

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 822**

51 Int. Cl.:

G01M 13/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2011** **E 11183284 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018** **EP 2574898**

54 Título: **Banco de pruebas y método para someter a prueba cajas de engranajes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
04.10.2018

73 Titular/es:

MOVENTAS GEARS OY (100.0%)
P.O. Box 158 / Eteläportintie 91
40701 Jyväskylä, FI

72 Inventor/es:

RUMMAKKO, MARKKU

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 684 822 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

Banco de pruebas y método para someter a prueba cajas de engranajes

Campo de la invención

La invención se refiere a un banco de pruebas para cajas de engranajes y a un método para someter a prueba una caja de engranajes. Más particularmente, la invención se refiere a un banco de pruebas que se basa en un bucle de potencia cerrado mecánico en el que un motor de accionamiento tiene que suministrar solamente las pérdidas mecánicas del banco de pruebas y la caja de engranajes sometida a prueba.

Antecedentes

En muchas ocasiones, cumplir con los requisitos establecidos para cajas de engranajes modernas supone un desafío. Las cajas de engranajes deben ser eficaces, fuertes, suficientemente pequeñas, silenciosas y fáciles de fabricar. Además, las cajas de engranajes deben ser rentables. A pesar del progreso realizado en los últimos años con respecto al análisis y la simulación, los experimentos siguen siendo esenciales. Existen muchos modos de fallo que pueden aparecer cuando se supera la capacidad de soportar una carga de una caja de engranajes. Rotura de dientes, corrosiones por picadura y microcorrosiones por picadura así como desgaste excesivo o incluso desgaste abrasivo son los problemas potenciales. Además de la capacidad de soportar una carga, también existen otros parámetros importantes como la eficacia y el comportamiento dinámico que es necesario que se investiguen de manera experimental. Por tanto, se necesitan bancos de pruebas que permitan que las cajas de engranajes funcionen en condiciones de velocidad y par motor predefinidas.

Un modo sencillo de diseñar un banco de pruebas de este tipo es colocar una caja de engranajes sometida a prueba entre un motor y un freno. Sin embargo, esta disposición tiene muchas desventajas. En primer lugar, el motor tiene que dimensionarse para suministrar toda la potencia bajo la cual tiene que someterse a prueba la caja de engranajes. En segundo lugar, el freno tiene que dimensionarse para poder recibir toda la potencia. El resultado son altos costes de instalación y un alto consumo de energía. Un modo más ventajoso de someter a prueba cajas de engranajes es incluir la caja de engranajes sometida a prueba en un bucle de potencia cerrado, que puede ser o bien eléctrico o bien mecánico. En el primer caso, un motor eléctrico acciona el árbol de entrada de la caja de engranajes sometida a prueba y el árbol de salida de la caja de engranajes se acopla a un generador que alimenta la potencia de vuelta a una red eléctrica. De este modo, el consumo de energía total se reduce significativamente. Sin embargo, existe el inconveniente del gran tamaño tanto del motor como del generador puesto que tienen que dimensionarse según la potencia de prueba máxima. En el segundo caso, el banco de pruebas comprende un sistema de engranajes que puede conectarse a los árboles de entrada y de salida de la caja de engranajes sometida a prueba y un árbol de transmisión de potencia de manera que la potencia mecánica puede fluir en un bucle de potencia cerrado mecánico constituido por el sistema de engranajes, la caja de engranajes sometida a prueba y el árbol de transmisión de potencia. Se usa un motor de accionamiento para hacer rotar el sistema. El banco de pruebas basado en el bucle de potencia cerrado mecánico proporciona ventajas significativas. El coste de instalación se reduce significativamente, dado que no se necesita generador ni freno y el motor de accionamiento tiene que evaluarse solamente según la pérdida de potencia mecánica que tiene lugar en el bucle de potencia cerrado mecánico. Los desafíos de los bancos de pruebas basados en el bucle de potencia cerrado mecánico están relacionados, entre otros, con el tamaño, el peso y los costes del mecanismo de transmisión de potencia que se necesita para proporcionar el bucle de potencia cerrado mecánico junto con la caja de engranajes sometida a prueba.

Las publicaciones US3112643, FR993065 y Athanassios Mihailidis *et al*: “A New System for Testing Gears Under Variable Torque and Speed”, Recent Patents of Mechanical Engineering 2009, 2, 179-192, Bentham Science Publishers Ltd, dan a conocer bancos de pruebas basados en un bucle de potencia cerrado mecánico. El sistema de engranajes y el árbol de transmisión de potencia de estos bancos de pruebas tienen que diseñarse para la potencia de prueba máxima de la caja de engranajes sometida a prueba. Por tanto, el tamaño, el peso y los costes del sistema de engranajes y el árbol de transmisión de potencia de estos bancos de pruebas pueden ser factores que suponen un desafío en implementaciones de bancos de prueba prácticas.

La publicación de C. Gruescu *et al*: “Modelling and optimization of multiple closed loop stands for testing gearboxes”, ANALELE UNIVERSITĂȚII, “EFTIMIE MURGU” RESITA, ANUL XVI, NR. 1, 2009, ISSN 1453-7397, da a conocer un banco de pruebas que tiene dos bucles de potencia cerrados mecánicos para someter a prueba tres cajas de engranajes al mismo tiempo con el fin de aumentar la eficacia del procedimiento de prueba. El banco de pruebas comprende elementos que se someten a esfuerzo por las tres cajas de engranajes sometidas a prueba. Estos elementos tienen que dimensionarse para soportar la potencia máxima combinada de las cajas de engranajes sometidas a prueba. Por tanto, el tamaño, el peso y los costes de estos elementos pueden ser factores que suponen un desafío en implementaciones de bancos de prueba prácticas.

