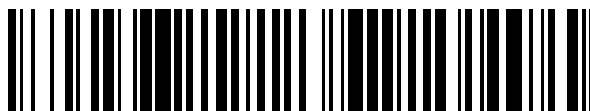


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 788**

51 Int. Cl.:

F03D 80/70 (2006.01)

F04B 23/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.05.2013 PCT/EP2013/059098**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.12.2013 WO13182355**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2013 E 13720914 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 2855928**

54 Título: **Método para lubricar una caja de engranajes de una turbina eólica**

30 Prioridad:

05.06.2012 EP 12170773

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

25.02.2019

73 Titular/es:

**ZF WIND POWER ANTWERPEN NV (100.0%)
Gerard Mercatorstraat 40
3920 Lommel, BE**

72 Inventor/es:

LEIMANN, DIRK

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 701 788 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

Método para lubricar una caja de engranajes de una turbina eólica

Campo técnico de la invención.

5 La presente invención se refiere a un método para lubricar una caja de engranajes para una turbina eólica. Más en concreto, la presente invención se refiere a un método para lubricar una caja de engranajes para una turbina eólica en situaciones de emergencia tales como, por ejemplo, pérdida de la red eléctrica o fallo de la bomba eléctrica.

Antecedentes de la invención

10 La lubricación de piezas giratorias tales como engranajes y cojinetes en cajas de engranajes para turbinas eólicas durante el funcionamiento de la turbina eólica, es muy importante. La no provisión o provisión suficiente de lubricante a estas piezas puede causar daños y fallos en tales piezas. Especialmente los cojinetes que soportan engranajes y árboles en la caja de engranajes, y más particularmente los cojinetes lisos, son muy sensibles a una buena lubricación y necesitan en todo momento contar con lubricante suficiente para no fallar.

15 Durante el funcionamiento normal, en diseños conocidos de turbinas eólicas y cajas de engranajes, el lubricante se alimenta continuamente a las piezas giratorias mediante una bomba eléctrica y generalmente esto es suficiente para alimentar la cantidad correcta de lubricante a las piezas giratorias. Sin embargo, en situaciones de emergencia tales como, por ejemplo, pérdida de la red eléctrica o fallo de la bomba eléctrica, la alimentación de lubricante puede no ser suficiente ya para que las piezas giratorias de la caja de engranajes, y especialmente los cojinetes, sigan funcionando correctamente.

El documento EP 2 159 472 A1 describe un sistema de lubricación para una turbina eólica con dos tipos de bombas.

20 Sumario de la invención

25 La presente invención proporciona un método para lubricar una caja de engranajes de una turbina eólica. La caja de engranajes comprende una pluralidad de engranajes y árboles soportados por cojinetes, de los cuales al menos uno es un cojinete liso. La caja de engranajes comprende además un sistema de lubricación con una bomba mecánica y una bomba eléctrica para alimentar lubricante a los engranajes y cojinetes. Una diferencia entre la capacidad de volumen de la bomba mecánica y la eléctrica es como máximo del 40 %. El método comprende controlar al menos una válvula para:

- durante la puesta en marcha de la caja de engranajes, alimentar lubricante a los cojinetes mediante la bomba eléctrica,

30 - durante el funcionamiento normal de la caja de engranajes, alimentar lubricante a los cojinetes y los engranajes mediante la bomba eléctrica y la bomba mecánica, y

- durante la ausencia de energía eléctrica, alimentar lubricante únicamente a los cojinetes mediante la bomba mecánica.

35 Una ventaja de un método de acuerdo con realizaciones de la invención es que siempre que la bomba eléctrica no funcione correctamente, por ejemplo, por una pérdida de la red eléctrica o simplemente por un fallo de la bomba eléctrica, se proporciona suficiente lubricante a los cojinetes, y más particularmente al al menos un cojinete liso, para evitar que se dañen debido a una cantidad demasiado baja de lubricante.

De acuerdo con realizaciones de la invención, el método puede comprender, además, durante la puesta en marcha de la caja de engranajes, alimentar lubricante a los engranajes mediante la bomba mecánica.

40 De acuerdo con realizaciones de la invención, el sistema de lubricación puede comprender una pluralidad de válvulas y el método puede comprender controlar una pluralidad de válvulas. De acuerdo con realizaciones de la invención, el control de al menos una válvula puede accionarse eléctricamente.

De acuerdo con otras realizaciones de la invención, el control de la al menos una válvula puede accionarse por presión.

45 De acuerdo con realizaciones adicionales de la invención, el control de la al menos una válvula puede accionarse a prueba de fallos eléctricos.

De acuerdo aún con otras realizaciones adicionales de la invención y en el caso de que el sistema de lubricación comprenda una pluralidad de válvulas, el control de las válvulas puede accionarse en parte por presión y en parte eléctricamente.

Breve descripción de los dibujos

Cabe señalar que los mismos signos de referencia en las diferentes figuras se refieren a elementos iguales, similares o análogos.

