

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 352**

51 Int. Cl.:

**H01H 47/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2007 E 07864564 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2015 EP 2210262**

54 Título: **Sistema y método para proteger una estructura de bobina en un conmutador controlado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.12.2015**

73 Titular/es:

**LEACH INTERNATIONAL CORPORATION  
(100.0%)  
6900 ORANGETHORPE AVENUE  
BUENA PARK, CA 90622-5032, US**

72 Inventor/es:

**TOFIGH, FARSHID y  
KRUPPA, OTMAR**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 553 352 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

Sistema y método para proteger una estructura de bobina en un conmutador controlado

5 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere, en general, a un sistema y un método para proteger una estructura de bobina usada en un conmutador controlado. Más especialmente, la presente invención se refiere a un sistema para proteger una estructura de bobina que proporciona una fuerza de conmutación usada para accionar uno o más conmutadores de carga. La estructura de bobina genera la fuerza de conmutación en respuesta a una corriente considerable. Sin embargo, la aplicación continua de la corriente en el mismo nivel a la estructura de bobina puede provocar daños a la bobina.

El documento GB 272 012 A desvela un circuito de conmutación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Este documento desvela, además, un método de funcionamiento de un circuito de conmutación que comprende una estructura de bobina (1) configurada para accionar al menos un conmutador de carga (4) y al menos un conmutador auxiliar (2, 3) en respuesta a una entrada de control, comprendiendo la estructura de bobina (1) una bobina principal (1) y una bobina de componente (que se extiende desde b hasta a), siendo la bobina de componente una parte de la bobina principal que se extiende desde un primer extremo (b) de la bobina principal a una conexión intermedia (a) de la bobina principal, pudiendo la estructura de bobina conmutarse entre una configuración de accionamiento (véase la página 2, líneas 100-107 y la figura) para accionar el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar desde una posición predeterminada, y una configuración de retención (véase desde la línea 107 de la página 2 a la línea 6 de la página 3) para retener el al menos un conmutador de carga (4) y el al menos un conmutador auxiliar (2, 3) en una posición conmutada, comprendiendo el método: proporcionar una corriente de conmutación a la estructura de bobina; generar, en respuesta a la corriente de conmutación, una fuerza para conmutar el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar.

**Sumario de la invención**

Se describen sistemas y métodos para proteger una estructura de bobina en un conmutador controlado. En muchas realizaciones, la estructura de bobina incluye una configuración de conmutación y una configuración de retención. Puede proporcionarse una corriente sustancial a la estructura de bobina en la configuración de conmutación, mientras que puede proporcionarse una corriente más pequeña en la configuración de retención. Para proteger la estructura de bobina en la configuración de conmutación contra los daños provocados por la corriente sustancial, puede usarse un dispositivo de limitación de corriente reajutable para limitar sustancialmente la corriente cuando la corriente supera un umbral durante un periodo de tiempo predeterminado.

La invención se refiere a un circuito de conmutación de acuerdo con la reivindicación 1.

Una realización preferida de la invención se refiere a un circuito de conmutación para accionar uno o más conmutadores de carga y al menos un conmutador auxiliar, teniendo cada uno del uno o más conmutadores de carga y los conmutadores auxiliares una posición predeterminada y una posición conmutada, en el que la posición predeterminada del conmutador auxiliar está cerrada, incluyendo el circuito de conmutación una bobina principal configurada para recibir una corriente procedente de una fuente de alimentación de control y para proporcionar una fuerza para retener el uno o más conmutadores de carga y el conmutador auxiliar en la posición conmutada, en el que la bobina principal comprende un primer extremo, un segundo extremo y una conexión intermedia, un dispositivo de limitación de corriente reajutable conectado al primer extremo de la bobina principal y al conmutador auxiliar, estando el dispositivo reajutable configurado para limitar el flujo de corriente cuando la corriente supera un umbral durante un periodo de tiempo predeterminado, y una bobina de componente que comprende una parte de la bobina principal desde el segundo extremo a la conexión intermedia de la bobina principal, en el que la conexión intermedia está conectada al conmutador auxiliar, y en el que la bobina de componente está configurada para proporcionar una fuerza para accionar el uno o más conmutadores de carga y el conmutador auxiliar desde la posición predeterminada.