La publicación US2981103 da a conocer un banco de pruebas que comprende dos bucles de potencia cerrados mecánicos cuando la caja de engranajes sometida a prueba tiene tres árboles conectados al banco de pruebas, y un bucle de potencia cerrado mecánico cuando la caja de engranajes sometida a prueba tiene dos árboles conectados

al banco de pruebas. Por tanto, el banco de pruebas comprende un bucle de potencia cerrado mecánico convencional para cada par de árboles de la caja de engranajes sometida a prueba.

Sumario

5 Lo siguiente presenta un sumario simplificado con el fin de proporcionar a comprensión básica de algunos aspectos de diversas realizaciones de invención. El sumario no es una visión general amplia de la invención. Tampoco tiene la intención de identificar elementos clave o críticos de la invención ni de delimitar el alcance de la invención. El siguiente sumario presenta simplemente algunos conceptos de la invención de una forma simplificada como preludio a una descripción más detallada de realizaciones de la invención a modo de ejemplo.

10 Según el primer aspecto de la presente invención, se proporciona un nuevo banco de pruebas para someter a prueba una caja de engranajes. El banco de pruebas según la invención comprende:

- un sistema de engranajes que comprende superficies de contacto de conexión rotatorias adecuadas para conectarse a árboles de entrada y de salida de la caja de engranajes sometida a prueba,
- al menos dos árboles de transmisión de potencia que constituyen, junto con el sistema de engranajes y la caja de engranajes sometida a prueba, al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos,
- 15 – al menos un motor de accionamiento para accionar los al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos, y
- equipo de carga para imponer par motor de prueba a la caja de engranajes sometida a prueba,

20 en el que los al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos se forman cuando la caja de engranajes sometida a prueba es el único dispositivo sometido a prueba conectado al banco de pruebas y un solo árbol de entrada de la caja de engranajes sometida a prueba y un solo árbol de salida de la caja de engranajes sometida a prueba están conectados a las superficies de contacto de conexión rotatorias del sistema de engranajes.

25 Como existe más de un bucle de potencia cerrado mecánico, la potencia nominal del mecanismo de transmisión de potencia de cada bucle de potencia cerrado mecánico puede ser significativamente más pequeña que la potencia de prueba máxima de la caja de engranajes sometida a prueba. En muchas instalaciones prácticas, es más fácil, se ahorra más espacio y es más rentable construir varios mecanismos de transmisión de potencia más pequeños que un solo mecanismo de transmisión de potencia grande.

Según el segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un nuevo método para someter a prueba una caja de engranajes. El método según la invención comprende:

- conectar árboles de entrada y de salida de la caja de engranajes sometida a prueba a superficies de contacto de conexión rotatorias de un banco de pruebas,
- 30 – formar al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos con la ayuda de al menos dos árboles de transmisión de potencia que constituyen, junto con un sistema de engranajes del banco de pruebas y la caja de engranajes sometida a prueba, los al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos,
- accionar los al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos para suministrar pérdidas de potencia mecánica a los bucles de potencia cerrados mecánicos, e
- 35 – imponer par motor de prueba a la caja de engranajes sometida a prueba,

en el que los al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos se forman cuando la caja de engranajes sometida a prueba es el único dispositivo sometido a prueba conectado al banco de pruebas y un solo árbol de entrada de la caja de engranajes sometida a prueba y un solo árbol de salida de la caja de engranajes sometida a prueba están conectados a las superficies de contacto de conexión rotatorias del banco de pruebas.

40 Se describen varias realizaciones de la invención a modo de ejemplo en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

Diversas realizaciones de la invención a modo de ejemplo tanto de construcciones como de métodos de funcionamiento, junto con objetos y ventajas adicionales de la misma, se entenderán mejor a partir de la siguiente descripción de realizaciones a modo de ejemplo específicas cuando se leen en relación con los dibujos adjuntos.

45 El verbo “comprender” se usa en este documento como una limitación abierta que ni excluye ni requiere la existencia de características no enumeradas. Las características enumeradas en las reivindicaciones dependientes pueden combinarse libremente entre sí a menos que se indique explícitamente lo contrario.

Breve descripción de las figuras

Las realizaciones de la invención a modo de ejemplo y sus ventajas se explican en mayor detalle a continuación en el sentido de ejemplos y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 ilustra el principio de un banco de pruebas según una realización de la invención para someter a prueba una caja de engranajes,

la figura 2 ilustra el principio de un banco de pruebas según otra realización de la invención para someter a prueba una caja de engranajes,

- 5 la figura 3 muestra una ilustración esquemática de un banco de pruebas según una realización de la invención para someter a prueba una caja de engranajes, y

la figura 4 muestra un diagrama de flujo de un método según una realización de la invención para someter a prueba una caja de engranajes.

Descripción de las realizaciones

- 10 La figura 1 ilustra el principio de un banco de pruebas según una realización de la invención para someter a prueba una caja de engranajes 115. El banco de pruebas comprende un sistema de engranajes 101 y árboles de transmisión de potencia 109 y 110. El sistema de engranajes comprende superficies de contacto de conexión rotatorias 102 y 103, por ejemplo bridas, adecuadas para conectarse a debe observarse que el engranaje planetario no es la única elección posible para la plataforma de engranajes diferencial. La plataforma de engranajes diferencial también puede ser, por ejemplo, un diferencial de engranaje recto o un engranaje diferencial basado en engranajes cónicos. Es posible también que en el lugar de una rueda de engranaje 150 haya una plataforma de engranajes diferencial en lugar de o además de la plataforma de engranajes diferencial 106. Por tanto, el número de las plataformas de engranajes diferenciales puede ser 1 ó 2 dependiendo del modo más económico de implementar un banco de pruebas que tiene un área lo suficientemente amplia de relaciones de engranajes adecuada para diferentes cajas de engranajes que van a someterse a prueba.

