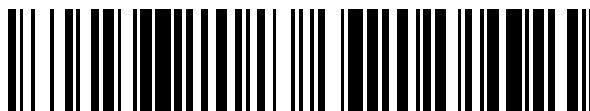


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 861 652**

51 Int. Cl.:

B60T 8/172 (2006.01)
B60T 13/66 (2006.01)
B60T 17/22 (2006.01)
G01L 5/28 (2006.01)
B60L 3/10 (2006.01)
B60T 8/17 (2006.01)
G01M 17/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2018** **PCT/IB2018/052170**
87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2018** **WO18178914**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2018** **E 18719295 (0)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.01.2021** **EP 3601978**

54 Título: **Un sistema y un método para simular el contacto entre rueda y carril para detectar el valor de adherencia**

30 Prioridad:

31.03.2017 IT 201700035856

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.10.2021

73 Titular/es:

FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.P.A. (100.0%)
Via Volvera 51
10045 Piossasco (TO), IT

72 Inventor/es:

IMBERT, LUC y
FREA, MATTEO

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 861 652 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

Un sistema y un método para simular el contacto entre rueda y carril para detectar el valor de adherencia

5 Campo técnico

La presente invención pertenece, en general, al campo de los sistemas y métodos para detectar un valor de adherencia entre una rueda de un vehículo ferroviario y un carril; en particular, la invención se refiere a un sistema y un método para simular el contacto entre rueda y carril para detectar el valor de adherencia.

10

Técnica anterior

El campo de los métodos y sistemas para analizar el valor de adherencia generado por el contacto entre una rueda de un vehículo ferroviario y un carril es un ámbito en el que se están realizando importantes estudios en busca de nuevas soluciones.

15

En la técnica anterior, se conocen sistemas para simular en el laboratorio el contacto entre las ruedas de un vehículo ferroviario y los carriles.

20

En tales sistemas, se usa un rodillo cilíndrico para simular un carril para vehículos ferroviarios. Al menos una rueda se coloca en contacto deslizante en el perímetro exterior de este rodillo. El rodillo es una aproximación del carril, ya que su forma cilíndrica cambia el ángulo de ataque entre la rueda y el carril.

25

Para reproducir las mismas condiciones de movimiento de las ruedas de un vehículo ferroviario en una vía, la velocidad angular de las ruedas y la velocidad angular del rodillo se controlan de forma independiente, por ejemplo, mediante motores.

30

Estos sistemas también se han usado para analizar la adherencia entre rueda y carril en caso de contaminación del carril. La contaminación del carril puede deberse a la presencia de agua, hojas podridas, aceite u otros desechos.

En sistemas conocidos, con el fin de simular la contaminación del carril, se usan sistemas de inyección de contaminantes que inyectan un contaminante en el perímetro exterior del rodillo, cerca del punto de contacto con la rueda.

35

De manera desventajosa, como se puede ver en la figura 1, la sustancia contaminante depositada en el rodillo por el sistema de inyección es expulsada por el rodillo debido a la fuerza centrífuga, F_{centr} , proporcional al cuadrado de la velocidad angular del rodillo y al radio del rodillo.

40

Esta desventaja no permite una regulación estable del contaminante en la superficie del rodillo. A medida que aumenta la velocidad angular del rodillo, la fuerza centrífuga tiende a separar el contaminante de la superficie del rodillo de interés.

45

Además, esta desventaja introduce un efecto de limpieza (limpieza no realista) entre una rueda y la rueda siguiente debido a que el contaminante es expulsado del rodillo en el espacio entre una rueda y la rueda siguiente.

Además, la simulación de la presencia del contaminante se limita solo a algunos tipos de contaminantes, a algunas cantidades o a un rango limitado de velocidad angular del rodillo.

50

Los documentos US4800748, US2017/059452 y KR100721607 dan ejemplos de sistemas y métodos para simular el contacto entre una rueda y un carril.

Sumario de la invención

55

Por tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema y un método que permitan simular el estado de contaminación del carril mediante una capa contaminante estable para cualquier tipo de contaminante o cualquier velocidad simulada.

60

Además, es posible evaluar realmente la influencia del contaminante con respecto al valor de adherencia entre la rueda y el carril, y también tener en cuenta, durante la evaluación, el efecto de limpieza del carril que se genera debido al deslizamiento de la rueda en el carril.

65

Lo anterior y otros objetos y ventajas se consiguen, de acuerdo con un aspecto de la invención, mediante un sistema y un método para simular el contacto entre rueda y carril para detectar el valor de adherencia que tiene las características definidas en las reivindicaciones independientes. Las implementaciones preferenciales de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes, que se pretende que sean parte integral de la presente descripción.

Breve descripción de las figuras

A continuación se describirán las características funcionales y estructurales de algunas realizaciones preferidas de un sistema y un método para simular el contacto entre rueda y carril para detectar el valor de adherencia de acuerdo con la invención. Se hace referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 ilustra dos sistemas para simular el contacto entre rueda y carril de acuerdo con la técnica anterior;

- la figura 2 ilustra una primera realización de un sistema para simular el contacto entre rueda y carril;

- la figura 3 ilustra una segunda realización de un sistema para simular el contacto entre rueda y carril;

- la figura 4 ilustra una tercera realización de un sistema para simular el contacto entre rueda y carril;

- la figura 5 ilustra una cuarta realización de un sistema para simular el contacto entre rueda y carril;

- la figura 6 ilustra una quinta realización de un sistema para simular el contacto entre rueda y carril, en el que un motor de rotación está acoplado en el perímetro de la estructura cilíndrica hueca por medio de respectivas superficies dentadas; y

- la figura 7 ilustra un sistema para simular el contacto entre rueda y carril que comprende un sistema de protección antideslizamiento de las ruedas, WSP.

Descripción detallada

Antes de explicar en detalle una pluralidad de realizaciones de la invención, debe aclararse que la invención no se limita en su aplicación a los detalles de construcción y a la configuración de los componentes proporcionados en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención puede asumir otras realizaciones y puede implementarse o lograrse de formas esencialmente diferentes. También debe entenderse que la fraseología y la terminología tienen propósitos descriptivos y no deben interpretarse como limitantes. El uso de "incluir" y "comprender" y sus variaciones deben entenderse como que engloba los elementos que se exponen a continuación y sus equivalentes, así como elementos adicionales y sus equivalentes.

El sistema para simular el contacto entre rueda y carril 1 de acuerdo con la invención, en particular de un vehículo ferroviario, comprende al menos una estructura cilíndrica hueca 3, también denominada rodillo, que tiene un primer diámetro D1 y que incluye una superficie 5 de simulación de carril dispuesta integralmente con una superficie interior 7 de la estructura cilíndrica hueca 3.

La superficie 5 de simulación de carril está hecha preferiblemente de un material metálico, en particular el material metálico del que se construyen habitualmente los carriles, por ejemplo, acero.

El sistema para simular el contacto entre rueda y carril 1 comprende además al menos una rueda 9 que tiene un segundo diámetro D2, menor que dicho primer diámetro D1, que incluye una superficie 11 de rodadura colocada en contacto con la superficie 5 de simulación de carril de la estructura cilíndrica hueca 3.

La disposición antes mencionada permite evitar que la sustancia contaminante depositada en el rodillo por un sistema de inyección o manualmente sea expulsada por el rodillo debido a la fuerza centrífuga.