Un desarrollo de este circuito de conmutación puede comprender, además, una fuente de alimentación conectada al uno o más conmutadores de carga, que están conectados a una carga.

En otro desarrollo del circuito de conmutación, el dispositivo reajutable puede configurarse para limitar sustancialmente el flujo de corriente cuando la corriente supera el umbral durante un periodo de tiempo predeterminado, y/o puede configurarse para permitir que la corriente fluya con una resistencia mínima cuando la corriente esté por debajo del umbral durante un periodo de tiempo predeterminado.

En otro desarrollo más del circuito de conmutación, una resistencia del dispositivo reajutable puede aumentar al menos un orden de magnitud cuando la corriente supera un umbral durante un periodo de tiempo predeterminado.

Además, el dispositivo reajutable en el circuito de conmutación puede ser un termistor o un dispositivo de

coeficiente de temperatura positivo.

Además, la invención se refiere a un método de acuerdo con la reivindicación 11.

5 En un desarrollo de este método, el circuito de conmutación puede comprender, además, una fuente de alimentación de control configurada para suministrar corriente a la estructura de bobina, en el que el al menos un conmutador de carga está conectado entre una fuente de alimentación y una carga.

10 Además, la fuente de alimentación de control y la fuente de alimentación pueden ser fuentes de alimentación eléctrica de aeronave, siendo la carga una carga eléctrica de aeronave.

15 La limitación de la corriente de conmutación que fluye a través de la estructura de bobina usando el dispositivo de limitación de corriente reajutable cuando la corriente de conmutación supera el umbral de corriente durante un periodo de tiempo predeterminado, en el método anterior, puede comprender limitar sustancialmente la corriente de conmutación que fluye a través de la estructura de bobina en la configuración de accionamiento usando el dispositivo de limitación de corriente reajutable cuando la corriente de conmutación supera el umbral durante un periodo de tiempo predeterminado.

20 Además, la limitación de la corriente de conmutación que fluye a través de la estructura de bobina usando el dispositivo de limitación de corriente reajutable cuando la corriente de conmutación supera el umbral de corriente durante un periodo de tiempo predeterminado, en el método anterior, puede realizarse mediante el dispositivo de limitación de corriente reajutable, aumentando la resistencia del dispositivo reajutable al menos un orden de magnitud cuando la corriente de conmutación supera el umbral durante un periodo de tiempo predeterminado.

25 Además, un desarrollo del método anterior puede comprender también permitir que la corriente de conmutación fluya con una resistencia mínima cuando la corriente de conmutación está por debajo del umbral de corriente.

30 En otro desarrollo de dicho método, la corriente de conmutación suministrada por la entrada de control puede accionar el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar desde la posición predeterminada; en este desarrollo, una corriente de retención suministrada por la entrada de control puede retener el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar en la posición conmutada, y la corriente de conmutación puede ser mayor que la corriente de retención.

35 Además, en el método anterior, la posición predeterminada del al menos un conmutador auxiliar puede estar cerrada, mientras que la posición predeterminada del al menos un conmutador de carga está, en una variante, abierta, o en otra variante, cerrada.

### Breve descripción de los dibujos

40 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema de control de alimentación de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema de control de alimentación que incluye un conmutador controlado con un dispositivo de limitación de corriente de acuerdo con una realización de la presente invención.

45 La figura 3 es un diagrama esquemático de un sistema de control de alimentación que incluye un conmutador controlado que normalmente tiene los conmutadores de carga cerrados de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4 es un diagrama esquemático de un sistema de control de alimentación que incluye un conmutador controlado que tiene tres conmutadores de carga de acuerdo con una realización de la presente invención.