- En el banco de pruebas ilustrado en la figura 1, el equipo de carga comprende además un dispositivo de control conectado al tercer elemento rotatorio 113 de la plataforma de engranajes diferencial y dispuesto para controlar el par motor que actúa en el tercer elemento rotatorio cuando está rotando el tercer elemento rotatorio. Mediante el control del par motor que actúa en el tercer elemento rotatorio 113, es posible controlar el par motor de prueba impuesto a la caja de engranajes 115 sometida a prueba. El dispositivo de control comprende una máquina eléctrica 107 y un dispositivo convertidor eléctrico 108. El convertidor eléctrico está dispuesto para controlar la máquina eléctrica 107 basándose en una diferencia entre el par motor de la máquina eléctrica y un par motor de referencia. En un banco de pruebas según una realización de la invención a modo de ejemplo, el dispositivo convertidor eléctrico 108 está dispuesto para cambiar el par motor de referencia en respuesta a una situación en la que la velocidad de rotación de la máquina eléctrica 107 coincide con un límite de velocidad superior o un límite de velocidad inferior. El par motor de referencia se cambia en el sentido en el que la velocidad de rotación retorna a un intervalo de velocidad definido por los límites de velocidad superior e inferior.

- La máquina eléctrica 107 puede ser una máquina eléctrica de corriente alterna "CA" y el dispositivo convertidor eléctrico 108 puede ser un convertidor de frecuencia que está conectado a una red de suministro de potencia trifásica 116. Una máquina eléctrica de CA puede ser, por ejemplo, una máquina de inducción o una máquina síncrona de imanes permanentes. Con el fin de lograr una buena precisión de control, el convertidor de frecuencia puede disponerse usando un control de vector que se basa en controlar no solamente la frecuencia y las amplitudes de tensiones y corrientes sino también fases instantáneas de las tensiones y corrientes. Especialmente, si se usa un tacómetro, puede lograrse una precisión de control muy buena. La máquina eléctrica también puede ser una máquina eléctrica de corriente continua "CC" y el dispositivo convertidor puede ser un convertidor de CA a CC, por ejemplo un convertidor de tiristor. En algunas aplicaciones, el dispositivo de control conectado al tercer elemento rotatorio 113 de la plataforma de engranajes diferencial puede ser un simple freno, pero un inconveniente inherente de un freno es que puede producir solamente par motor que está actuando contra un sentido de rotación. Una máquina eléctrica puede producir par motor en ambos sentidos dependiendo de si la máquina eléctrica funciona como un motor o como un generador.

- En un banco de pruebas según una realización de la invención, los motores de accionamiento 104 y 105 que están dispuestos para accionar los bucles de potencia cerrados mecánicos son motores eléctricos que se suministran y se controlan con un dispositivo convertidor eléctrico 114 dispuesto para controlar la velocidad de rotación de los motores eléctricos basándose en una diferencia entre la velocidad de rotación de los motores eléctricos y una velocidad de referencia. En el caso a modo de ejemplo mostrado en la figura 1, los motores 104 y 105 son motores eléctricos de corriente alterna y el dispositivo convertidor eléctrico 114 es un convertidor de frecuencia. Con el fin de lograr una buena precisión de control de velocidad, el dispositivo convertidor 114 puede disponerse usando el control de vector. Especialmente, si se usa un tacómetro, es posible lograr una precisión de control de velocidad muy buena. Es posible también que el motor eléctrico sea un motor eléctrico de CA que está conectado directamente a la red de suministro de potencia 116. En este caso, las velocidades de rotación de los motores 104 y 105 se determinan por la frecuencia de la red de suministro pero puede haber fluctuaciones significativas en las velocidades de rotación cuando hay cambios dinámicos en condiciones de carga instantáneas.

La figura 2 muestra una ilustración esquemática de un banco de pruebas según otra realización de la invención para

someter a prueba una caja de engranajes 215. El banco de pruebas comprende un sistema de engranajes 201 y árboles de transmisión de potencia 209 y 210. El sistema de engranajes comprende superficies de contacto de conexión rotatorias 202 y 203, por ejemplo bridas, adecuadas para conectarse a árboles de entrada y de salida de la caja de engranajes 215 sometida a prueba. El sistema de engranajes 201 y los árboles de transmisión de potencia 209 y 210 constituyen junto con la caja de engranajes 215 sometida a prueba dos bucles de potencia cerrados mecánicos tal como se ilustra en la figura 2. El banco de pruebas comprende también motores de accionamiento 204 y 205 suministrados por la red de suministro de potencia trifásica 216 y dispuestos para accionar los bucles de potencia cerrados mecánicos. Además, el banco de pruebas comprende un equipo de carga para imponer par motor de prueba a la caja de engranajes 215 sometida a prueba.

En el banco de pruebas, tal como se ilustra en la figura 2, el equipo de carga comprende un pistón accionado hidráulicamente 219 para empujar una rueda de engranaje dentada de manera oblicua 217 en su sentido axial. El sentido de empuje se ilustra con la flecha 218 en la figura 2. Como la rueda de engranaje 217 está dentada de manera oblicua, un movimiento axial con respecto a su rueda de engranajes contigua provoca la rotación y por tanto impone par motor a la caja de engranajes 215 sometida a prueba. También es posible generar el par motor de prueba girando toda la caja de engranajes 215 sometida a prueba tal como se ilustra mediante la flecha 220 en la figura 2. La caja de engranajes sometida a prueba puede girarse por ejemplo con la ayuda de un pistón accionado hidráulicamente. Sin embargo, este método no es adecuado para una caja de engranajes cuya relación de engranajes es 1:1. Además, si los árboles de entrada y de salida de la caja de engranajes sometida a prueba no están en la misma línea espacial, se necesitan juntas cardánicas u otros medios adecuados para compensar el movimiento radial de al menos uno de los árboles de entrada y de salida. También es posible tener dos cajas de engranajes en una conexión en oposición entre las superficies de contacto de conexión rotatorias 202 y 203. El par motor de prueba puede imponerse a estas dos cajas de engranajes sometidas a prueba girando las cajas de engranajes en sentidos opuestos entre sí con por ejemplo pistones accionados hidráulicamente.