Con referencia a la figura 2, el sistema para simular el contacto entre rueda y carril 1 también incluye un motor de rotación M1 acoplado a la estructura cilíndrica 3 para generar una rotación de dicha primera estructura cilíndrica 3.

Por ejemplo, el árbol 10 de transmisión del motor M1 está acoplado con un respectivo agujero 12 ubicado en el centro de la estructura cilíndrica hueca. Por ejemplo, se puede usar una pluralidad de varillas, también llamadas radios, o una superficie plana que se extiende desde la superficie interior 7 de la estructura cilíndrica hueca 3 hasta el agujero 12, para mantener dicho agujero 12 en posición.

Además, un segundo motor de rotación M2 está asociado con la rueda 9 para generar una rotación de dicha rueda 9 y controlar el deslizamiento de la misma, es decir, la velocidad relativa, con respecto a la estructura cilíndrica 3.

Un primer medio 13 de sensor para par, por ejemplo un transductor de par, está colocado entre el motor M2 y la rueda 9 para permitir la medición de la fuerza de adherencia F_a desarrollada en el punto de contacto entre la rueda 9 y la estructura cilíndrica hueca 3.

Un segundo medio 15 de sensor para carga, por ejemplo, una célula de carga, está ubicado encima de la rueda 9 y permite medir la fuerza de carga normal F_c que actúa sobre la superficie 5 de simulación de carril.

La relación entre la fuerza de adherencia F_a y la fuerza de carga normal F_c permite calcular el coeficiente de adherencia real rueda-carril.

- 5 El coeficiente real de adherencia rueda-carril es el valor estimado indicativo del valor del coeficiente de adherencia que se produciría en una condición normal de uso de un vehículo ferroviario.

La relación entre la fuerza de adherencia F_a y la fuerza de carga normal F_c se calcula mediante medios de procesamiento no ilustrados en las figuras.

- 10 Los medios de procesamiento pueden significar una unidad de control perteneciente al sistema para simular el contacto entre rueda y carril 1 o un procesador remoto adaptado para recibir los datos medidos por los medios 13, 15 de sensor del sistema para simular el contacto entre rueda y carril 1, donde se realiza el cálculo real del coeficiente real de adherencia rueda-carril.

- 15 El sistema para simular el contacto entre rueda y carril 1 también incluye al menos un sistema 14 de control de contaminantes, adaptado para recrear una variación de la condición de fricción entre la rueda 9 y la superficie 5 de simulación de carril.

- 20 La variación de la condición de fricción puede coincidir con una disminución en el valor de fricción si la sustancia contaminante inyectada es, por ejemplo, agua, aceite u hojas, mientras que puede coincidir con un aumento en el valor de fricción si la sustancia contaminante inyectada es, por ejemplo, arena.

Al menos dicho sistema 14 de control de contaminantes se coloca en la proximidad de cada rueda 9.

- 25 El sistema 14 de control de contaminantes comprende un sistema 14A de inyección de contaminantes para distribuir uniformemente el contaminante a lo largo de la superficie 5 de simulación de carril.

- 30 Dado que el contaminante se distribuye a lo largo de la superficie 5 de simulación de carril, que se ubica en la superficie interior 7 de la estructura cilíndrica hueca 3, la fuerza centrífuga generada durante la rotación de la estructura cilíndrica hueca 3 facilita la comprobación del nivel de contaminantes. A diferencia de las soluciones conocidas, el contaminante, en lugar de ser expulsado de la estructura cilíndrica hueca giratoria 3, se mantiene a lo largo de la superficie 5 de simulación de carril mediante tal fuerza centrífuga.

- 35 El dispositivo 14 de control de contaminantes puede comprender además un sistema 14B de eliminación de contaminantes, logrado, por ejemplo, con un chorro de aire comprimido o una espátula o raspador o un aspirador, adaptado para eliminar el contaminante de la estructura cilíndrica 3.

- 40 El sistema 14 de control de contaminantes puede comprender al menos un medio 20 de sensor de contaminantes adaptado para detectar el nivel de contaminación del sistema para simular el contacto entre rueda y carril 1. De esta manera, es posible establecer si inyectar más contaminante, si el contaminante en la estructura cilíndrica hueca 3 es insuficiente; o dejar de inyectar contaminante, si el contaminante en la estructura cilíndrica 3 es suficiente; o para eliminar el contaminante, si su cantidad en la estructura cilíndrica hueca 3 es excesiva.

- 45 Los medios 20 de sensor de contaminantes usados pueden ser, por ejemplo, al menos uno de un sensor óptico o un sensor de conductividad.

- 50 La figura 3 ilustra una segunda realización de un sistema para simular el contacto entre rueda y carril 1. La diferencia con respecto a la realización ilustrada anteriormente consiste en el hecho de que las ruedas 9 son al menos dos. En el ejemplo ilustrado en esta figura, hay cuatro ruedas.

Las cuatro ruedas 9 están dispuestas longitudinalmente alineadas entre sí, en contacto con la superficie 5 de simulación de vía, a lo largo de un plano perpendicular a su eje geométrico de rotación.

- 55 El hecho de usar más de una rueda 9, y el hecho de que el material contaminante quede retenido en la superficie interior 7 de la estructura cilíndrica hueca 3, permite el fenómeno de la limpieza del carril, que se produce en el paso consecutivo cercano de varias ruedas 9 deslizándose sobre un carril, para ser analizado en detalle.

- 60 En una tercera realización ilustrada en la figura 4, la diferencia con respecto a las realizaciones ilustradas anteriormente consiste en el hecho de que existen dos estructuras cilíndricas huecas 3, que forman un par de estructuras cilíndricas 3A, 3B, que incluyen una primera estructura cilíndrica hueca 3A y una segunda estructura cilíndrica hueca 3B.

- 65 En particular, la segunda estructura cilíndrica hueca 3B está dispuesta paralela a la primera estructura cilíndrica hueca 3A, a lo largo de un eje geométrico de rotación común de la misma.

Las ruedas están divididas en pares de ruedas 9A, 9B, cada una de las cuales comprende una primera rueda 9A, colocada en contacto con la superficie 5 de simulación de carril de la primera estructura cilíndrica 3A, y una segunda rueda 9B, colocada en contacto con la superficie 5 de simulación de carril de la segunda estructura cilíndrica 3B.

5 La primera y la segunda rueda 9A, 9B están conectadas entre sí por un eje 17.

El eje 17, y en consecuencia la primera y la segunda rueda 9A, 9B, se hace girar por medio del motor de rotación M2.

10 Cada estructura cilíndrica hueca 3A, 3B se hace girar independientemente de las demás por medio de respectivos motores de rotación M1.

En una cuarta realización, ilustrada en la figura 5, los pares de ruedas son al menos dos y están instalados en un bogie 19 para un vehículo ferroviario. Los pares de ruedas están dispuestos alineados longitudinalmente entre sí a lo largo de un plano perpendicular a su eje geométrico de rotación.

Para simular el peso de un vagón que actúa sobre un carril, que ocurre en un caso real de desplazamiento del vehículo ferroviario sobre un carril, cada rueda 9 se mantiene en contacto con la superficie 5 de simulación de carril a través de un sistema de actuación de carga no ilustrado en las figuras, adaptada para generar una fuerza FI para simular la carga generada por el peso de un vagón de un vehículo ferroviario.

