

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 430**

51 Int. Cl.:

G01M 13/027 (2009.01)

G01N 3/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2017 PCT/EP2017/077000**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2018 WO18073451**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2017 E 17793894 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 3529582**

54 Título: **Aparato para probar un eje y/o una pieza mecánica montada en el eje y el uso de dicho aparato**

30 Prioridad:

21.10.2016 FR 1660234

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

07.04.2021

73 Titular/es:

**MG-VALDUNES (50.0%)
Usine de Valenciennes Rue Gustave Delory
59125 Trith Saint Leger, FR y
UNIVERSITÉ DE LILLE (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BRUNEL, FLORENT;
DUFRÉNOY, PHILIPPE y
DEMILLY, FRANÇOIS**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 817 430 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

Aparato para probar un eje y/o una pieza mecánica montada en el eje y el uso de dicho aparato

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere al campo de los aparatos para probar un eje y/o una pieza mecánica montada en el eje, por ejemplo, una rueda montada en el eje.
- [0002]** Los bogies de los vehículos ferroviarios están provistos de ejes, cada eje comprende dos ruedas coaxiales transportadas por un eje, cada rueda está diseñada para rodar en un riel respectivo de una vía férrea. El
10 cuerpo del vehículo ferroviario se apoya en el eje, que a su vez se apoya en las ruedas.
- [0003]** Debido a las distancias entre los puntos de apoyo del cuerpo en el eje por un lado y las ruedas por el otro, el eje está altamente tensionado en la flexión. Además, debido a la rotación del eje cuando el bogie rueda a lo largo de la vía, el eje se somete a repetidos ciclos de flexión/desviación, lo que finalmente conduce a la fatiga del eje.
15
- [0004]** Por razones de seguridad, cuando se diseña el eje de un vehículo ferroviario, es necesario llevar a cabo pruebas de flexión, en particular pruebas de fatiga por flexión.
- [0005]** Los documentos EP0112400A1, US4862738A, JPH04 52545A y FR2365117A1 describen estos
20 dispositivos de prueba.
- [0006]** También es posible probar una rueda de vehículo ferroviario montada en el eje.
- [0007]** Uno de los objetivos de la invención es proponer un aparato para probar un eje y/o una pieza mecánica
25 montada en el eje, que sea sencillo de implementar, fiable y que permita realizar pruebas representativas de las condiciones reales de uso.
- [0008]** Con este fin, la invención proporciona un aparato para probar un eje y/o una pieza mecánica montada en el eje según la reivindicación 1.
30
- [0009]** El aparato puede incluir una o más de las características opcionales de las reivindicaciones 2 a 9.
- [0010]** La invención también se refiere al uso de un aparato como el definido anteriormente en la reivindicación
35 10.
- [0011]** El uso puede ser según la reivindicación 11.
- [0012]** La invención y sus ventajas se comprenderán mejor con la lectura de la siguiente descripción, dada únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:
40
- las figuras 1 y 2 son vistas laterales y frontales de un aparato para probar un eje de flexión y/o una pieza mecánica montada en el eje;
 - las figuras 3 y 4 son vistas laterales y frontales de otro aparato para probar un eje en flexión y/o una pieza mecánica montada en el eje; y
 - 45 - las figuras 5 a 8 son diagramas cinemáticos en perspectiva de dispositivos para probar un eje en flexión y/o una pieza mecánica montada en el eje.
- [0013]** El aparato 2 que se muestra en las figuras 1 y 2 es adecuado para realizar una prueba de flexión de un
50 eje, en particular de un eje de bogie de un vehículo ferroviario.
- [0014]** En las figuras 1 y 2, un eje 4 para ser probado está instalado en el aparato 2 y está listo para ser probado en flexión. El eje 4 se muestra en reposo, es decir, no está estresado en la flexión.
- [0015]** En el resto de la descripción, a menos que se indique lo contrario, las posiciones de los ejes geométricos
55 y de los puntos geométricos se indican para el eje 4 en reposo.
- [0016]** El aparato 2 comprende un dispositivo de inmovilización 6 para inmovilizar una primera parte 4A del eje 4, el eje 4 en reposo se extiende a lo largo de un primer eje A1, y un dispositivo de desplazamiento 8 para mover una segunda parte 4B del eje 4 perpendicular al primer eje A1, para tensar el eje 4 en flexión.
60
- [0017]** La primera parte 4A del eje 4 y la segunda parte 4B del eje 4 están separadas entre sí a lo largo del primer eje A1 y el eje 4. El eje 4 está sujeto a un esfuerzo de flexión entre la primera parte 4A y la segunda parte 4B del eje 4. La primera parte 4A y la segunda parte 4B del eje son aquí las dos porciones extremas opuestas del eje 4.
- 65 **[0018]** El dispositivo de desplazamiento 8 está configurado para mover la segunda parte 4B del eje 4 en un

plano de desplazamiento P sustancialmente perpendicular al primer eje A1. En las figuras 1 y 2, el primer eje A1 es sustancialmente horizontal y el plano de desplazamiento P es sustancialmente vertical.