La figura 3 muestra una ilustración esquemática de un banco de pruebas según una realización de la invención para someter a prueba una caja de engranajes 315. La parte superior de la figura 3 muestra una vista lateral del banco de pruebas donde la caja de engranajes 315 está en la posición de prueba. La parte inferior de la figura 3 muestra la sección tomada a lo largo de la línea A-A mostrada en la parte superior de la figura 3. El banco de pruebas comprende un sistema de engranajes 301 y árboles de transmisión de potencia 309, 310 y 321. El sistema de engranajes comprende superficies de contacto de conexión rotatorias 302 y 303, por ejemplo bridas, adecuadas para conectarse a árboles de entrada y de salida de la caja de engranajes 315 sometida a prueba. El sistema de engranajes 301 y los árboles de transmisión de potencia 309, 310 y 321 constituyen junto con la caja de engranajes 315 tres bucles de potencia cerrados mecánicos paralelos. El banco de pruebas comprende también motores de accionamiento dispuestos para accionar los bucles de potencia cerrados mecánicos. La figura 3 muestra un motor de accionamiento 304 que es uno de los motores de accionamiento. Es posible tener un motor de accionamiento en ambos extremos de cada uno de los árboles de transmisión de potencia 309, 310 y 321. En este caso, habrá seis motores de accionamiento en total. Además, el banco de pruebas comprende un equipo de carga para imponer par motor de prueba a la caja de engranajes 315 sometida a prueba. El equipo de carga comprende una plataforma de engranajes diferencial 306 mostrada en la sección A-A donde se representan dientes de engranaje con líneas discontinuas. La plataforma de engranajes diferencial 306 es similar a la plataforma de engranajes diferencial 106 mostrada en la figura 1. El banco de pruebas comprende además una máquina eléctrica 307 que está conectada al portasatélite de la plataforma de engranajes diferencial 306. La máquina eléctrica 307 se suministra y se controla con un dispositivo convertidor eléctrico 308.

La figura 4 muestra un diagrama de flujo de un método según una realización de la invención para someter a prueba una caja de engranajes. El método comprende:

- acción 401: conectar árboles de entrada y de salida de la caja de engranajes sometida a prueba a superficies de contacto de conexión rotatorias de un banco de pruebas,
- acción 402: formar al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos con la ayuda de al menos dos árboles de transmisión de potencia que constituyen, junto con un sistema de engranajes del banco de pruebas y la caja de engranajes sometida a prueba, los al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos,
- acción 403: accionar los al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos para suministrar pérdidas de potencia mecánica a los bucles de potencia cerrados mecánicos, y
- acción 404: imponer par motor de prueba a la caja de engranajes sometida a prueba.

Un método según una realización de la invención comprende además adaptar la relación de engranajes del banco de pruebas para que se corresponda con la relación de engranajes de la caja de engranajes sometida a prueba con la ayuda de una plataforma de engranajes diferencial que tiene elementos rotatorios primero y segundo que forman parte de los bucles de potencia cerrados mecánicos y cuya diferencia de velocidad de rotación mutua depende de la velocidad de rotación de un tercer elemento rotatorio de la plataforma de engranajes diferencial. En el método según esta realización de la invención, el par motor de prueba se impone a la caja de engranajes sometida a prueba controlando el par motor que actúa en el tercer elemento rotatorio cuando está rotando el tercer elemento rotatorio.

En un método según una realización de la invención, el par motor que actúa en el tercer elemento rotatorio se controla con un sistema que comprende:

- una máquina eléctrica, y
- un dispositivo convertidor eléctrico que controla la máquina eléctrica basándose en una diferencia entre el par motor de la máquina eléctrica y un par motor de referencia.

La plataforma de engranajes diferencial puede ser, por ejemplo, un engranaje planetario de modo que el árbol de engranaje central y una corona de engranaje del engranaje planetario son los elementos rotatorios primero y segundo, respectivamente, y un portasatélite del engranaje planetario es el tercer elemento rotatorio. La máquina eléctrica puede ser una máquina eléctrica de corriente alterna y el dispositivo convertidor eléctrico puede ser un convertidor de frecuencia.

En un método según una realización de la invención, se cambia el par motor de referencia en respuesta a una situación en la que la velocidad de rotación de la máquina eléctrica coincide con un límite de velocidad superior o un límite de velocidad inferior. El par motor de referencia se cambia en el sentido en el que la velocidad de rotación retorna a un intervalo de velocidad definido con los límites de velocidad superior e inferior.

En un método según una realización de la invención, los bucles de potencia cerrados mecánicos se accionan con uno o más motores eléctricos y la velocidad de rotación de los motores eléctricos se controla basándose en una diferencia entre la velocidad de rotación de los motores eléctricos y una velocidad de referencia. Los motores eléctricos pueden ser motores eléctricos de corriente alterna que se suministran y se controlan con un convertidor de frecuencia.