Por ejemplo, el sistema de actuación de carga se puede lograr mediante resortes o actuadores hidráulicos o neumáticos.

25 El sistema para simular el contacto entre rueda y carril 1 puede incluir además un sistema 22 de frenado electromagnético, conocido como zapata magnética o MTB (freno de vía magnético) que actúa directamente sobre la superficie 5 de simulación de carril y posicionado entre las dos ruedas. Opcionalmente, dicho sistema puede activarse para evaluar el impacto sobre la fuerza de frenado transferida a la estructura cilíndrica hueca 3 y para evaluar el impacto de la misma sobre la superficie 5 de simulación de carril.

30 En una quinta realización alternativa, ilustrada en la figura 6, al menos un motor de rotación M1, en lugar de estar acoplado con el agujero respectivo 12 ubicado en el centro de la estructura cilíndrica hueca, está acoplado en el perímetro de la estructura cilíndrica hueca 3, para ejemplo, por medio de las respectivas superficies dentadas 60.

35 Con referencia a la figura 7, se ilustra un sistema para simular el contacto entre rueda y carril que comprende un sistema 72 de protección antideslizamiento de las ruedas, WSP.

En este caso, mediante el sistema para simular el contacto entre rueda y carril, también es posible simular un caso real en el que un vehículo ferroviario lleva a bordo un sistema 72 de protección antideslizamiento de las ruedas, WSP, adaptado para intervenir cuando las ruedas patinan.

Como se ilustra en la figura 7, el sistema para simular el contacto entre rueda y carril 1 comprende una pluralidad de medios 70 de sensor de velocidad. Cada medio 70 de sensor de velocidad está adaptado para detectar una velocidad angular de una de dichas ruedas 9.

45 El sistema para simular el contacto entre rueda y carril 1 comprende también un sistema 72 de protección antideslizamiento de las ruedas 9, WSP, adaptado para determinar los valores de deslizamiento de las ruedas cuya velocidad angular ha sido detectada.

50 El sistema de protección antideslizamiento de las ruedas 9, WSP, también está adaptado para aplicar presión a un tanque 74 de aire adaptado para simular un cilindro de freno para cada rueda 9 cuya velocidad angular ha sido detectada. El tanque de aire puede ser un contenedor dentro del cual se encierra una cierta cantidad de aire.

El valor de presión aplicado al tanque 74 de aire se genera en función de los valores de deslizamiento determinados por el sistema 72 de protección antideslizamiento, WSP. Por ejemplo, el valor de presión puede ser inferior para los tanques 74 de aire asociados con ruedas que el WSP ha determinado que resbalan.

Además, el sistema para simular el contacto entre rueda y carril 1 comprende un sistema 76 de conversión de presión/par de frenado adaptado para convertir el valor de presión aplicado al tanque 74 de aire en respectivas señales 79 de par de frenado para cada rueda, y una pluralidad de medios 78 de frenado, cada una asociada a una de dichas ruedas cuya velocidad angular ha sido detectada.

Cada medio de frenado está adaptado para aplicar a su rueda asociada un par de frenado correspondiente a la señal 79 de par de frenado recibida del sistema 76 de conversión de presión/par de frenado.

Con referencia todavía a la figura 7, el sistema 76 de conversión de presión/par de frenado puede incluir una pluralidad de transductores 80 de presión, cada uno de los cuales actúa para proporcionar una señal eléctrica 82 de presión, cuyo valor corresponde a uno de los valores de presión aplicada a los tanques 74 de aire generados por el sistema 72 de protección antideslizamiento.

El sistema 76 de conversión de presión/par de frenado puede incluir además un módulo de conversión de presión/fuerza 84 adaptado para convertir cada señal eléctrica 82 de presión en una señal eléctrica 85 de fuerza de frenado y un módulo 86 de conversión de fuerza/par adaptado para convertir, de acuerdo con el radio de las ruedas, las señales eléctricas 85 de fuerza de frenado en respectivas señales 79 de par de frenado para ser suministradas a los respectivos medios 78 de frenado.

La figura 7 ilustra el caso en el que el módulo WSP se usa en un sistema para simular el contacto entre rueda y carril de acuerdo con la realización en el que las ruedas 9 están dispuestas alineadas longitudinalmente entre sí a lo largo de un plano perpendicular a su eje geométrico de rotación; sin embargo, tal sistema WSP también puede usarse en cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente y mostradas en las figuras, en las que están presentes una pluralidad de ruedas.

En una solución alternativa, la estructura del sistema para simular el contacto entre rueda y carril puede comprender una estructura simplificada y comprender al menos una estructura cilíndrica hueca 3 que tiene un primer diámetro D1 e incluye una superficie 5 de simulación de carril dispuesta integralmente con una superficie interior 7 de dicha estructura cilíndrica hueca 3 y al menos una rueda 9 que tiene un segundo diámetro D2 menor que dicho primer diámetro D1, y que incluye una superficie 11 de rodadura colocada en contacto con dicha superficie 5 de simulación de carril de la estructura cilíndrica hueca 3. En particular, al menos dicha rueda 9 puede ser una pluralidad de ruedas 9 dispuestas longitudinalmente alineadas entre sí en contacto con la superficie 5 de simulación de carril a lo largo de un plano perpendicular a su eje geométrico de rotación para simular una condición de limpieza de carril. Claramente, los conceptos descritos anteriormente con respecto a los motores de rotación M1 y M2, los primeros medios 13 de sensor de par, los segundos medios 15 de sensor de carga, los medios de procesamiento, el sistema 14 de control de contaminantes, los medios 20 de sensor de contaminantes, la pluralidad de estructuras cilíndricas 3 formando un par de estructuras cilíndricas 3A, 3B, la primera y la segunda rueda 9A, 9B conectadas entre sí por un eje 17, los pares de ruedas instalados en un bogie 19 para un vehículo ferroviario, el sistema de actuación de carga, el sistema 22 de frenado electromagnético, las superficies dentadas 60 y el sistema 72 de protección antideslizamiento de las ruedas, WSP, pueden aplicarse individualmente o combinados también con esta solución.

La invención comprende además un método para simular el contacto entre rueda y carril 1, en particular de un vehículo ferroviario, que comprende los pasos de:

- proporcionar al menos una estructura cilíndrica hueca 3 que tiene un primer diámetro D1 y que incluye una superficie 5 de simulación de carril que está dispuesta integralmente con una superficie interior 7 de dicha estructura cilíndrica hueca 3; y
- proporcionar dentro de dicha primera estructura cilíndrica 3, en contacto con dicha superficie 5 de simulación de carril de la estructura cilíndrica 3, al menos una rueda 9 que tiene un segundo diámetro D2 menor que dicho primer diámetro D1;
- hacer girar dicha primera estructura cilíndrica 3 mediante al menos un primer motor M1;
- hacer girar al menos dicha rueda 9 mediante al menos un motor de rotación M2 asociado con al menos dicha rueda 9;
- inyectar una sustancia contaminante en al menos parte de dicha superficie 5 de simulación de carril a través de al menos un sistema 14 de control de contaminantes;
- medir una fuerza de adherencia Fa desarrollada en el punto de contacto entre al menos dicha rueda 9 y al menos dicha estructura cilíndrica 3;
- comprobar y medir una fuerza de carga normal Fc en la superficie 5 de simulación de carril; y
- calcular el coeficiente de adherencia real rueda-carril mediante la relación entre la fuerza de adherencia Fa y la fuerza de carga normal Fc.