La figura 1 y la figura 2 ilustran esquemáticamente ejemplos de un sistema de lubricación de acuerdo con realizaciones de la invención.

- 5 Las figuras 3 a 5 ilustran esquemáticamente etapas de un método para lubricar una caja de engranajes para una turbina eólica de acuerdo con realizaciones de la invención.

La figura 6 y la figura 7 ilustran esquemáticamente ejemplos de un sistema de lubricación de acuerdo con realizaciones adicionales de la invención.

- 10 La figura 8 a la figura 11 ilustran esquemáticamente etapas de un método para lubricar una caja de engranajes para una turbina eólica de acuerdo con realizaciones adicionales de la invención.

Descripción de realizaciones ilustrativas

- 15 En la descripción se usarán diferentes realizaciones para describir la invención. Por tanto, se hará referencia a diferentes dibujos. Debe entenderse que estos dibujos no pretenden ser limitativos, la invención solo está limitada por las reivindicaciones. Los dibujos tienen, por tanto, fines ilustrativos, el tamaño de algunos de los elementos en los dibujos puede ser exagerado por motivos de claridad.

El término "que comprende", utilizado en las reivindicaciones, no pretende limitarse a los medios que se describen a continuación; no excluye otros elementos, piezas o etapas.

- 20 La presente invención proporciona un método para lubricar una caja de engranajes de una turbina eólica. La caja de engranajes comprende una pluralidad de engranajes y árboles soportados por cojinetes, de los cuales al menos uno es un cojinete liso, y un sistema de lubricación con una bomba mecánica y una bomba eléctrica para alimentar lubricante a los engranajes y cojinetes, en donde una diferencia entre la capacidad de volumen de la bomba mecánica y la bomba eléctrica es como máximo del 40 %. El método comprende controlar al menos una válvula para:

- 25 - durante la puesta en marcha de la caja de engranajes, alimentar lubricante a los cojinetes mediante la bomba eléctrica,
- durante el funcionamiento normal de la caja de engranajes, alimentar lubricante a los cojinetes y los engranajes mediante la bomba eléctrica y la bomba mecánica, y
- durante la ausencia de energía eléctrica, alimentar lubricante únicamente a los cojinetes mediante la bomba mecánica.

- 30 Una ventaja de un método de acuerdo con realizaciones de la invención es que siempre que haya un problema con la bomba eléctrica, por ejemplo, cuando haya una pérdida de la red eléctrica o cuando falle la bomba eléctrica, a los cojinetes en la caja de engranajes todavía se les proporciona suficiente lubricante para evitar que se dañen. La presente invención se describirá a continuación mediante diferentes realizaciones. Debe entenderse que estas realizaciones son solo para facilitar la comprensión de la invención y no tienen la intención de limitar la invención de ninguna manera. La figura 1 y la figura 2 ilustran un sistema de lubricación 1 para una caja de engranajes 10 de acuerdo con realizaciones de la presente invención. El sistema de lubricación 1 comprende un depósito de lubricante 2, una bomba mecánica 3 y una bomba eléctrica 4. Una diferencia entre la capacidad de volumen de la bomba mecánica 3 y la bomba eléctrica 4 es de como máximo el 40 %. Esto significa que cuando la suma de las capacidades de volumen de la bomba mecánica 3 y la bomba eléctrica 4 es, por ejemplo, de 100L, entonces la capacidad de volumen de la bomba mecánica 3 puede ser como mínimo de 30L y como máximo de 70L y la capacidad de volumen de la bomba eléctrica 4 puede ser respectivamente de 70L como máximo y de 30L como mínimo. Preferiblemente, la capacidad de volumen de la bomba mecánica 3 y la bomba eléctrica 4 puede ser igual y, por ejemplo, puede ser de 50L. El depósito de lubricante 2 comprende lubricante para lubricar engranajes G y cojinetes B en la caja de engranajes 10. De acuerdo con realizaciones de la invención, al menos uno de los cojinetes B en la caja de engranajes 10 puede ser un cojinete liso. Según otras realizaciones, más de uno de los cojinetes B en la caja de engranajes 10 pueden ser cojinetes lisos y, de acuerdo aún con otras realizaciones adicionales de la invención, todos los cojinetes B en la caja de engranajes 10 pueden ser cojinetes lisos.

- 50 De acuerdo con realizaciones de la invención, y como se ilustra en la figura 1, el sistema de lubricación 1 puede estar situado dentro de la caja de engranajes 10. Sin embargo, de acuerdo con otras realizaciones, y como se ilustra en la figura 2, el sistema de lubricación 1 también puede estar situado fuera la caja de engranajes 10 o, dicho de otro modo, puede ser un depósito de lubricante externo 2.

En el ejemplo dado en la figura 1 y la figura 2, el sistema de lubricación 1 comprende además una válvula 5 para controlar el flujo del lubricante y un sistema de control (no mostrado) para controlar esta válvula 5.