- 5 **[0019]** El dispositivo de desplazamiento 8 comprende un primer cilindro 10 que se extiende a lo largo de un primer eje cilíndrico T1 sustancialmente perpendicular al primer eje A1, un segundo cilindro 10 que se extiende a lo largo de un segundo eje cilíndrico T2 sustancialmente perpendicular al primer eje A1, y un dispositivo de conexión 14.
- 10 **[0020]** El primer cilindro 10 tiene dos extremos de conexión opuestos 10A, 10B. El primer cilindro 10 es adecuado para generar una traslación rectilínea de un extremo de enlace 10A con respecto al otro 10B a lo largo del primer eje cilíndrico T1.
- 15 **[0021]** El segundo cilindro 12 tiene dos extremos de conexión opuestos 12A, 12B. El segundo cilindro 12 puede generar una traslación rectilínea de un extremo de conexión 14A con respecto al otro 14B a lo largo del segundo eje del cilindro T2.
- 20 **[0022]** Preferiblemente, el primer cilindro 10 y el segundo cilindro 12 tienen cada uno preferiblemente dos direcciones de trabajo. En otras palabras, el primer cilindro 10 y el segundo cilindro 12 están configurados para generar selectivamente una fuerza de tracción o una fuerza de compresión a lo largo de su eje cilíndrico T1, T2, para acercar o alejar respectivamente los extremos del cilindro 10, 12.
- 25 **[0023]** El eje del primer cilindro T1 es ortogonal al primer eje A1. El eje del segundo cilindro T2 es ortogonal al primer eje A1. El eje del primer cilindro T1 y el eje del segundo cilindro T2 se extienden a lo largo del plano de desplazamiento P. El eje del primer cilindro T1 y el eje del segundo cilindro T2 forman un ángulo distinto de cero entre ellos.
- 30 **[0024]** En la realización de las figuras 1 y 2, el eje del primer cilindro T1 y el eje del segundo cilindro T2 son sustancialmente coplanares y se extienden en el plano de desplazamiento P.
- 35 **[0025]** El dispositivo de conexión 14 está configurado para estar dispuesto entre, por un lado, el primer cilindro 10 y el segundo cilindro 12, y, por otro lado, el eje 4, de modo que el primer cilindro 10 y el segundo cilindro 12 pueden tensionar el eje 4 en perpendicular al primer eje A1.
- [0026]** El dispositivo de conexión 14 está configurado para producir, entre el eje 4 y el extremo 10A del primer cilindro 10 conectado al eje 4, una primera conexión 16 que impide la traslación relativa perpendicular al primer eje A1 y permite la rotación relativa sobre el primer eje A1.
- 40 **[0027]** En general, una conexión de rótula permite tres rotaciones alrededor de tres ejes ortogonales que se intersectan en un centro de rotación y prohíbe cualquier traslación. Una conexión lineal anular permite tres rotaciones y una sola traslación a lo largo de un solo eje de traslación, prohibiendo las traslaciones perpendiculares a este eje de traslación, el centro de rotación se desliza a lo largo del eje de rotación. Una conexión giratoria permite la rotación alrededor de un solo eje de rotación y evita cualquier traslación. Una conexión giratoria deslizante permite la rotación sobre un solo eje de rotación, y permite una sola traslación a lo largo del eje de rotación, mientras que prohíbe las traslaciones perpendiculares al eje de rotación.
- 45 **[0028]** Según la invención, la primera conexión 16 es una conexión de rótula cuyo centro de rotación se encuentra en el primer eje, una conexión lineal anular cuyo eje de traslación es el primer eje A1 y cuyo centro de rotación se encuentra en el primer eje A1, una conexión giratoria cuyo eje de rotación es el primer eje A1, o una conexión giratoria deslizante cuyo eje de rotación y de traslación es el primer eje A1.
- 50 **[0029]** El dispositivo de conexión 14 está configurado para producir, entre el eje 4 y el extremo 12A del segundo cilindro conectado al eje 4 o entre el extremo 10A del primer cilindro 10 conectado al eje 4 por la primera conexión 16 y el extremo 12A del segundo cilindro 10 conectado al eje 4, una segunda conexión 18 que impide la traslación relativa perpendicular al primer eje A1 y permite la rotación relativa sobre un segundo eje A2 paralelo al primer eje A1.
- 55 **[0030]** En algunas realizaciones, la segunda conexión 18 es una conexión de rótula cuyo centro de rotación está situado en el segundo eje A2, una conexión lineal anular cuyo eje de traslación es el segundo eje A2 y el centro de rotación está situado en el segundo eje A2, una conexión giratoria cuyo eje de rotación es el segundo eje A2, o una conexión giratoria deslizante cuyo eje de rotación y de traslación es el segundo eje A2.
- 60 **[0031]** Como se muestra en las figuras 1 y 2, el dispositivo de conexión 14 está aquí configurado para llevar a cabo la segunda conexión 18 entre el extremo 10A del primer cilindro 10 conectado al eje 4 por la primera conexión 16 y el extremo 12A del segundo cilindro 10 conectado al eje 4. Además, el segundo eje A2 es distinto del primer eje A1.
- 65 **[0032]** La primera conexión 16 es una conexión de rótula cuyo centro de rotación O está centrado en el primer

eje A1.

[0033] El dispositivo de conexión 14 comprende una primera boquilla 20 rígidamente unida al extremo 10A del primer cilindro 10, la primera boquilla 20 define un alojamiento de rótula que recibe rotatoriamente una rótula 22 (figura 5). La rótula 22 está provista de un orificio de recepción para la segunda parte 4B del eje 4, para montar la rótula 22 en el eje 4. La rótula 22 está inmóvil en traslación a lo largo del eje 4.

[0034] Alternativamente, la primera conexión 16 es una conexión lineal anular. Para ello, la rótula 22 está montada en el eje 4 y se mueve en traslación a lo largo del primer eje A1 con respecto al eje 4. Esto evita que se produzcan tensiones mecánicas cuando el eje 4 se somete a un esfuerzo de flexión.

[0035] En estas variantes, la rótula puede sustituirse por un rodamiento de rótula dispuesto en la boquilla final, lo que permite una rotación sobre un eje de rotación primario que coincide con el primer eje A1 y permite rotaciones de amplitud limitada sobre dos ejes de rotación perpendiculares al eje de rotación primario.

[0036] La segunda conexión 18 es una conexión giratoria, siendo distinto el segundo eje A2 del primer eje A1.

[0037] El dispositivo de conexión 14 comprende una segunda boquilla 24 rígidamente unida al extremo 12A del segundo cilindro 10, y la segunda boquilla 24 está montada de manera pivotante en la primera boquilla 20 alrededor del segundo eje A2 por medio de un pivote 28. Por ejemplo, la boquilla 26 es una horquilla.

[0038] El aparato 2 comprende un marco 30 fijo. El dispositivo de inmovilización 6 permite inmovilizar la primera parte 4A del eje 4 con relación al marco. El primer cilindro 10 y el segundo cilindro 12 están dispuestos cada uno entre el marco 30 y el dispositivo de conexión 14 para mover la segunda parte 4B del eje 4 con respecto al marco 30 perpendicular al primer eje A1.

[0039] El primer cilindro 10 tiene su extremo de conexión 10A unido al eje 4 por medio del dispositivo de conexión 14, y su otro extremo de conexión 10B unido al marco 30 por medio de una tercera conexión 32 que permite la rotación relativa alrededor de un tercer eje A3 paralelo al primer eje A1 y evitando cualquier traslación perpendicular al tercer eje A3. El tercer eje A3 es estacionario.