La ventaja proporcionada por la invención es, por tanto, proporcionar un sistema y un método que permitan simular el estado de contaminación del carril mediante una capa contaminante estable para cualquier tipo de contaminante o velocidad simulada.

Además, es posible de manera ventajosa evaluar verdaderamente la influencia del contaminante con respecto al valor de adherencia entre la rueda y el carril, y tener en cuenta, durante la evaluación, también el efecto de limpieza del carril que se genera debido al paso de una rueda.

- 5 Se han descrito varios aspectos y realizaciones de un sistema y un método para simular el contacto entre rueda y carril 1 de acuerdo con la invención. Se entiende que cada realización puede combinarse con cualquier otra realización. La invención, además, no se limita a las realizaciones descritas, sino que puede variar dentro del alcance definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1), en particular de un vehículo ferroviario, que comprende:

- al menos una estructura cilíndrica hueca (3) que tiene un primer diámetro (D1) y que incluye una superficie (5) de simulación de carril dispuesta integralmente con una superficie interior (7) de dicha estructura cilíndrica hueca (3);

- al menos una rueda (9) que tiene un segundo diámetro (D2) menor que dicho primer diámetro (D1), y que incluye una superficie (11) de rodadura colocada en contacto con dicha superficie (5) de simulación de carril de la estructura cilíndrica hueca (3);

- al menos un motor de rotación (M1) asociado con dicha estructura cilíndrica hueca (3) para generar una rotación de dicha primera estructura cilíndrica (3); caracterizado porque el sistema comprende además:

- al menos un segundo motor de rotación (M2) asociado con al menos dicha rueda (9) para controlar una rotación de al menos dicha rueda (9);

- al menos un sistema (14) de control de contaminantes, adaptado para controlar la distribución de un contaminante en la superficie (5) de simulación de carril para generar una variación de la condición de fricción entre al menos dicha rueda (9) y la superficie (5) de simulación de carril;

- al menos un primer medio (13) de sensor para par, adaptado para medir una fuerza de adherencia (Fa) desarrollada en el punto de contacto entre al menos dicha rueda (9) y al menos dicha estructura cilíndrica (3);

- al menos un segundo medio (15) de sensor de carga, adaptado para medir una fuerza de carga normal (Fc) sobre la superficie (5) de simulación de carril; y

- medios de procesamiento adaptados para calcular un coeficiente de adherencia rueda-carril real mediante la relación entre la fuerza de adherencia (Fa) y la fuerza de carga normal (Fc).

2.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos dicha rueda (9) es una pluralidad de ruedas (9); estando dispuestas dichas ruedas (9) alineadas longitudinalmente entre sí en contacto con la superficie (5) de simulación de carril a lo largo de un plano perpendicular a su eje geométrico de rotación para simular una condición de limpieza de carril.

3.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

- al menos dicha estructura cilíndrica hueca (3) es al menos un par de estructuras cilíndricas (3A, 3B) que incluyen una primera estructura cilíndrica hueca (3A) y una segunda estructura cilíndrica hueca (3B); estando dispuesta la segunda estructura cilíndrica hueca (3B) a lo largo de un eje geométrico de rotación común de la misma;

- al menos dicha rueda (9) es al menos un par de ruedas (9A, 9B) que comprenden una primera rueda (9A), colocada en contacto con la superficie (5) de simulación de carril de la primera estructura cilíndrica (3A), y una segunda rueda (9B), colocada en contacto con la superficie (5) de simulación de carril de la segunda estructura cilíndrica (3B); estando la primera y la segunda rueda (9A, 9B) conectadas a un eje (17).

4.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que los pares de ruedas son al menos dos y están montados en un bogie (19) para un vehículo ferroviario; estando dispuestos dichos pares de ruedas alineados longitudinalmente entre sí a lo largo de un plano perpendicular a su eje geométrico de rotación.

5.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en el que las ruedas (9) de un eje se controlan a través de un único motor de rotación (M2).

6.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada estructura cilíndrica hueca (3) gira independientemente de la otra por un motor de rotación (M1).

7.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema (14) de control de contaminantes comprende un sistema (14A) de inyección de contaminantes para distribuir el contaminante a lo largo de la superficie (5) de simulación de carril, un sistema (14B) de eliminación de contaminantes adaptado para eliminar el contaminante de la superficie (5) de simulación de carril, y al menos un medio (20) de sensor de nivel de contaminantes adaptado para detectar el nivel de contaminación del sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1).

8.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio (20) de sensor de nivel de contaminantes es al menos uno de un sensor óptico o un sensor de conductividad.

5 9.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada rueda (9) se mantiene en contacto con la superficie (5) de simulación de carril a través de una fuerza (F1) adaptada para simular una carga generada por el peso de un vagón de un vehículo ferroviario.

10 10.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que a al menos dicha rueda está asociado un sistema (22) de frenado electromagnético, que actúa directamente sobre la superficie (5) de simulación de carril.

15 11.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el sistema (22) de frenado electromagnético es una zapata magnética, MTB.

12.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos dicho motor de rotación (M1) asociado con dicha estructura cilíndrica hueca (3) está acoplado al perímetro de dicha estructura cilíndrica hueca (3).

20 13.- Un sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 2 a 12, que comprende:

- una pluralidad de medios (70) de sensor de velocidad, estando cada medio (70) de sensor de velocidad adaptado para detectar una velocidad angular de una de dichas ruedas (9);

25 - un sistema (72) de protección antideslizamiento de las ruedas (9), WSP, adaptado para determinar los valores de deslizamiento de las ruedas cuya velocidad angular ha sido detectada y para aplicar presión a un tanque (74) de aire adaptado para simular un cilindro de freno para cada rueda (9) de la cual se ha detectado la velocidad angular, generándose el valor de presión aplicado al tanque (74) de aire en función de los valores de deslizamiento determinados por el sistema (72) de protección antideslizamiento, WSP;

- un sistema (76) de conversión de presión/par de frenado adaptado para convertir el valor de presión detectado en el tanque (74) de aire en respectivas señales (79) de par de frenado para cada rueda;

35 - una pluralidad (78) de medios de frenado cada uno asociado con una de dichas ruedas cuya velocidad angular ha sido detectada; estando cada medio de frenado adaptado para aplicar a su rueda asociada un par de frenado correspondiente a la señal (79) de par de frenado recibida del sistema (76) de conversión de presión/par de frenado.

40 14.- Sistema para simular el contacto entre rueda y carril (1) de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado porque el sistema (76) de conversión presión/par de frenado incluye:

- una pluralidad de transductores (80) de presión, en el que cada transductor de presión está adaptado para proporcionar una señal eléctrica (82) de presión cuyo valor corresponde a uno de los valores de presión aplicados a los tanques (74) de aire mediante el sistema (72) de protección antideslizamiento;

45 - un módulo (84) de conversión de presión/fuerza adaptado para convertir cada señal eléctrica (82) de presión en una señal eléctrica (85) de fuerza de frenado;

50 - un módulo (86) de conversión de fuerza/par adaptado para convertir, de acuerdo con el radio de las ruedas, las señales eléctricas (85) de fuerza de frenado en respectivas señales (79) de par de frenado para ser suministradas a los respectivos medios (78) de frenado.