5 Durante la puesta en marcha de la caja de engranajes de turbina eólica, la bomba eléctrica 4 alimenta lubricante a los cojinetes B (ver figura 3). Durante esta etapa, de acuerdo con realizaciones de la invención, la bomba mecánica 3 no está funcionando. La válvula 5 se controla de manera que solo se proporciona lubricante a los cojinetes B. El flujo de lubricante se indica mediante la flecha en la figura 3. Según realizaciones de la invención, el control de la válvula 5 puede ser accionado por presión. En ese caso, debido a que solo la bomba eléctrica proporciona lubricante, la presión no es lo suficientemente alta como para abrir la válvula 5 y, por tanto, el lubricante solo fluye a los cojinetes B. De acuerdo con otras realizaciones de la invención, el control de la válvula 5 puede ser accionado eléctricamente. En ese caso, la válvula 5 se controla para que permanezca cerrada de manera que el lubricante solo pueda fluir a los cojinetes B y no a los engranajes G. De acuerdo aún con otras realizaciones de la invención, el control de la válvula 5 puede ser accionado a prueba de fallos eléctricos. Esto significa que, siempre que no haya electricidad, la válvula 5 se colocará en la posición correcta para solo permitir flujo de lubricante a los cojinetes B y no a los engranajes G.

15 Durante el funcionamiento normal, se proporciona lubricante tanto a los engranajes G como a los cojinetes B, tanto mediante la bomba mecánica 3 como mediante la bomba eléctrica 4 (ver figura 4). Por tanto, el sistema de control controla la válvula 5 para que se abra y permita flujo de lubricante también a los engranajes G. El flujo de lubricante se ilustra nuevamente mediante la flecha en la figura 4. Como ya se ha mencionado anteriormente, el control de la válvula 5 puede ser accionado por presión, eléctricamente o a prueba de fallos eléctricos.

20 Durante el funcionamiento normal, cuando se produce una pérdida de la red eléctrica o por algún otro motivo la bomba eléctrica 4 no funciona correctamente, hará falta tiempo, por ejemplo, unos segundos, para que la turbina y, por tanto, también la caja de engranajes se detengan. En este caso, de acuerdo con realizaciones de la invención, el sistema de control acciona la válvula 5 para que se cierre a fin de permitir flujo de lubricante desde el depósito de lubricante 2 a través de la bomba mecánica 3 a los cojinetes B y no a los engranajes G (se indica con la flecha en la figura 5).

25 La figura 6 y la figura 7 ilustran otra realización de la presente invención. De acuerdo con esta realización, el sistema de lubricación 1 es similar al descrito en la realización anterior, aunque ahora comprende una pluralidad de válvulas 5a a 5f, en lugar de solo una válvula 5, para controlar el flujo de lubricante. Al igual que en la realización anterior, el sistema de lubricación 1 puede estar situado dentro de la caja de engranajes 10 (ver figura 6) o puede estar situado fuera de la caja de engranajes 10 (ver figura 7).

30 Según realizaciones de la invención, durante la puesta en marcha de la caja de engranajes de turbina eólica 10, la bomba eléctrica 4 proporciona lubricante a los cojinetes B (ver figura 8). En esta etapa, el sistema de control controla las válvulas 5a a 5f, de manera que las válvulas 5a y 5b se abren para permitir que el lubricante fluya desde el depósito de lubricante 2 hacia los cojinetes B a través de la bomba eléctrica (el flujo de lubricante se indica mediante la flecha en la figura 8). De acuerdo con otras realizaciones, durante la puesta en marcha de la caja de engranajes de turbina eólica 10, se puede proporcionar también lubricante a los engranajes G mediante la bomba mecánica 3. Esto se ilustra en la figura 9. En este caso, el sistema de control controla las válvulas 5a a 5f para que las válvulas 5a a 5c y 5e se abran para permitir que fluya lubricante a los cojinetes B y a los engranajes G y para que se cierren esas válvulas 5d y 5f.

40 Durante el funcionamiento normal, se proporciona lubricante tanto a los engranajes G como a los cojinetes B. Por tanto, el sistema de control controla las válvulas 5a a 5f para que todas estas válvulas 5a a 5f se abran para que pueda fluir lubricante desde el depósito de lubricante 2 a través de la bomba mecánica 3 y la bomba eléctrica 4 a los engranajes G y los cojinetes B. Esto se ilustra en la figura 10, en la que el flujo de lubricante se indica mediante una flecha. Mientras la caja de engranajes de turbina eólica funcione de manera normal, estas válvulas 5a a 5f permanecen abiertas de manera que en todo momento los engranajes G y los cojinetes B estén provistos de lubricante suficiente para funcionar correctamente.