Los ejemplos específicos proporcionados en la descripción facilitada anteriormente no deben considerarse limitativos. Por tanto, la invención no se limita simplemente a las realizaciones descritas anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Banco de pruebas para someter a prueba una caja de engranajes, comprendiendo el banco de pruebas:
 - un sistema de engranajes (101, 201, 301) que comprende superficies de contacto de conexión rotatorias (102, 103, 202, 203, 302, 303) adecuadas para conectarse a árboles de entrada y de salida de la caja de engranajes sometida a prueba,
 - al menos un motor de accionamiento (104, 105, 204, 205, 304) para accionar el sistema de engranajes y la caja de engranajes sometida a prueba, y
 - equipo de carga (106, 107, 108, 217, 219, 306-308) para imponer par motor de prueba a la caja de engranajes sometida a prueba,
- caracterizado porque el banco de pruebas comprende además al menos dos árboles de transmisión de potencia (109, 110, 209, 210, 309, 310, 321) que constituyen, junto con el sistema de engranajes y la caja de engranajes sometida a prueba, al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos cuando la caja de engranajes sometida a prueba está conectada a las superficies de contacto de conexión rotatorias, formándose los al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos cuando la caja de engranajes sometida a prueba es el único dispositivo sometido a prueba conectado al banco de pruebas y un solo árbol de entrada de la caja de engranajes sometida a prueba y un solo árbol de salida de la caja de engranajes sometida a prueba están conectados a las superficies de contacto de conexión rotatorias del sistema de engranajes.
2. Banco de pruebas según la reivindicación 1, en el que el equipo de carga comprende:
 - al menos una plataforma de engranajes diferencial (106, 306) que comprende elementos rotatorios primero y segundo (111, 112) que forman parte de los bucles de potencia cerrados mecánicos y cuya diferencia de velocidad de rotación mutua depende de la velocidad de rotación de un tercer elemento rotatorio (113) de la plataforma de engranajes diferencial, y
 - un dispositivo de control (107, 108, 307, 308) conectado al tercer elemento rotatorio de la plataforma de engranajes diferencial y dispuesto para controlar un par motor que actúa en el tercer elemento rotatorio cuando está rotando el tercer elemento rotatorio.
3. Banco de pruebas según la reivindicación 2, en el que la plataforma de engranajes diferencial (106, 306) es un engranaje planetario, un árbol de engranaje central y una corona de engranaje del engranaje planetario que son los elementos rotatorios primero y segundo y un portasatélite del engranaje planetario que es el tercer elemento rotatorio.
4. Banco de pruebas según la reivindicación 2, en el que el dispositivo de control comprende una máquina eléctrica (107, 307) y un dispositivo convertidor eléctrico (108, 308) dispuestos para controlar la máquina eléctrica basándose en una diferencia entre el par motor de la máquina eléctrica y un par motor de referencia.
5. Banco de pruebas según la reivindicación 4, en el que el dispositivo convertidor eléctrico está dispuesto para cambiar el par motor de referencia en respuesta a una situación en la que la velocidad de rotación de la máquina eléctrica coincide con un límite de velocidad superior o un límite de velocidad inferior, cambiándose el par motor de referencia en un sentido en el que la velocidad de rotación retorna a un intervalo de velocidad definido por los límites de velocidad superior e inferior.
6. Banco de pruebas según cualquiera de las reivindicaciones 4 ó 5, en el que el motor de accionamiento (104, 105) es un motor eléctrico y el banco de pruebas comprende otro dispositivo convertidor eléctrico (114) dispuesto para controlar la velocidad de rotación del motor eléctrico basándose en una diferencia entre la velocidad de rotación del motor eléctrico y una velocidad de referencia.
7. Banco de pruebas según cualquiera de las reivindicaciones 4-6, en el que la máquina eléctrica del dispositivo de control es una máquina eléctrica de corriente alterna y el dispositivo convertidor eléctrico del dispositivo de control es un convertidor de frecuencia.
8. Banco de pruebas según cualquiera de la reivindicación 6, en el que el motor de accionamiento es un motor eléctrico de corriente alterna y el otro dispositivo convertidor eléctrico (114) es un convertidor de frecuencia.
9. Método para someter a prueba una caja de engranajes, comprendiendo el método:
 - conectar (401) árboles de entrada y de salida de la caja de engranajes sometida a prueba a superficies de contacto de conexión rotatorias de un banco de pruebas,
 - accionar (403) el banco de pruebas y la caja de engranajes sometida a prueba, e

- imponer (404) par motor de prueba a la caja de engranajes sometida a prueba,

caracterizado porque el método comprende además formar (402) al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos con la ayuda de al menos dos árboles de transmisión de potencia que constituyen, junto con un sistema de engranajes del banco de pruebas y la caja de engranajes sometida a prueba, los al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos, formándose los al menos dos bucles de potencia cerrados mecánicos cuando la caja de engranajes sometida a prueba es el único dispositivo sometido a prueba conectado al banco de pruebas y un solo árbol de entrada de la caja de engranajes sometida a prueba y un solo árbol de salida de la caja de engranajes sometida a prueba están conectados a las superficies de contacto de conexión rotatorias del banco de pruebas.