[0040] El segundo cilindro 12 tiene su extremo de conexión 12A conectado al eje 4 a través del dispositivo de conexión 14, y su otro extremo 12B conectado al marco 30 a través de una cuarta conexión 34 que permite una rotación relativa sobre un cuarto eje A4 paralelo al primer eje A1 e impide cualquier traslación perpendicular al cuarto eje A4. El cuarto eje A4 es estacionario.

[0041] El primer eje A1, el segundo eje A2, el tercer eje A3 y el cuarto eje A4 son distintos y paralelos entre sí.

[0042] En una realización, la tercera conexión 32 y la cuarta conexión 34 son conexiones de rótula cuyos centros están situados respectivamente en el tercer eje A3 y en el cuarto eje A4.

[0043] Alternativamente, la tercera conexión 32 es una conexión lineal anular, cuyo eje de traslación es el tercer eje A3, o una conexión giratoria o una conexión giratoria deslizante, cuyo eje de rotación, y si es necesario de traslación, es el tercer eje A3.

[0044] Alternativamente, la cuarta conexión 34 es una conexión lineal anular, cuyo eje de traslación es el cuarto eje A4, o una conexión giratoria o una conexión giratoria deslizante, cuyo eje de rotación y, en su caso, de traslación es el cuarto eje A4.

[0045] La segunda parte 4B del eje 4 se mueve durante el funcionamiento del dispositivo de desplazamiento.

8. El tercer eje A3 y el cuarto eje A4 son estacionarios con respecto al marco 30. Sus posiciones son invariables durante el funcionamiento del dispositivo de desplazamiento 8.

[0046] Cuando el eje 4 está en reposo, el eje del primer cilindro T1 interseca el primer eje A1 y el tercer eje A3, y el eje del segundo cilindro T2 interseca el segundo eje A2 y el cuarto eje A4.

[0047] El primer cilindro 10 y el segundo cilindro 12 convergen entre sí en la dirección del primer eje A1. La distancia entre el primer eje A1 y el segundo eje A2 es estrictamente menor que la distancia entre el tercer eje A3 y el cuarto eje A4.

[0048] Los extremos de conexión 10A, 12A del primer cilindro 10 y del segundo cilindro 12 vinculados al dispositivo de conexión 14 están más cerca entre sí que los extremos de conexión opuestos 10B, 12B del primer cilindro 10 y del segundo cilindro 12 montado para girar alrededor del tercer eje A3 y el cuarto eje A4 respectivamente.

- [0049]** El primer cilindro 10 y el segundo cilindro 12 comprenden cada uno un cuerpo de cilindro 36 y una varilla de cilindro 38 que se deslizan con relación al cuerpo de cilindro 36, respectivamente, a lo largo del eje del primer cilindro T1 y el eje del segundo cilindro T2.
- 5 **[0050]** Un extremo de conexión 10A, 12A del primer cilindro 10 y del segundo cilindro 12 es el extremo de la varilla del cilindro 38 de ese cilindro opuesto al cuerpo del cilindro 36 de ese cilindro, el otro extremo de conexión 10B, 12B del primer cilindro 10 y del segundo cilindro 12 es el extremo del cuerpo del cilindro 36 de ese cilindro opuesto a la varilla del cilindro 38.
- 10 **[0051]** La varilla del cilindro 38 de cada uno de los cilindros 10 y 12 está conectada a la conexión 14, y el cuerpo del cilindro 36 de cada uno de los cilindros 10 y 12 está montada para girar sobre un eje fijo A3, A4. Como variante, se invierte la configuración del primer cilindro 10 y/o la configuración del segundo cilindro 12.
- [0052]** En una realización, el primer cilindro 10 y el segundo cilindro 12 son cilindros hidráulicos. Un cilindro
15 hidráulico utiliza un fluido presurizado para mover un pistón dentro del cuerpo del cilindro, y la varilla del cilindro integrada en el pistón.
- [0053]** En otra realización, el primer cilindro 10 y el segundo cilindro 12 son conectores eléctricos. Por ejemplo,
20 un cilindro eléctrico utiliza un conjunto de tornillo/tuerca y un motor eléctrico para accionar el tornillo y la tuerca en la rotación relativa a cada uno y mover la varilla del cilindro en la traslación relativa al cuerpo del cilindro.
- [0054]** Como se muestra en las figuras 1 y 2, el dispositivo de inmovilización 6 comprende un soporte 40 y lleva un rodillo 42 encogido sobre una superficie de apoyo del eje 4 destinada a recibir una rueda de un vehículo ferroviario, estando el rodillo 42 montado fijamente en el soporte 40. Por «encogido» se entiende que el rodillo 42 está equipado
25 con una sujeción en la superficie del eje 4 destinada a recibir la rueda. En una posible variante, el rodillo 42 se sustituye por una rueda. El uso de un rodillo 42 o de una rueda montada en el eje permite reproducir las condiciones de uso del eje 4, en particular con las tensiones generadas en la interfaz eje/rueda.
- [0055]** Como se ilustra en las figuras 1 y 2, el marco 30 tiene aquí la forma de una placa, también llamada
30 "mármol". El soporte 40 tiene la forma de un poste que se extiende hacia arriba desde el marco 30 y lleva el rodillo 42 en su extremo superior. Pueden contemplarse otro bastidor 30 y otros dispositivos de inmovilización 6.
- [0056]** Además, como se ilustra en las figuras 1 y 2, el eje 4 aquí tiene un diámetro exterior demasiado pequeño para cooperar directamente con el dispositivo de conexión 14.
35
- [0057]** El aparato 2 comprende un adaptador 44 que aumenta el diámetro, estando montado el dispositivo de conexión 14 en el eje 4 por medio del adaptador 44. El adaptador 44 tiene un orificio para recibir el eje 4 y una superficie de apoyo cilíndrica para recibir el dispositivo de conexión 14, teniendo la superficie de apoyo un diámetro exterior estrictamente mayor que el diámetro interior del orificio.
40
- [0058]** El adaptador 44 tiene aquí la forma de un manguito tubular roscado en el eje 4, estando montada la boquilla 24 del dispositivo de conexión 14 en el adaptador 44.
- [0059]** El aparato 2 ilustrado en las figuras 3 y 4 difiere del de las figuras 1 y 2 en que está configurado para
45 probar en flexión un eje 4 que tiene un diámetro exterior demasiado grande para cooperar directamente con el dispositivo de conexión 14.
- [0060]** El aparato 2 comprende un adaptador 46 reductor de diámetro, estando montado el dispositivo de conexión 14 en el eje 4 por medio del adaptador 46. El adaptador 46 comprende un orificio 46A para recibir el eje 4, y
50 una superficie de apoyo 46B cilíndrica exterior para recibir el dispositivo de conexión 14, teniendo la superficie de apoyo 46B un diámetro exterior estrictamente menor que el diámetro interior del orificio 46.
- [0061]** El adaptador 46 comprende aquí un manguito 48 tubular que tiene el orificio 46A y un espárrago 50 que se extiende axialmente desde el manguito 48 y provisto de la superficie de apoyo 46B.
55
- [0062]** Además, el dispositivo de inmovilización 6 del aparato 2 de las figuras 3 y 4 difiere del de las figuras 1 y 2 en que está adaptado para inmovilizar el eje 4 del bogie de un vehículo ferroviario que tiene una rueda 54 de vehículo ferroviario sujeta a un extremo del eje 4, concretamente a una superficie de apoyo del eje 4 destinada a recibir una rueda.
60
- [0063]** Para ello, el dispositivo de inmovilización 6 comprende un soporte 56 y una pluralidad de pestañas 58 distribuidas en círculo y previstas para agarrar el borde periférico de la rueda 54. En las figuras 3 y 4 se muestra una sola pestaña 58 en aras de la claridad. Las pestañas 58 se atornillan aquí en orificios roscados en el soporte 56.
- 65 **[0064]** Visto a lo largo del primer eje A1 (Figuras 2 y 4), el eje del primer cilindro T1 y el segmento de línea que