45 Durante el funcionamiento normal, cuando se produce una pérdida de la red eléctrica o la bomba eléctrica 4 no funciona correctamente por algún otro motivo, hará falta tiempo, por ejemplo, unos segundos, para que la turbina y por tanto también la caja de engranajes 10 se detengan. En este caso, de acuerdo con realizaciones de la invención, el sistema de control acciona las válvulas 5a a 5f para que las válvulas 5c y 5d se abran a fin de permitir flujo de lubricante desde el depósito de lubricante 2 a través de la bomba mecánica 3 a los cojinetes B y para que las otras válvulas 5a, 5b, 5e y 5f permanezcan cerradas (ver figura 11). Esto se debe a que es muy importante que los cojinetes B, y especialmente el al menos un cojinete plano B, tengan suficiente lubricante hasta que la turbina eólica y, por tanto, la caja de engranajes 10 se detengan o, dicho de otro modo, ya no giren. Si este no fuera el caso, o, dicho de otro modo, si no se proporcionara suficiente lubricación a los cojinetes B mientras la caja de engranajes 10 aún está funcionando, esto podría dañar gravemente los cojinetes B.

55 De acuerdo con realizaciones de la invención, el control de las válvulas 5a a 5f puede ser accionado eléctricamente, a prueba de fallos eléctricos o por presión.

60 A continuación, se describirá con más detalle el caso de las válvulas 5a a 5f que son accionadas eléctricamente y por presión. De acuerdo con estas realizaciones, durante la puesta en marcha de la turbina eólica, la bomba eléctrica 4 está funcionando y permite que fluya lubricante hacia la válvula 5a. Debido a la presión causada por el flujo de lubricante, la válvula 5a se abrirá y permitirá más flujo del lubricante. De manera similar, debido a la presión

5 del lubricante, la válvula 5b se cerrará y permitirá que fluya lubricante a los cojinetes B. La válvula 5f se controla así
eléctricamente para que permanezca cerrada y prácticamente no fluya lubricante a los engranajes G en ese
momento. Durante el funcionamiento normal de la caja de engranajes 10, tanto la bomba mecánica 3 como la
bomba eléctrica 4 funcionan y permiten que fluya lubricante desde el depósito de lubricante 2 a través de las
10 válvulas 5a y 5c, respectivamente. Debido a la presión ejercida por el lubricante, estas válvulas 5a y 5c se abrirán y
permitirán un mayor flujo del lubricante. De manera similar, debido al flujo de lubricante, las válvulas 5b y 5f y las
válvulas 5d y 5e, respectivamente, se abrirán y permitirán que se proporcione lubricante a los engranajes G y los
cojinetes B, respectivamente. En resumen, durante el funcionamiento normal, la presión del lubricante será lo
suficientemente alta como para hacer que todas las válvulas 5a a 5f se abran de manera que pueda fluir lubricante
15 hacia los engranajes G y los cojinetes B. Cuando la bomba eléctrica 4 deja de funcionar, solo quedará la bomba
mecánica 3 para proporcionar lubricante a los componentes de la caja de engranajes 10. En ese caso, la presión del
lubricante hará que la válvula 5c permanezca abierta y permita un mayor flujo de lubricante. De manera similar, la
válvula 5d también permanecerá abierta para permitir que se suministre lubricante a los cojinetes B. La válvula 5e se
controlará entonces eléctricamente para que se cierre y no permita más flujo de lubricante a los engranajes G. Las
válvulas 5a, 5b y 5f se cerrarán debido a una presión demasiado baja del lubricante.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para lubricar una caja de engranajes de una turbina eólica, comprendiendo la caja de engranajes una pluralidad de engranajes y árboles soportados por cojinetes de los cuales al menos uno es un cojinete liso, y un sistema de lubricación con una bomba mecánica y una bomba eléctrica para alimentar lubricante a los engranajes y los cojinetes, caracterizado por que una diferencia entre la capacidad de volumen de la bomba mecánica y la eléctrica es de 40 % como máximo, y por que el método comprende controlar al menos una válvula para:
- durante la puesta en marcha de la caja de engranajes, alimentar lubricante a los cojinetes mediante la bomba eléctrica,
 - 10 - durante el funcionamiento normal de la caja de engranajes, alimentar lubricante a los cojinetes y los engranajes mediante la bomba eléctrica y la bomba mecánica, y
 - durante la ausencia de energía eléctrica, alimentar lubricante únicamente a los cojinetes mediante la bomba mecánica.
- 15 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además, durante la puesta en marcha de la caja de engranajes, alimentar lubricante a los engranajes mediante la bomba mecánica.
3. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el método comprende controlar una pluralidad de válvulas.
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el control de las válvulas se acciona eléctricamente.
- 20 5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el control de las válvulas se acciona por presión.
6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el control de las válvulas se acciona a prueba de fallos eléctricos.
7. Método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el control de las válvulas se acciona en parte por presión y en parte eléctricamente.
- 25