15.- Un método para simular el contacto entre rueda y carril (1), en particular de un vehículo ferroviario, que comprende los pasos de:

55 - proporcionar al menos una estructura cilíndrica hueca (3) que tiene un primer diámetro (D1) y que incluye una superficie (5) de simulación de carril, que está dispuesta integralmente con una superficie interior (7) de dicha estructura cilíndrica hueca (3);

60 - proporcionar dentro de dicha primera estructura cilíndrica hueca (3), en contacto con dicha superficie (5) de simulación de carril de la estructura cilíndrica hueca (3), al menos una rueda (9) que tiene un segundo diámetro (D2) menor que dicho primer diámetro (D1);

65 - hacer girar dicha primera estructura cilíndrica hueca (3) por medio de al menos un primer motor (M1); caracterizado porque el método comprende además los pasos de:

- hacer girar al menos dicha rueda (9) mediante al menos un motor de rotación (M2) asociado con al menos dicha rueda (9);

5 - inyectar una sustancia contaminante en al menos parte de dicha superficie (5) de simulación de carril por medio de al menos un sistema (14) de control de contaminantes;

- medir una fuerza de adherencia (F_a) desarrollada en el punto de contacto entre al menos dicha rueda (9) y al menos dicha estructura cilíndrica (3) por medio de al menos un primer medio (13) de sensor para par;

10 - comprobar y medir una fuerza de carga normal (F_c) sobre la superficie (5) de simulación de carril mediante al menos un segundo medio (15) de sensor de carga; y

- calcular el coeficiente de adherencia real rueda-carril mediante la relación entre la fuerza de adherencia (F_a) y la fuerza de carga normal (F_c).