conecta el primer eje A1 y el segundo eje A2, forman entre ellos un ángulo de entre 0 y 180°. Preferiblemente, este ángulo es aproximadamente igual a 90°.

- 5 **[0065]** Visto a lo largo del primer eje A1 (Figuras 2 y 4), el segundo eje A2 está situado sustancialmente entre el primer eje A1 y el cuarto eje A4. El segmento de línea que conecta el primer eje A1 y el segundo eje A2, por un lado, y el segmento de línea que conecta el segundo eje A2 y el cuarto eje A4, por otro lado, forman entre ellos un ángulo de entre 90° y 180°, preferiblemente un ángulo entre 120° y 180°.
- 10 **[0066]** Durante el funcionamiento, el primer cilindro 10 y el segundo cilindro 12 se controlan para mover la segunda parte 4B del eje 4 a lo largo de una trayectoria ubicada en el plano de desplazamiento P (paralelo al plano de las figuras 2 y 4). Para realizar las pruebas de fatiga por flexión, la trayectoria es, por ejemplo, una trayectoria circular centrada en el primer eje A1 a lo largo del cual se extiende el eje 4 en reposo.
- 15 **[0067]** Un procedimiento de prueba comprende la instalación del eje 4 en el aparato 2, la realización de una medición de las dimensiones del dispositivo de desplazamiento 8, el cálculo de las leyes de control del primer cilindro 10 y del segundo cilindro 12 según las dimensiones medidas y la trayectoria deseada, a continuación, el control del primer cilindro 10 y del segundo cilindro 12 en función de las leyes de control, para mover la segunda parte 4B del eje 4 según la trayectoria deseada.
- 20 **[0068]** La instalación del eje 4 en el aparato 2 comprende la inmovilización de la primera parte 4A del eje 4 utilizando el dispositivo de inmovilización 6 y el montaje del dispositivo de conexión 14 en la segunda parte 4B del eje 4.
- 25 **[0069]** Durante una prueba de fatiga por flexión, la trayectoria de la segunda parte 4B del eje 4 se repite cíclicamente, con un número determinado de ciclos. Normalmente, para un eje 4 de bogie de vehículo ferroviario, el número de ciclos es igual o superior a 10⁷.
- 30 **[0070]** Las figuras 5 a 8 son diagramas cinemáticos en perspectiva de aparatos para probar un eje en flexión y/o una pieza mecánica montada en el eje.
- [0071]** La figura 5 muestra el diagrama cinemático del aparato de las figuras 1 a 4. La tercera conexión 32 y la cuarta conexión 34 son cada un bogue conexión de rótula. Como variante, la tercera conexión es una conexión giratoria que permite la rotación alrededor del tercer eje A3 y/o la cuarta conexión es una conexión giratoria que permite la rotación alrededor del cuarto eje A4.
- 35 **[0072]** Las figuras 6 a 8 muestran variaciones de la realización de las figuras 1 a 6.
- [0073]** La figura 6 representa un diagrama cinemático de una variante en la que el segundo eje A2 coincide con el primer eje A1. El eje del primer cilindro T1 y el eje del segundo cilindro T2 son aquí sustancialmente coplanares. Están alineados entre sí a lo largo del primer eje A1. Como variante, están desplazados entre sí a lo largo del primer eje A1.
- 40 **[0074]** El primer eje A1, el eje del primer cilindro T1 y el eje del segundo cilindro son concurrentes aquí.
- 45 **[0075]** La figura 7 representa un diagrama cinemático de una variante en la que la segunda conexión 18 es una conexión de rótula entre el segundo cilindro 12 y el eje 4.
- [0076]** En una realización, la primera conexión 16 y la segunda conexión 18 tienen el mismo centro de rotación O. Para ello, es posible proporcionar una sola rótula y dos partes que definen cada una cada un bogue parte respectiva del alojamiento de la rótula, estando las dos partes conectadas entre sí por una conexión giratoria que permite la rotación sobre el primer eje A1, estando una parte rígidamente conectada al extremo 10A del primer cilindro 10 y la otra parte rígidamente montada al extremo 12A del segundo cilindro 12.
- 50 **[0077]** El primer eje A1, el eje del primer cilindro T1 y el eje del segundo cilindro son concurrentes aquí.
- 55 **[0078]** La figura 8 muestra un diagrama cinemático de una variante que se diferencia del de la figura 7 en que la primera conexión 16 y la segunda conexión 18 tienen diferentes centros de rotación O1, O2.
- [0079]** En la práctica, para lograr tal variante, es posible que el extremo 12A del segundo cilindro 12 esté fijado al eje 4 de manera similar al extremo 10A del primer cilindro 10, pero con un desplazamiento a lo largo del eje 4.
- 60 **[0080]** El dispositivo de conexión 14 comprende, por ejemplo, para formar la segunda conexión 18, una boquilla de rótula similar a la primera boquilla 20 de rótula de la primera conexión de las figuras 1 a 4.
- 65 **[0081]** En una realización, el eje 4 pasa a través de una conexión de rótula de la primera conexión 16 y el

extremo 12A del segundo cilindro 12 está vinculado a la sección del eje que sobresale de la conexión de rótula de la primera conexión 16.