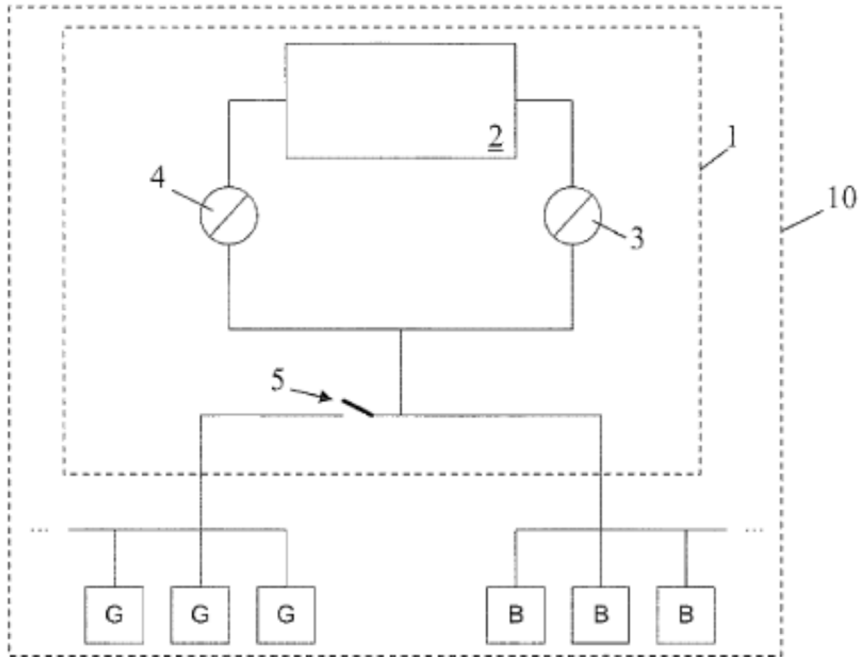


FIG. 1

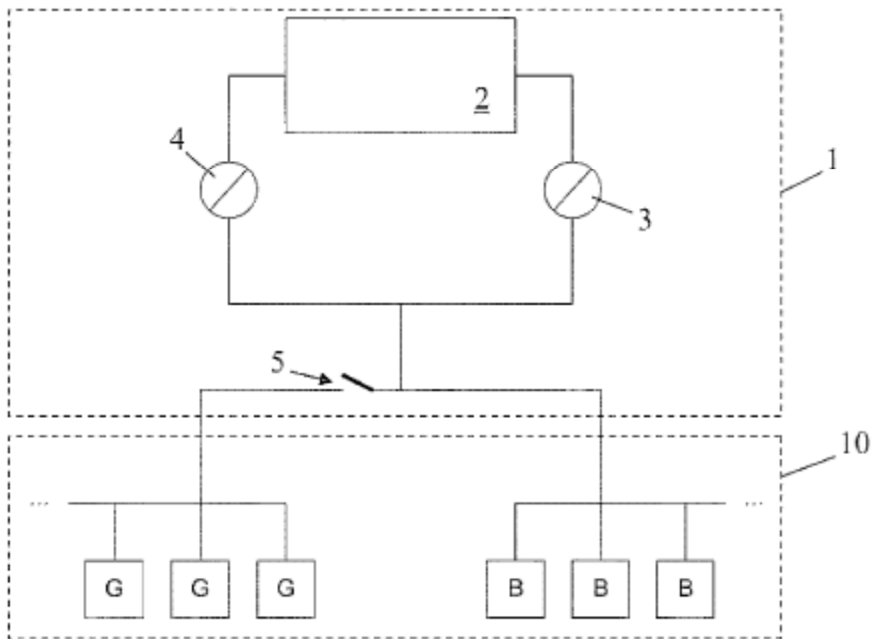


FIG. 2

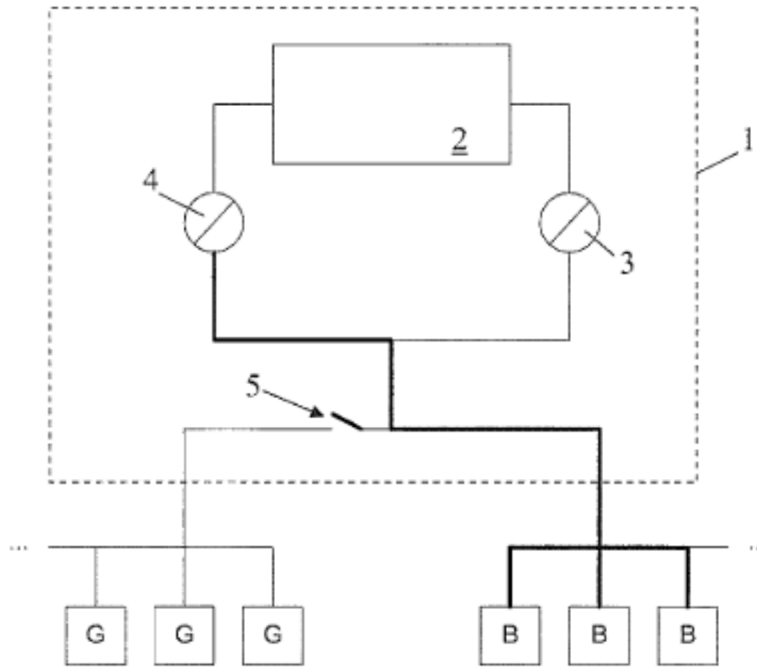