- 5
 - 10
 - 15
 - 20
 - 25
 - 30
 - 35
10. Método según la reivindicación 9, en el que el método comprende además adaptar la relación de engranajes del banco de pruebas para que se corresponda con la relación de engranajes de la caja de engranajes sometida a prueba con la ayuda de al menos una plataforma de engranajes diferencial que tiene elementos rotatorios primero y segundo que forman parte de los bucles de potencia cerrados mecánicos y cuya diferencia de velocidad de rotación mutua depende de la velocidad de rotación de un tercer elemento rotatorio de la plataforma de engranajes diferencial, y en el que el par motor de prueba se impone a la caja de engranajes sometida a prueba controlando un par motor que actúa en el tercer elemento rotatorio cuando está rotando el tercer elemento rotatorio.
 11. Método según la reivindicación 10, en el que la plataforma de engranajes diferencial es un engranaje planetario, un árbol de engranaje central y una corona de engranaje del engranaje planetario que son los elementos rotatorios primero y segundo y un portasatélite del engranaje planetario que es el tercer elemento rotatorio.
 12. Método según la reivindicación 10, en el que el par motor que actúa en el tercer elemento rotatorio se controla con un sistema que comprende una máquina eléctrica y un dispositivo convertidor eléctrico que controla la máquina eléctrica basándose en una diferencia entre el par motor de la máquina eléctrica y un par motor de referencia.
 13. Método según la reivindicación 12, en el que el par motor de referencia se cambia en respuesta a una situación en la que la velocidad de rotación de la máquina eléctrica coincide con un límite de velocidad superior o un límite de velocidad inferior, cambiándose el par motor de referencia en un sentido en el que la velocidad de rotación retorna a un intervalo de velocidad definido por los límites de velocidad superior e inferior.
 14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9-13, en el que los bucles de potencia cerrados mecánicos se accionan con uno o más motores eléctricos y se controla la velocidad de rotación de los motores eléctricos basándose en una diferencia entre la velocidad de rotación de los motores eléctricos y una velocidad de referencia.
 15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 12-14, en el que la máquina eléctrica es una máquina eléctrica de corriente alterna y la máquina eléctrica se controla con un convertidor de frecuencia.