15

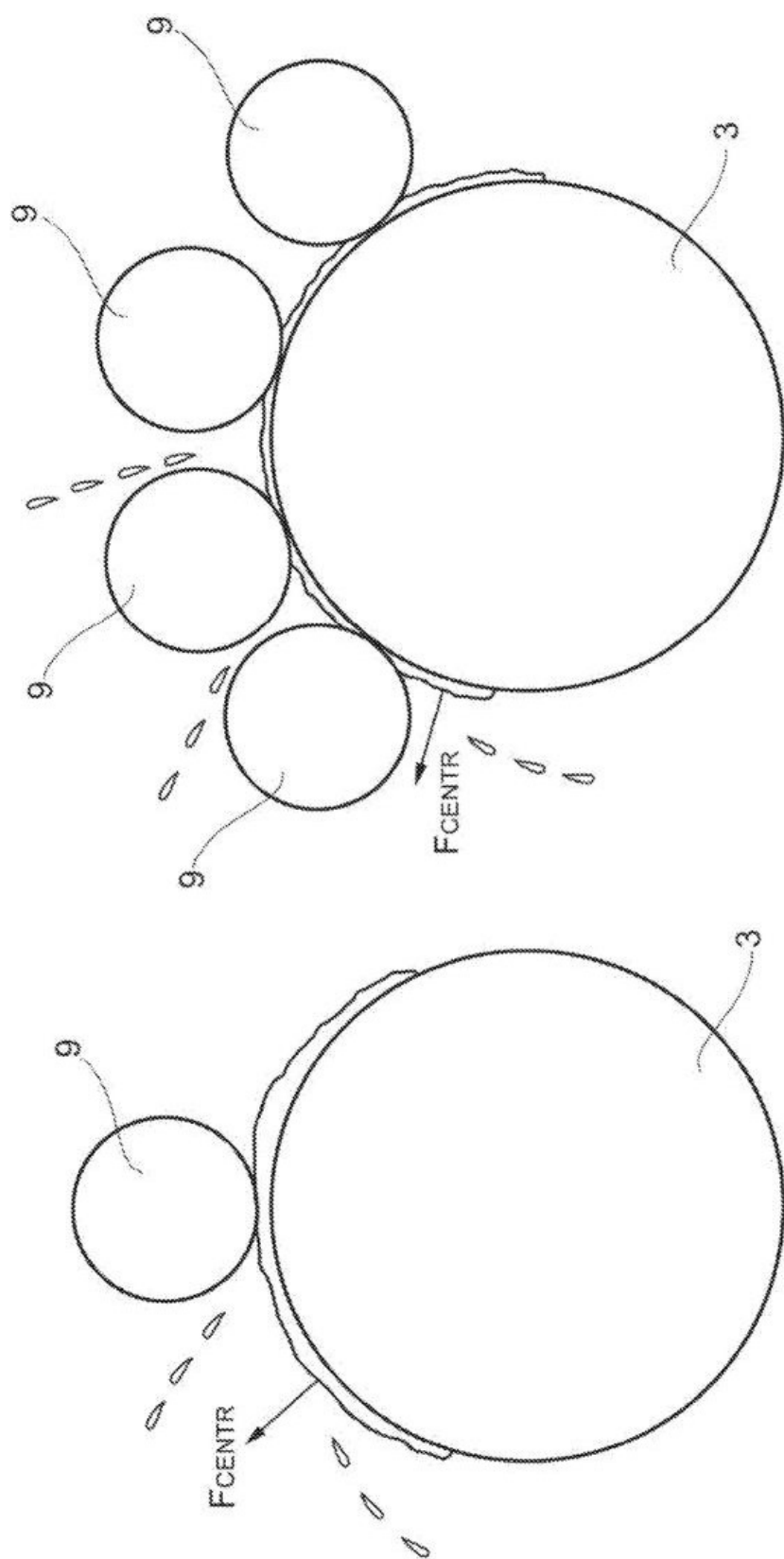


FIG. 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