FIG. 3

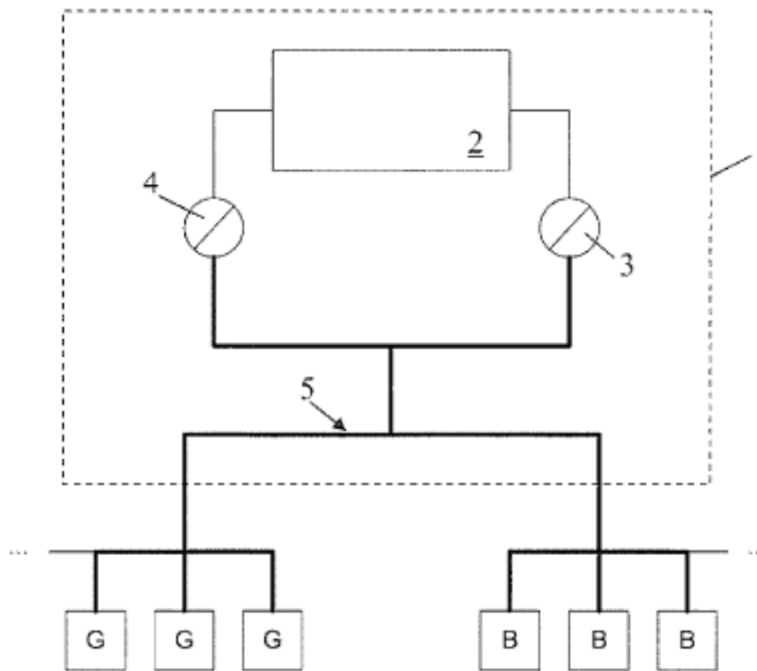


FIG. 4

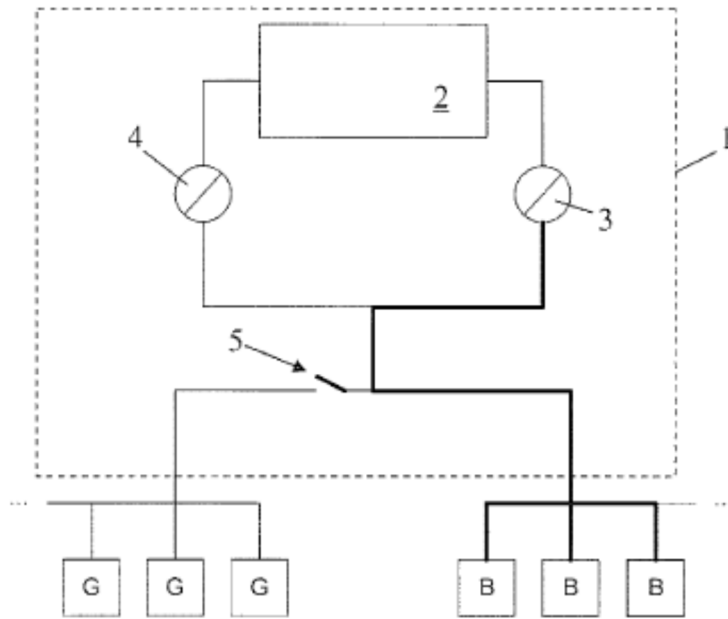


FIG. 5

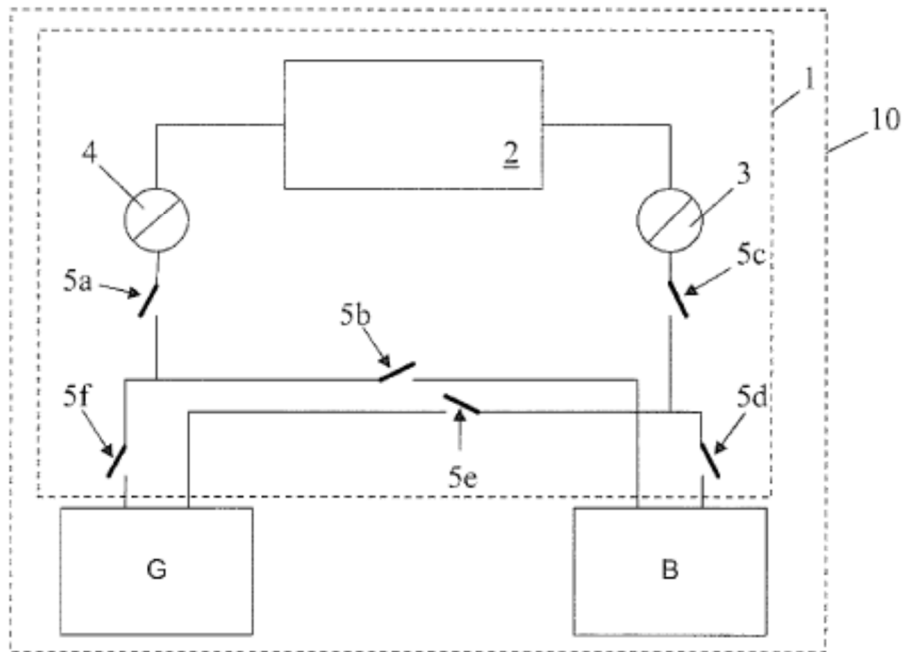


