** como propiedad conocida del vehículo ferroviario se utiliza la característica de rigidez c del cojinete elástico (5).
5. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** se puede ajustar el ángulo de dirección y de al menos un primer eje montado suelto.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** se puede ajustar el ángulo de dirección y de al menos un primer eje montado (12).
7. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por que** la obtención de la información tiene lugar por medio de al menos un sensor de velocidad de traslación (21).
8. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por que** la obtención de información tiene lugar por medio de al menos un sistema de localización.
9. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la obtención de información tiene lugar por medio de al menos un sensor de velocidad de giro (20).
10. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la obtención de información tiene lugar por medio de al menos un sensor giroscópico.
11. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** un radio de curva de vía R se determina como el cociente de una velocidad de traslación v y de una velocidad de guiñada w de al menos un tren de rodaje del vehículo ferroviario.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por que** un recorrido de ajuste s para la unidad de actuador (4) se obtiene por medio del radio de curva de vía R así como de una mitad de la longitud del eje montado a y de una distancia entre ejes b del al menos un tren de rodaje.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado por que**, con la característica de rigidez c del cojinete elástico (5) y el recorrido de ajuste s para la unidad de actuador (4), se obtiene una fuerza de ajuste teórica para el control o la regulación de la fuerza de ajuste real (7).

FIG 1

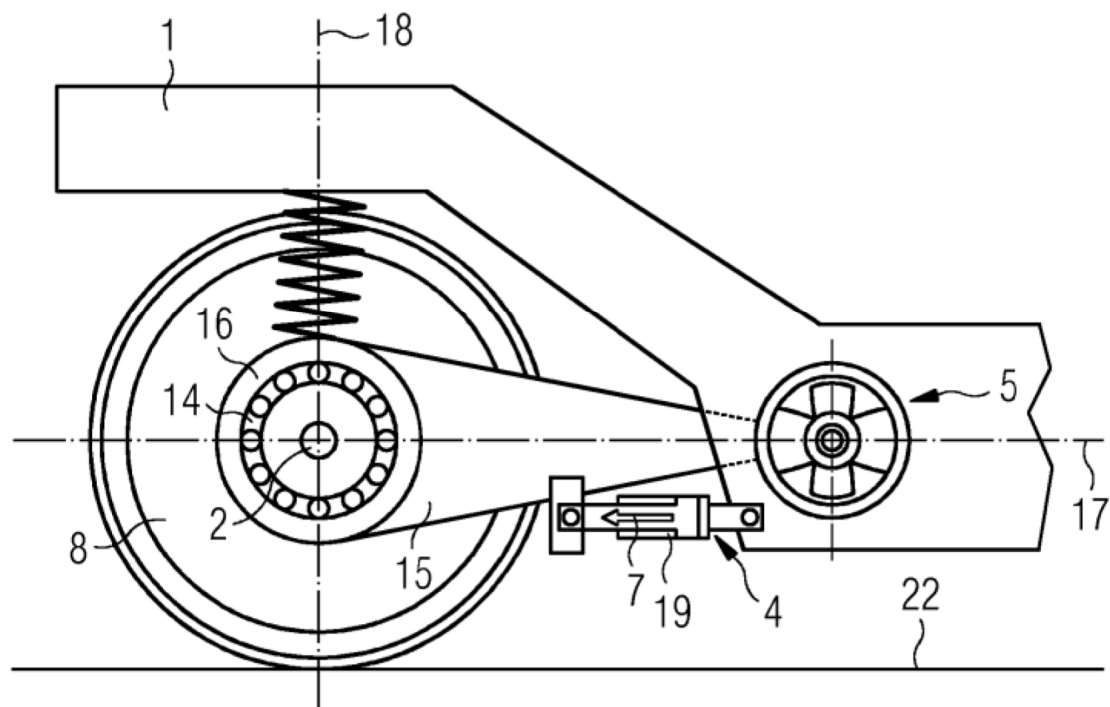


FIG 2

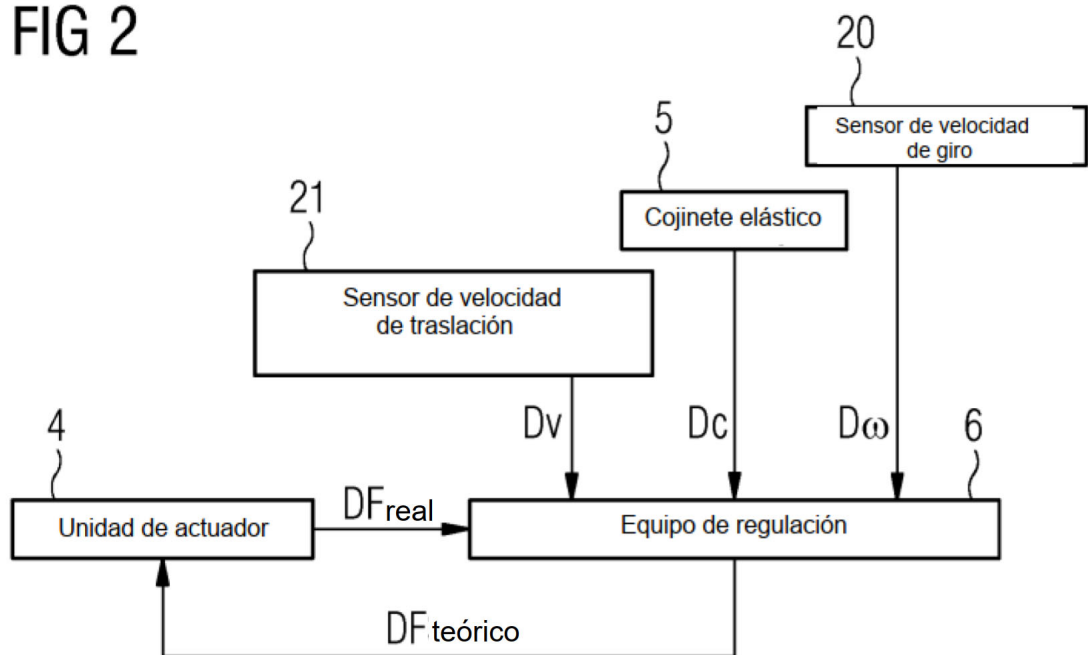


FIG 3

$$\sin \gamma = \frac{b}{2R} \approx \tan \gamma = \frac{s}{a} \quad 24$$

$$s \approx \frac{ab}{2R} \quad 25$$