[0082] El aparato 2 permite mover el extremo del eje a lo largo de un recorrido predeterminado, de forma controlada y fiable. Por tanto, es posible realizar pruebas, y en particular pruebas de fatiga por flexión, que

son fiables.

[0083] El aparato 2 es fácil de usar. Las medidas de la dimensión tomadas en el dispositivo de desplazamiento, una vez instalado el eje 4, permiten calcular fácilmente las leyes de control del primer cilindro y del segundo cilindro para obtener la trayectoria deseada.

[0084] El uso de cilindros permite controlar las fuerzas aplicadas al eje y así controlar mejor los parámetros de prueba.

[0085] El uso de cilindros permite, en particular, implementar ciclos específicos que reproducen las condiciones reales de uso de un eje ferroviario.

[0086] De hecho, en la práctica, la tensión de flexión del eje varía, por ejemplo, según la carga del vehículo ferroviario y/o según el perfil de la vía férrea (recta, curva, pendiente, etc.). El uso de cilindros permite, por ejemplo, simular secuencias particulares de líneas rectas y curvas.

[0087] En lo que precede, se ha descrito la prueba de flexión de un eje. Siendo este el caso, el aparato 2 permite probar el eje y/o una pieza mecánica montada en el eje, como un rodillo (figuras 1 y 2) o una rueda de vehículo ferroviario (figuras 3 y 4). El rodillo se puede usar, por ejemplo, para probar un tipo particular de cubo de rueda de vehículo ferroviario, sin probar una rueda completa.

[0088] La prueba de un rodillo o una rueda por flexión sobre el eje permite reproducir las condiciones de funcionamiento del eje de un vehículo ferroviario y, en particular, la interacción entre el eje y el rodillo o la rueda montada en el árbol.

[0089] La invención no se limita a las realizaciones y variantes descritas anteriormente. Son posibles otras realizaciones y otras variantes.

[0090] Por ejemplo, en las figuras 1 a 8, el primer eje A1 es horizontal y el plano de desplazamiento es vertical. Como variante, el primer eje A1 es vertical y el plano de desplazamiento es horizontal.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para probar un eje (4) y/o una pieza mecánica montada en el eje, el aparato comprende un dispositivo de inmovilización para inmovilizar una primera parte (4A) del eje, el eje (4) inmovilizado y en reposo se extiende a lo largo de un primer eje (A1), y un dispositivo de desplazamiento para mover una segunda parte (4B) del eje 4 sensiblemente perpendicular al primer eje (A1), para tensar el eje (4) en flexión, en el que el dispositivo de desplazamiento comprende un primer cilindro (10) dispuesto a lo largo de un primer eje de cilindro (T1) sustancialmente perpendicular al primer eje (A1), un segundo cilindro (12) dispuesto a lo largo de un segundo eje de cilindro (T2) sustancialmente perpendicular al primer eje, y un dispositivo de conexión (14) para conectar el primer cilindro (10) y el segundo cilindro (12) al eje (4),
- 10 **caracterizado porque** el dispositivo de conexión (14) está configurado para producir, entre el eje (4) y un extremo del primer cilindro (10), una primera conexión (16) que impide la traslación relativa perpendicular al primer eje (A1) y permite la rotación relativa alrededor del primer eje (A1), siendo la primera conexión (16) una conexión de rótula cuyo centro de rotación está situado en el primer eje (A1), una conexión lineal anular cuyo eje de traslación es el primer eje (A1) y el centro de rotación está situado en el primer eje (A1), una conexión giratoria cuyo eje de rotación es el primero
- 15 eje (A1) o una conexión giratoria deslizante, cuyo eje de rotación y traslación es el primer eje (A1), y para realizar, entre el eje (4) y un extremo del segundo cilindro (12) o entre el extremo del primer cilindro (10) unido al eje (4) y un extremo del segundo cilindro (12), una segunda conexión (18) que evita la traslación relativa perpendicularmente al primer eje (A1) y permite la rotación relativa alrededor de un segundo eje (A2) paralelo al primer eje (A1).
- 20
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que la primera conexión (16) comprende una boquilla conectada rígidamente a un extremo del primer cilindro (10), definiendo la boquilla un alojamiento de conexión de rótula que recibe una conexión de rótula destinada a montarse en el eje (4) centrada en el primer eje (A1).
- 25
3. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo eje (A2) es distinto del primer eje (A1).
4. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el segundo eje (A2) coincide con el primer eje (A1).
- 30
5. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda conexión (18) es una conexión giratoria cuyo eje de rotación es el segundo eje (A2).
6. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la segunda conexión (18) es una
- 35 conexión de rótula o una conexión lineal anular.
7. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, con el eje (4) en reposo, el primer eje del cilindro (T1) corta al primer eje (A1) y / o el segundo eje del cilindro (T2) corta el primer eje (A1).
- 40
8. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un adaptador (46) que comprende un orificio para recibir la segunda parte (4B) del eje (4) y una superficie de apoyo cilíndrica para montar el dispositivo de conexión (14), teniendo la superficie de apoyo cilíndrica un diámetro exterior estrictamente mayor o estrictamente menor que el diámetro interior del orificio.
- 45
9. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de inmovilización está configurado para inmovilizar una pieza mecánica montada en la primera parte (4A) del eje, en particular un rodillo o una rueda de vehículo ferroviario montado en la primera parte (4A).
10. Uso de un aparato, **caracterizado porque** el aparato es según cualquiera de las reivindicaciones
- 50 anteriores para probar en flexión un eje (4), en particular un eje de bogie de un vehículo ferroviario y/o probar una pieza mecánica montada en el eje, en particular un rodillo o una rueda montados en el eje.
11. Uso según la reivindicación 10 que comprende:
- 55
- la instalación del eje (4) en el aparato,
 - la medida de las dimensiones del dispositivo de desplazamiento, estando el eje (4) en reposo,
 - el cálculo de las leyes de control del primer cilindro (10) y del segundo cilindro (12) en función de las dimensiones medidas y de una trayectoria deseada de la segunda parte (4B) del eje, y
 - el control del primer cilindro y del segundo cilindro según las leyes de control calculadas.