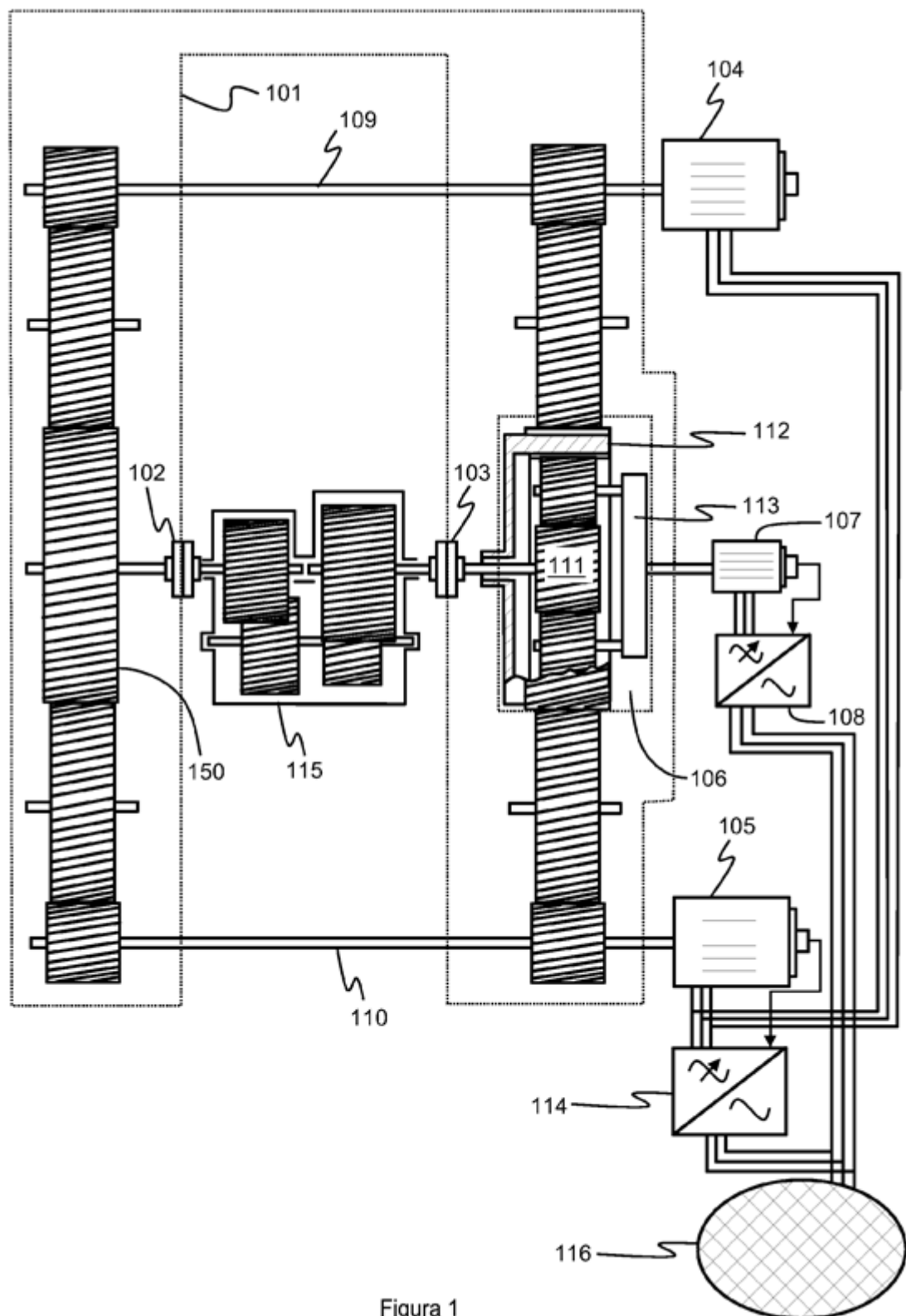


Figura 1

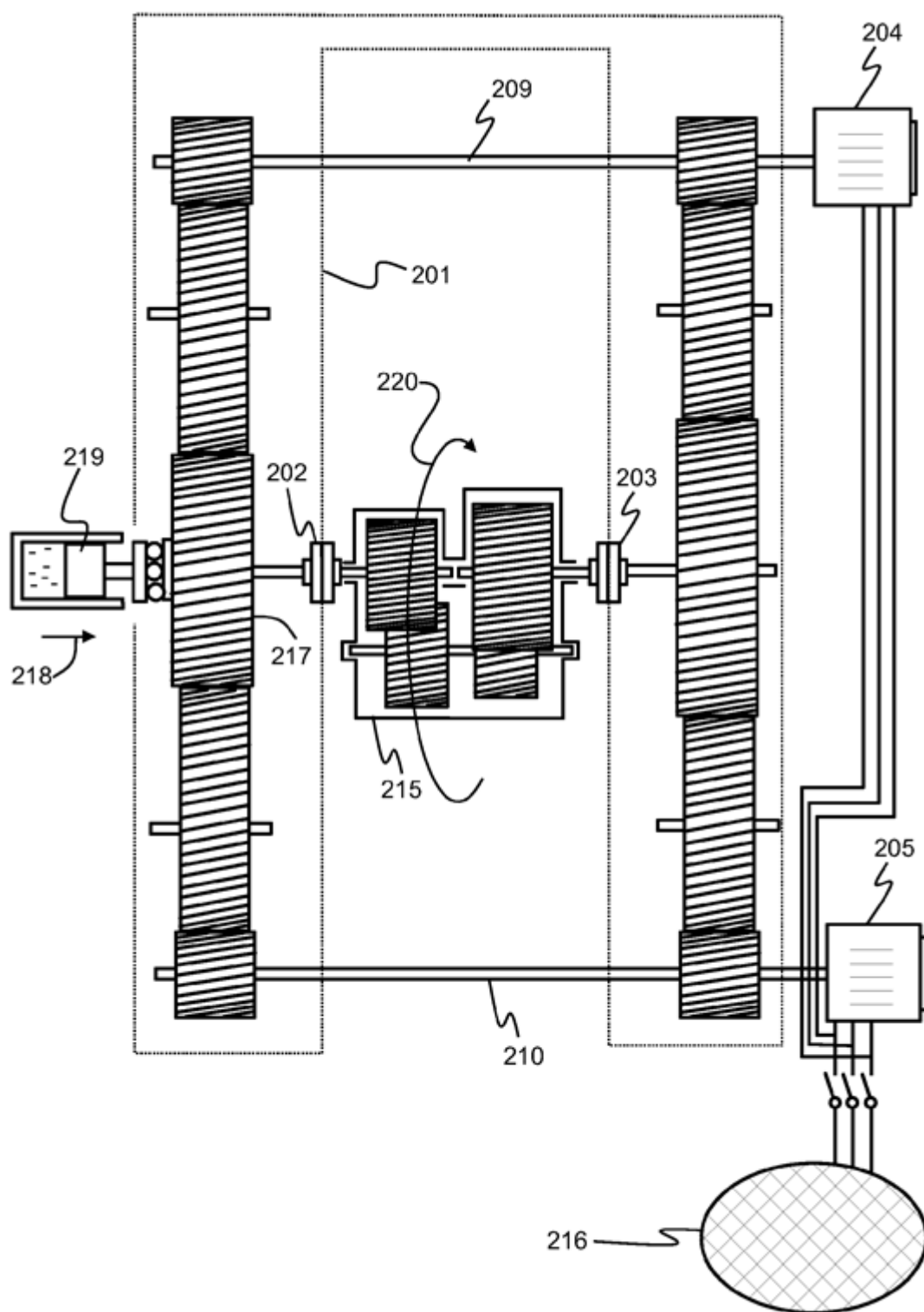


Figura 2