FIG. 6

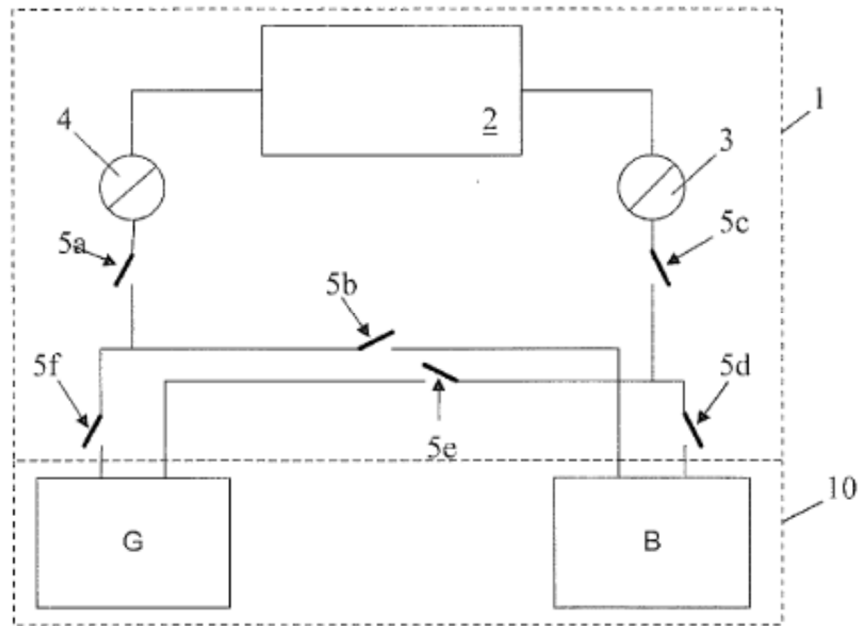


FIG. 7

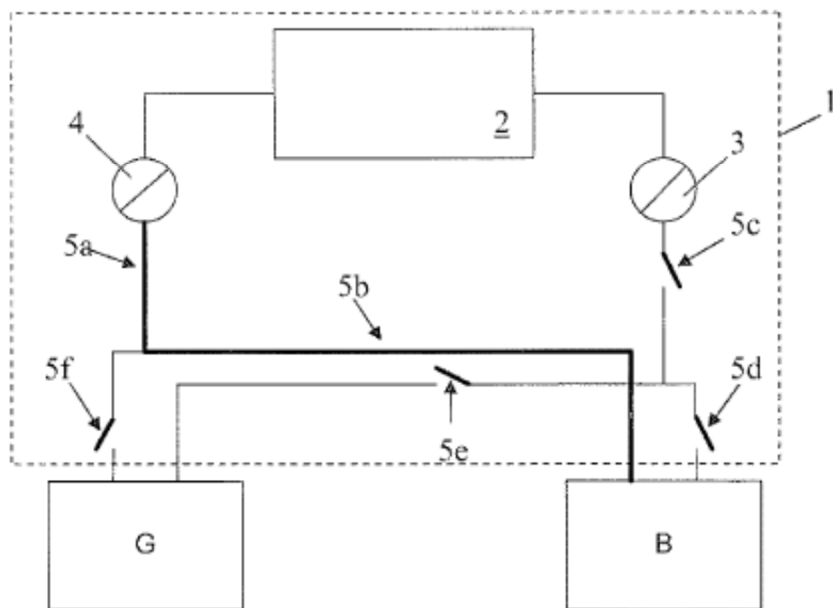


FIG. 8