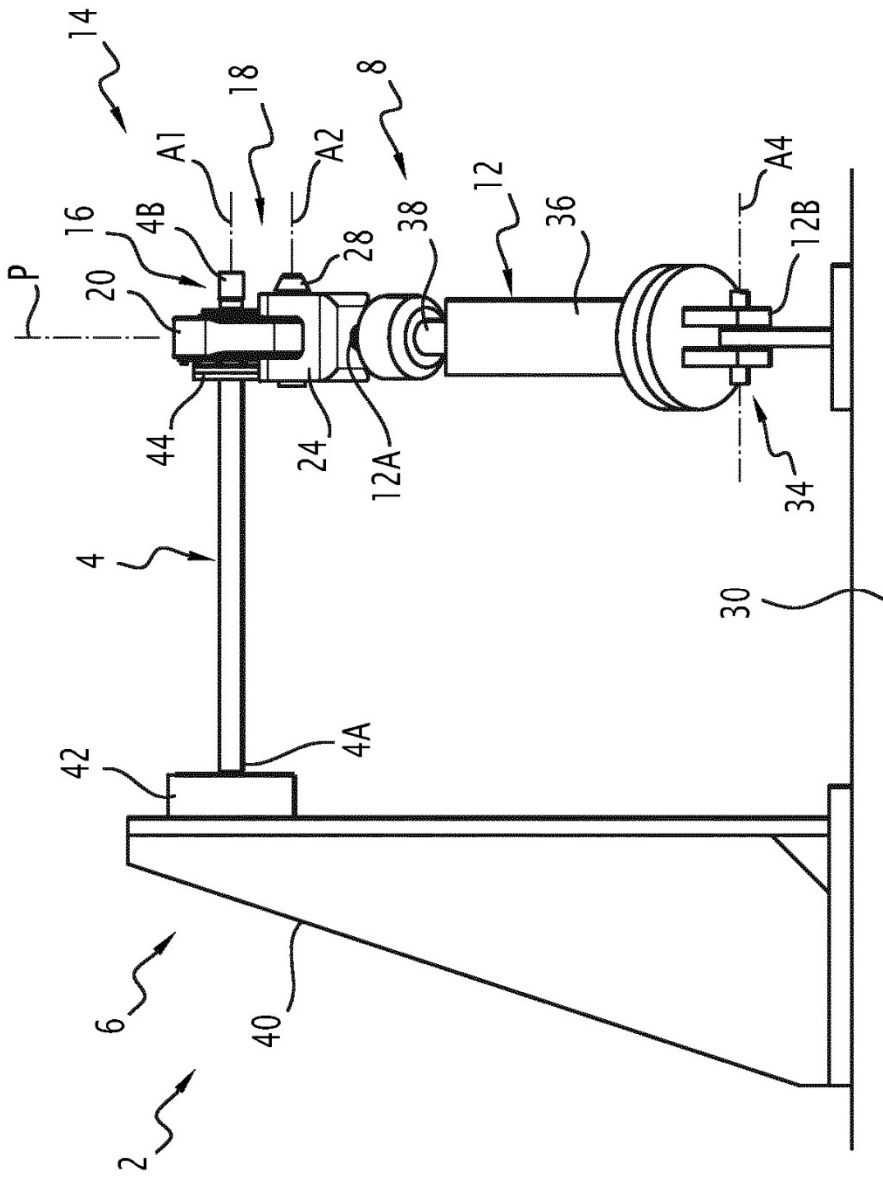


FIG.1

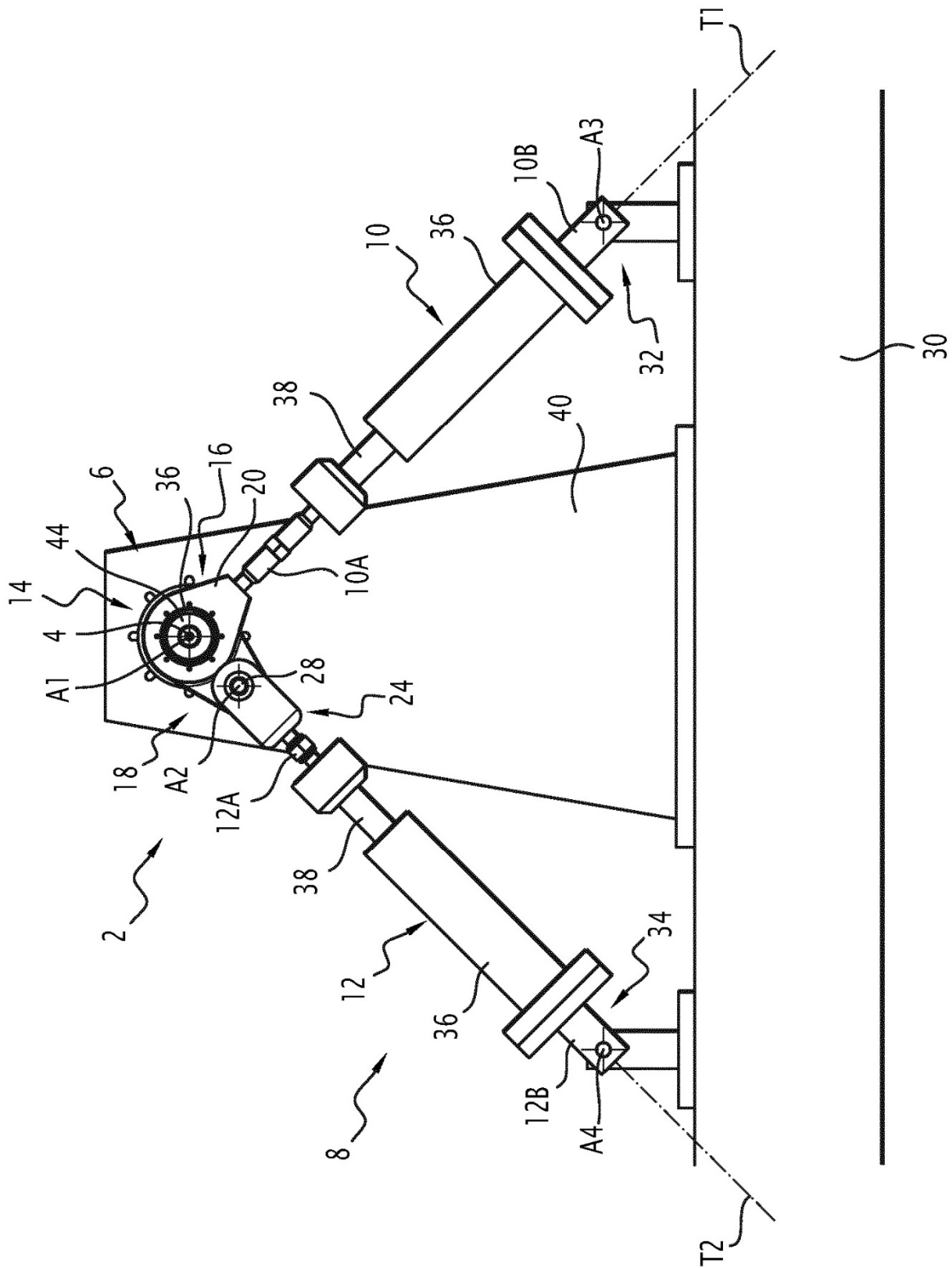