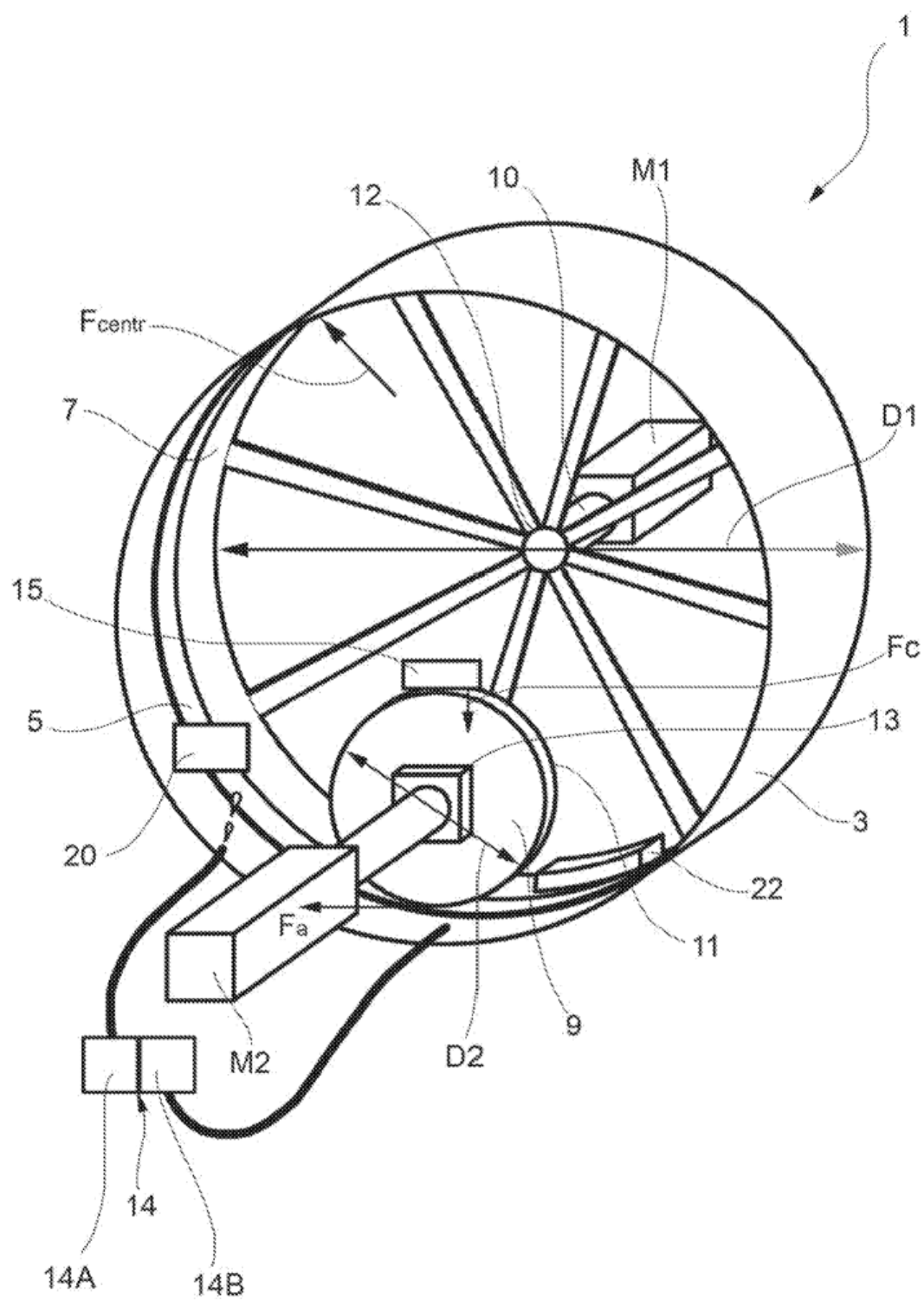


FIG.2

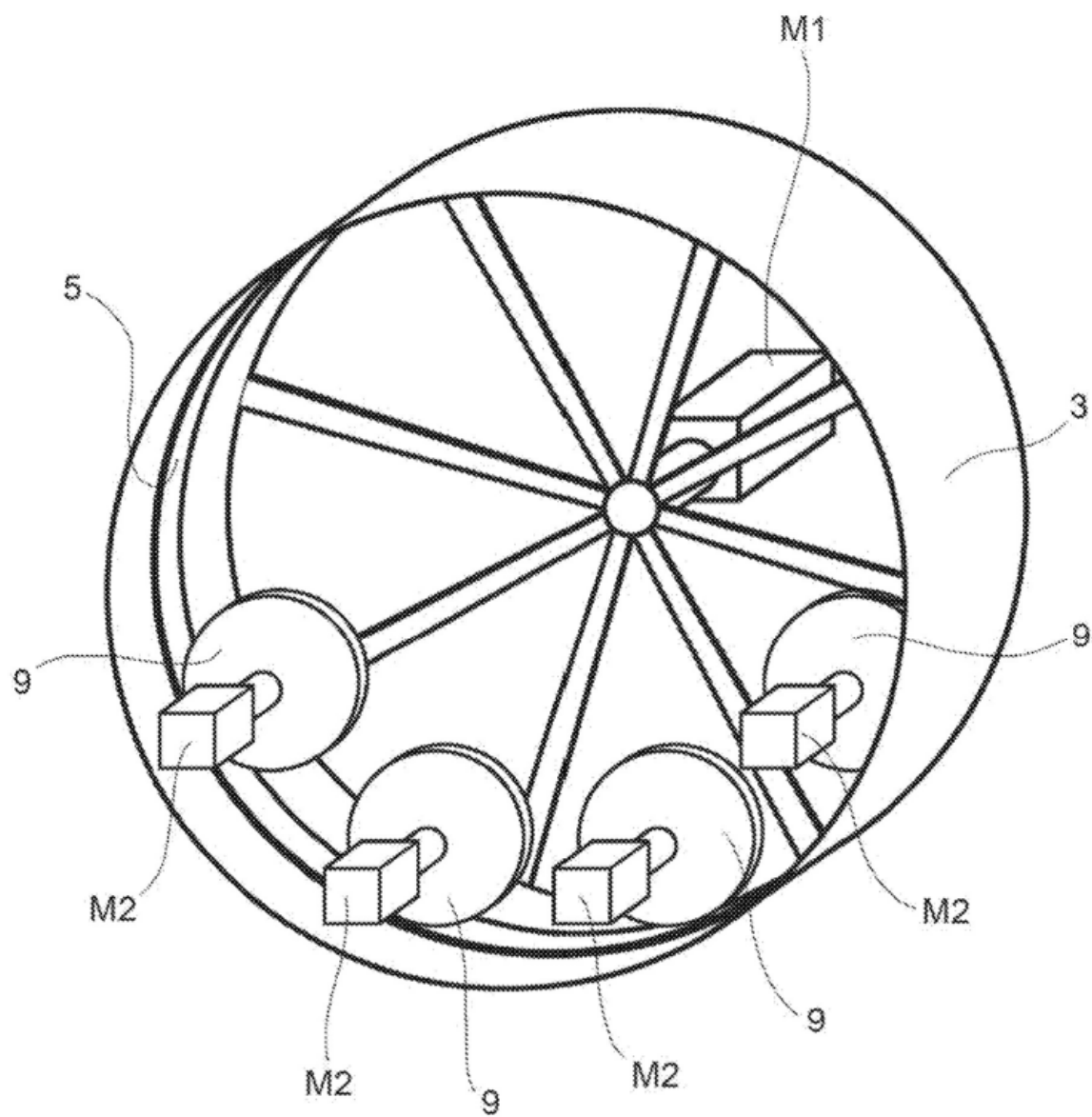
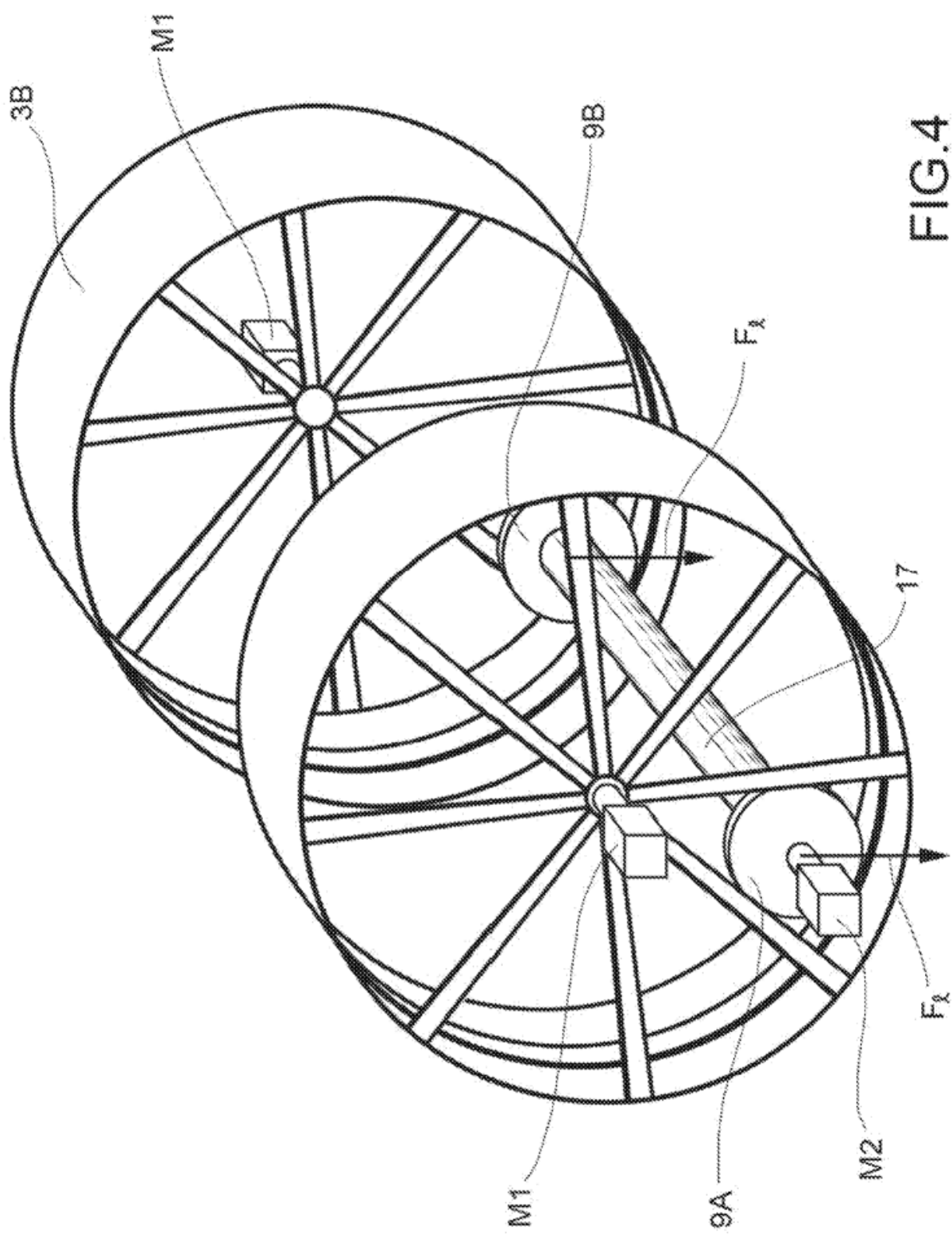