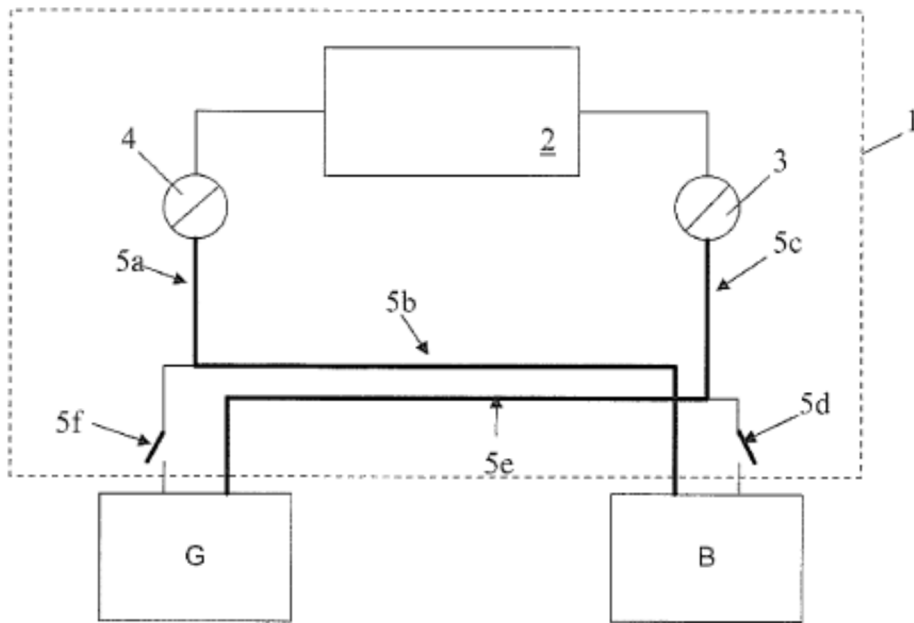


FIG. 9

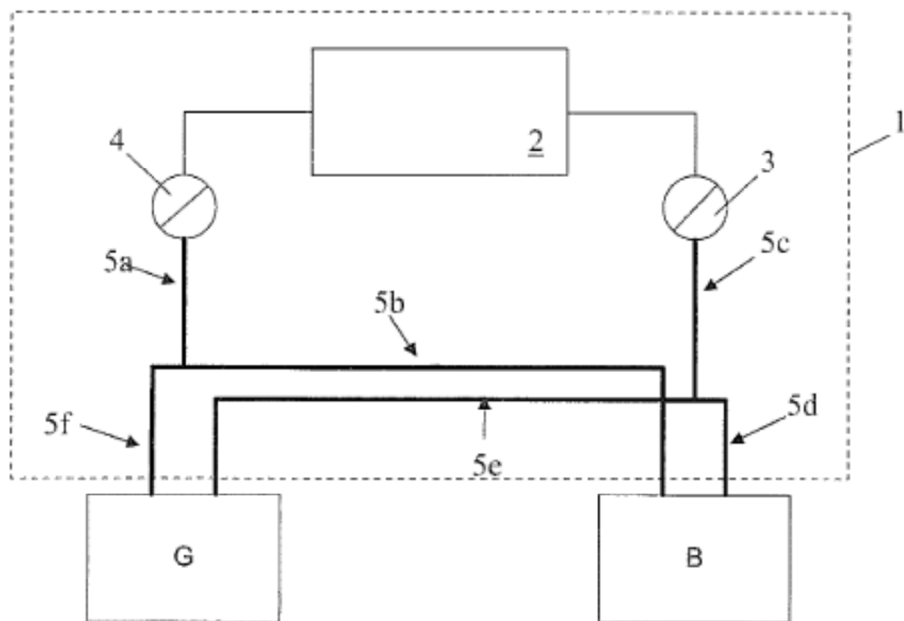


FIG. 10

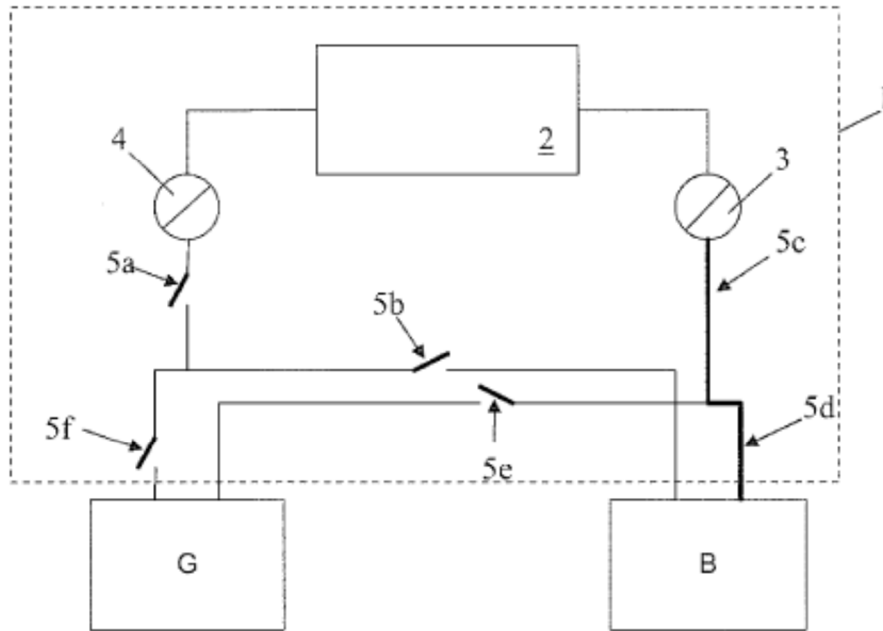


FIG. 11