FIG.2

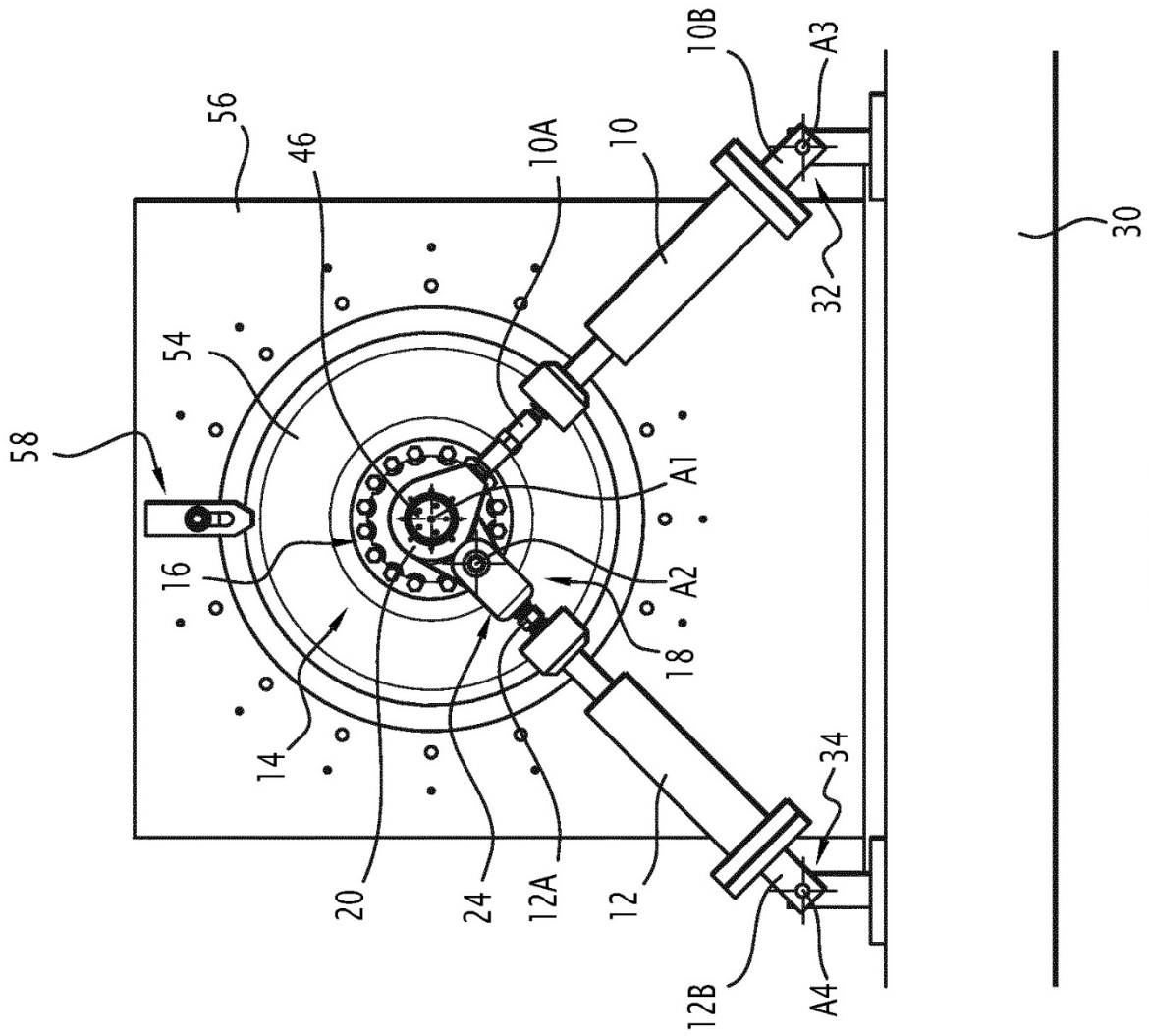


FIG.4