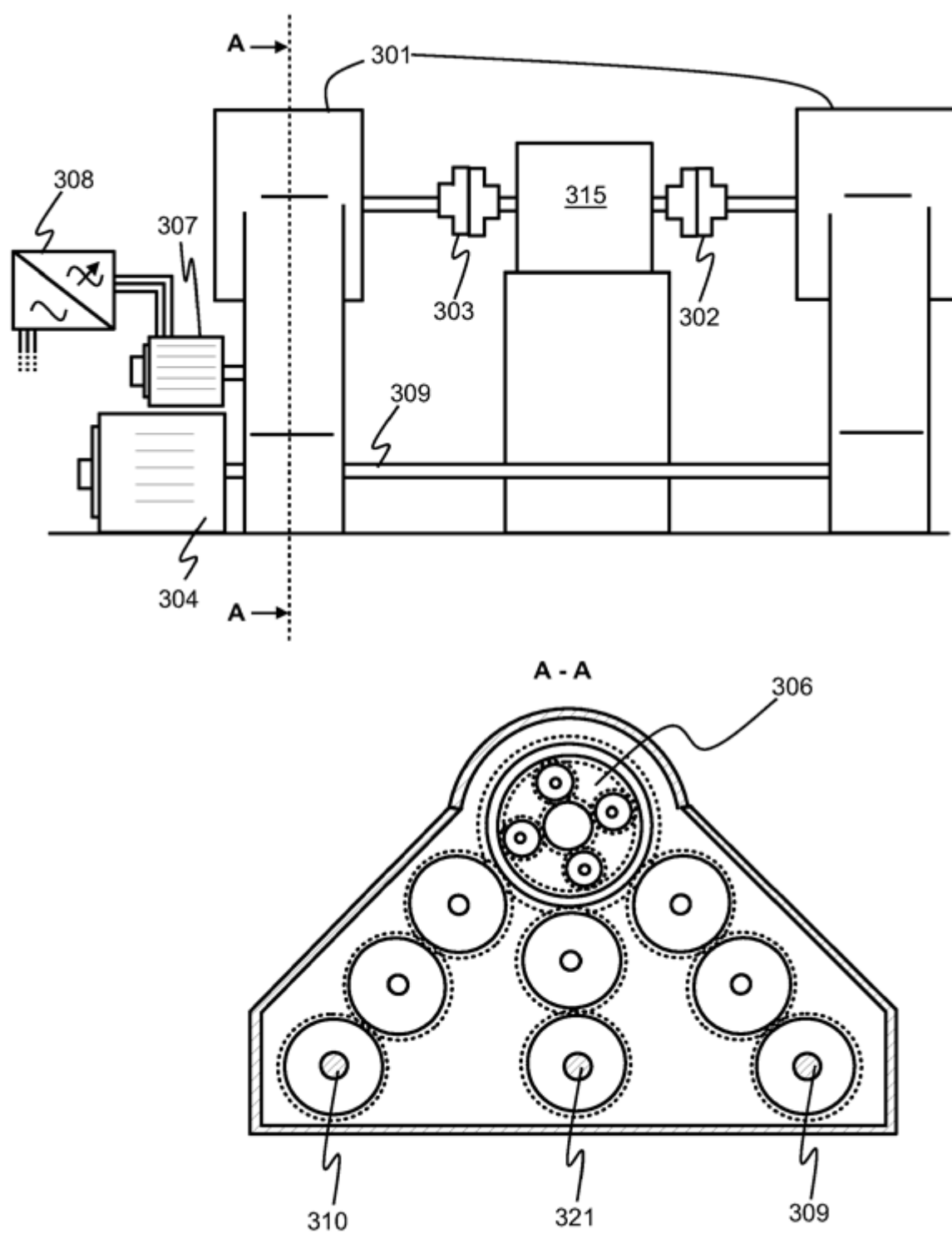


Figura 3

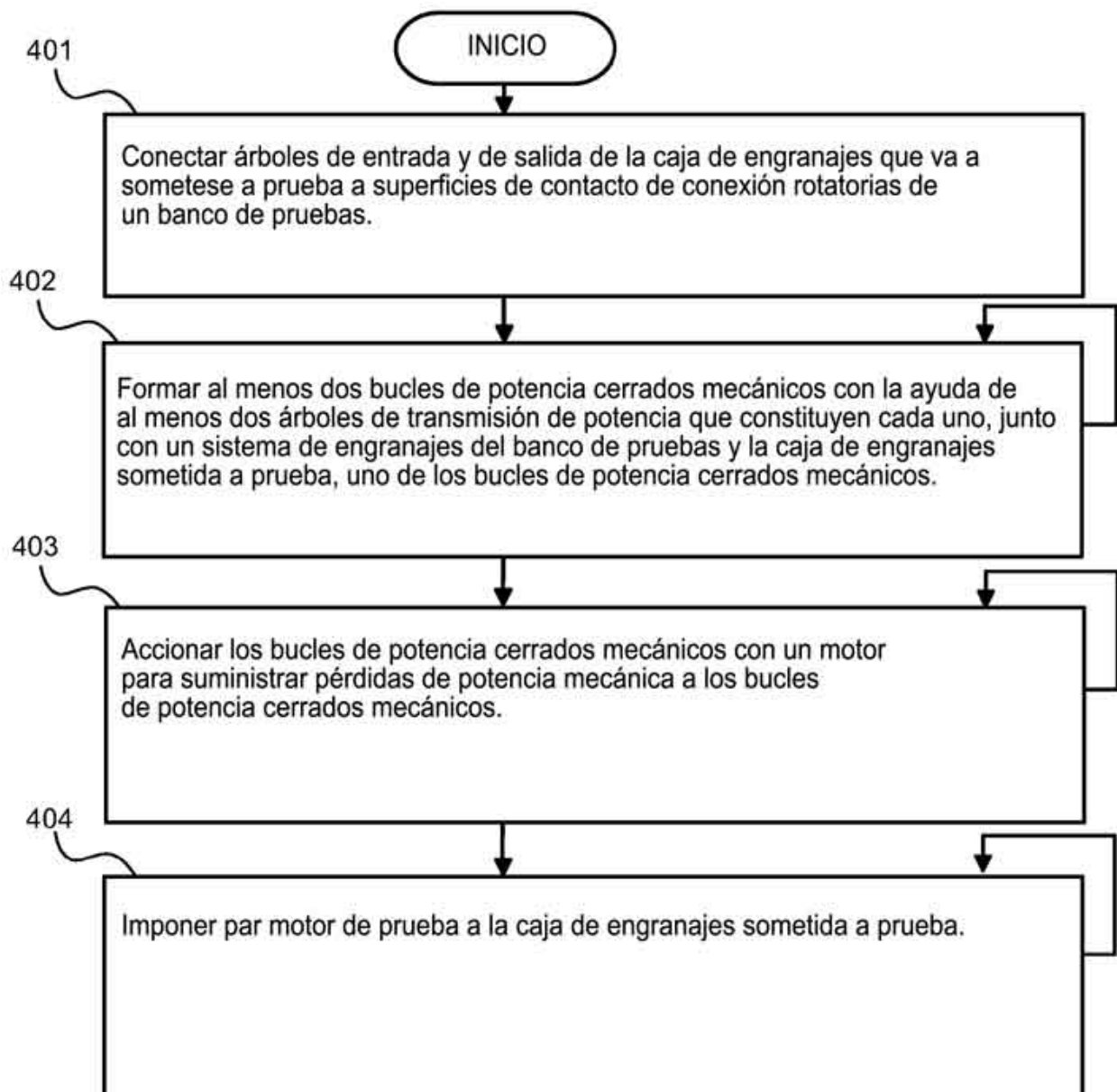


Figura 4