FIG.3



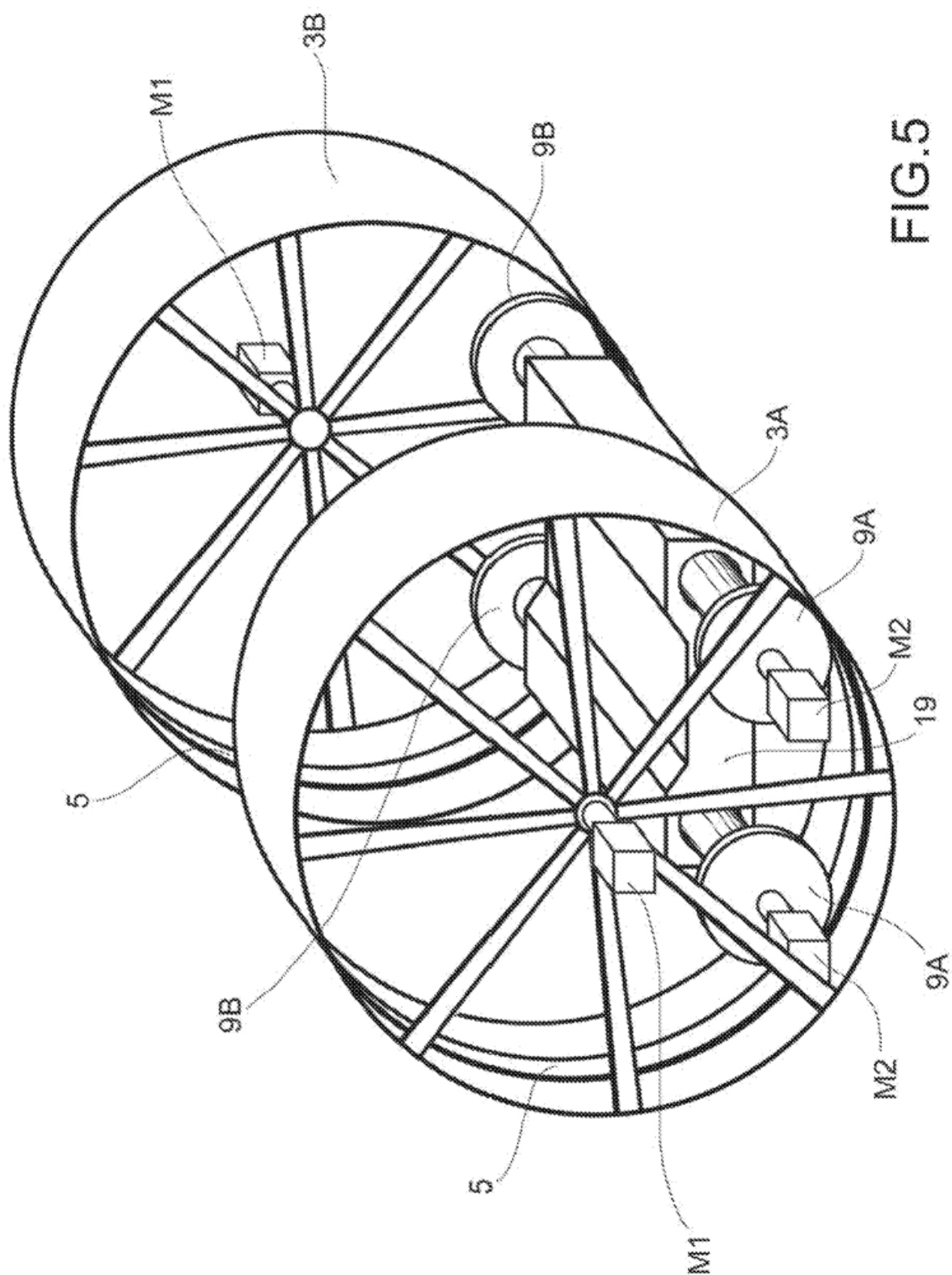


FIG. 5

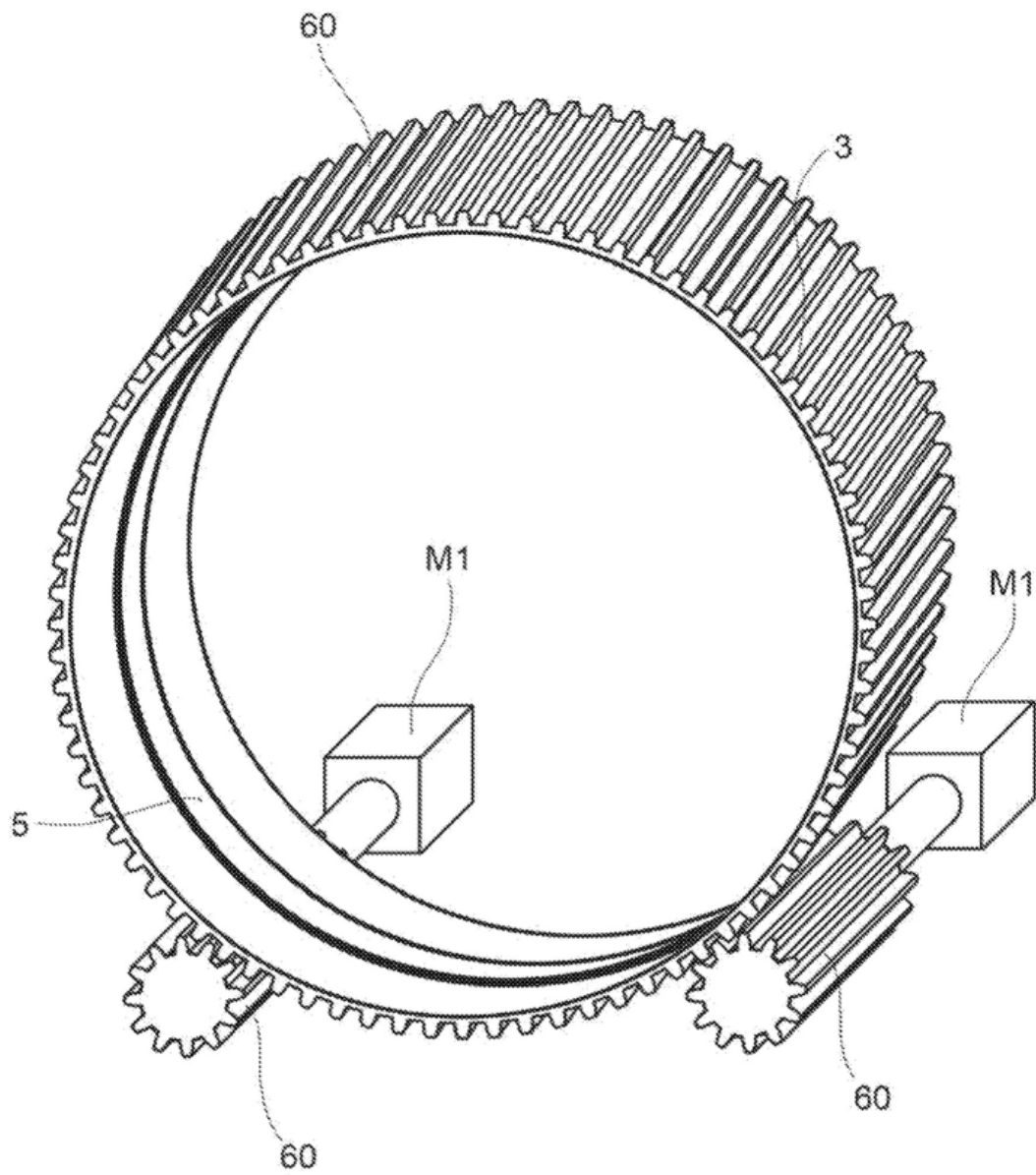


FIG.6

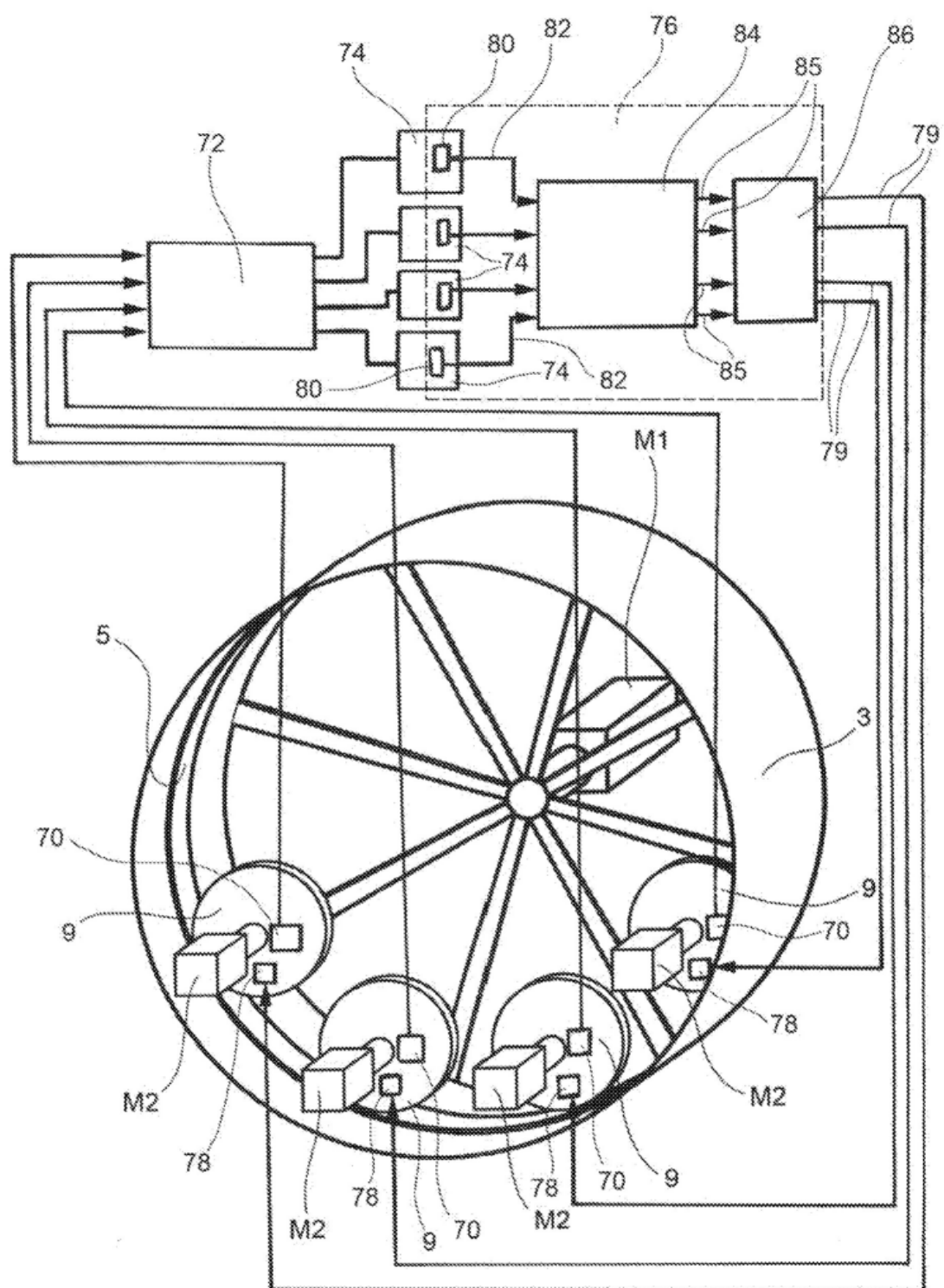


FIG. 7