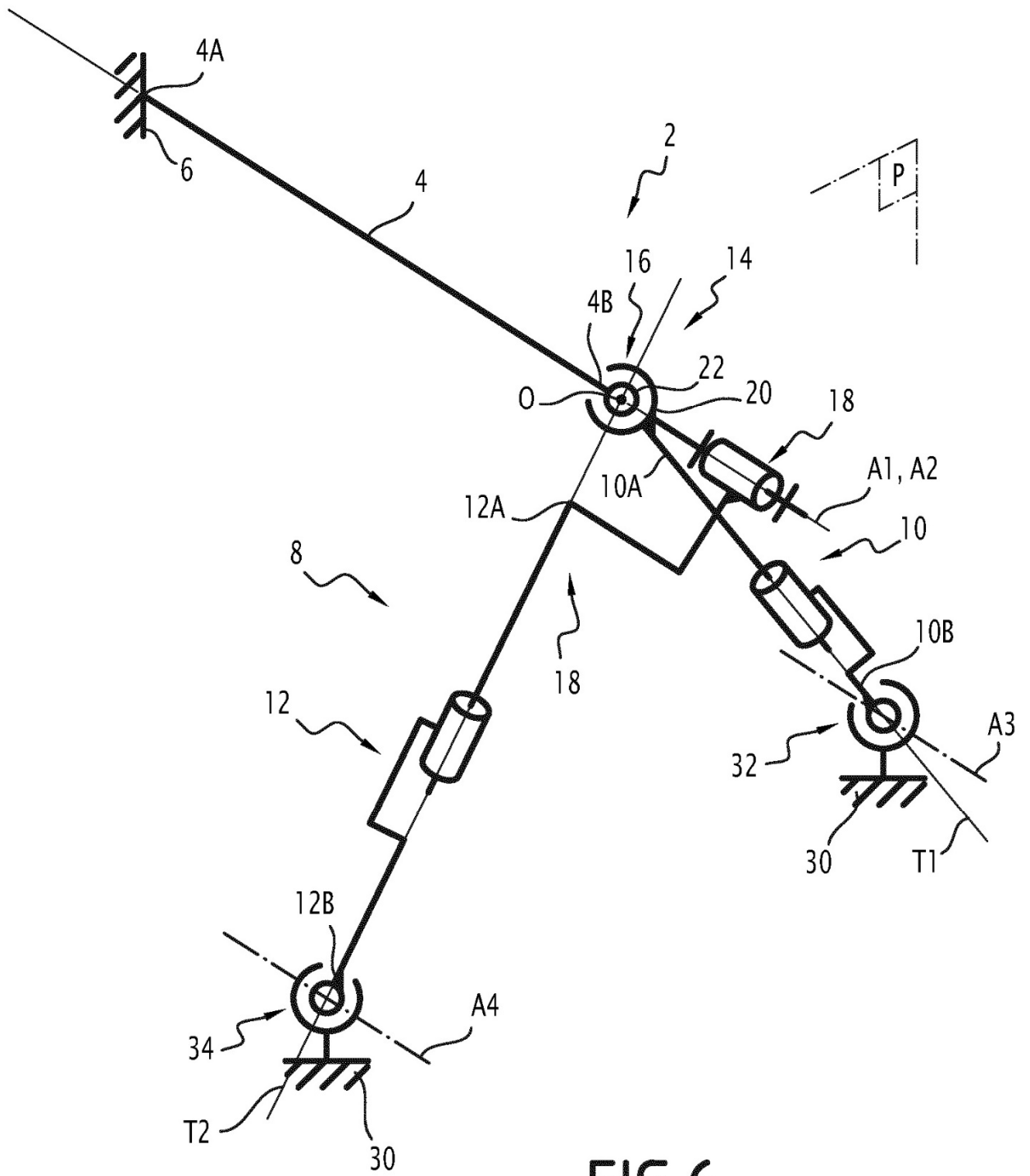


FIG.6

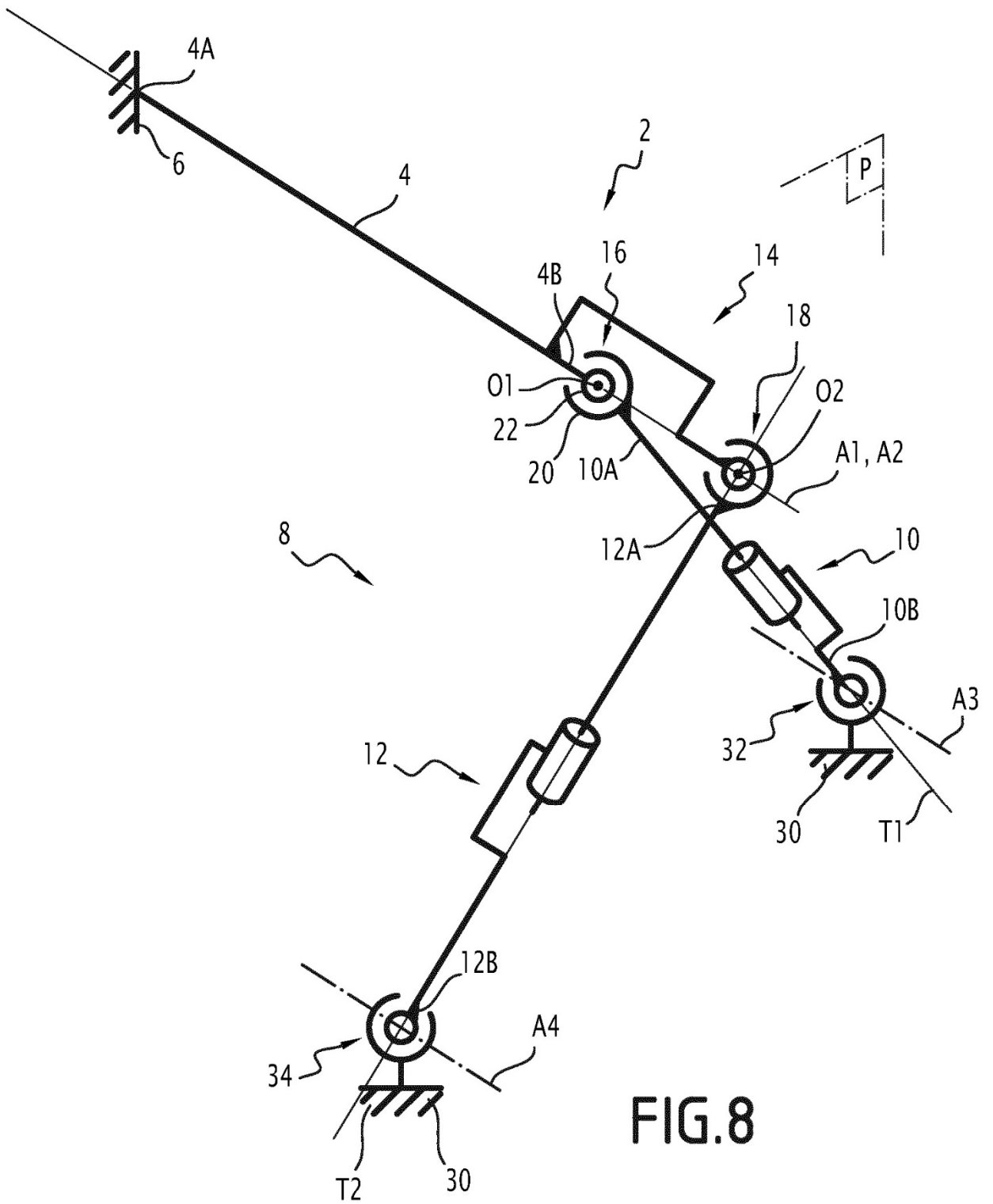


FIG.8