50 La figura 5 es un diagrama esquemático de un sistema de control de alimentación que incluye un conmutador controlado que tiene un conmutador de carga de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 6 es un diagrama de flujo de un proceso para hacer funcionar un conmutador controlado de acuerdo con una realización de la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

55 Volviendo ahora a los dibujos, se ilustran las realizaciones de los sistemas y los métodos para proteger una bobina en un conmutador controlado, tal como un contactor o un relé. Los conmutadores controlados pueden usarse para conectar o desconectar cargas de diversos tamaños y fases procedentes de las fuentes de alimentación. Estos conmutadores controlados incluyen habitualmente una bobina que actúa como un electroimán para proporcionar una fuerza para conmutar la carga cuando se aplica corriente a la bobina. Esta fuerza puede usarse para conmutar uno o más conmutadores de carga junto con un conmutador auxiliar. Se proporcionan corrientes sustanciales para permitir que la bobina conmute la carga y los conmutadores auxiliares. A menudo se usa una bobina de retención o "economizadora" para disminuir la cantidad de corriente necesaria para retener el o los armazones del conmutador controlado en la posición conmutada una vez que se han accionado los conmutadores de carga y auxiliares. En tal caso, una parte de la bobina economizadora puede usarse como una bobina de accionamiento o de "enganche".

60

65

Durante el funcionamiento, la fuente de alimentación de control aplica una tensión para generar una corriente sustancial en la bobina de enganche. La bobina de retención se coloca en paralelo con el conmutador auxiliar normalmente cerrado, haciendo que se corte durante el periodo de conmutación. La bobina de enganche puede colocarse en serie con el conmutador auxiliar y puede producir una fuerza de conmutación proporcional a la de la corriente sustancial suministrada por la fuente de alimentación de control. Cuando el conmutador controlado se acciona por la fuerza de conmutación, los contactos auxiliares se abren y la bobina economizadora (de retención) se coloca en la trayectoria de la corriente. La bobina economizadora tiene, en general, una mayor impedancia que la bobina de enganche, disminuyendo la corriente requerida procedente de la fuente de alimentación de control para mantener el conmutador controlado en la posición conmutada.

En el caso de que el conmutador auxiliar falle en su funcionamiento, la continuidad de la corriente de accionamiento sustancial puede provocar daños permanentes en, y el posterior fallo de, las bobinas. Para evitar la destrucción de las bobinas y el conmutador controlado (por ejemplo, un relé) cuando el conmutador auxiliar falla en su funcionamiento, un dispositivo de limitación de corriente reajutable se coloca en serie con la bobina de enganche y el conmutador auxiliar. Este dispositivo de limitación de corriente reajutable limita sustancialmente la corriente que pasa a través del dispositivo cuando la corriente supera un umbral durante un periodo de tiempo predeterminado. Cuando la corriente cae por debajo del umbral, el dispositivo reajutable recupera su estado original en el que conduce la corriente con una limitación mínima.

En una realización, el conmutador controlado puede controlar la distribución de alimentación en un sistema eléctrico de aeronave. La alimentación puede distribuirse usando uno cualquiera de los sistemas de CC o de CA (de una, dos o tres fases), o cualquier combinación de los mismos. En una realización, el conmutador controlado tiene dos conmutadores de carga que conmutan las fuentes de alimentación de CC. En varias realizaciones, las fuentes de alimentación de CC funcionan a 28 voltios, 26 voltios o 270 voltios. En una realización, las fuentes de alimentación de CC funcionan en el intervalo de 11 a 28 voltios. En otras realizaciones, el conmutador controlado tiene tres conmutadores de carga que conmutan las fuentes de alimentación de CA. En una realización, la fuente de alimentación de CA funciona a 115 voltios y en una frecuencia de 400 hertzios. En otras realizaciones, el conmutador controlado tiene un solo conmutador de carga que puede conmutar una fuente de alimentación de CC o una sola fase de una fuente de alimentación de CA. En otras realizaciones, las fuentes de alimentación funcionan en otras tensiones y otras frecuencias. En una realización, las fuentes de alimentación de CC pueden incluir baterías, unidades de alimentación auxiliares y/o fuentes de alimentación de CC externas. En una realización, las fuentes de alimentación de CA pueden incluir generadores, turbinas de aire de impacto y/o fuentes de alimentación de CA externas.

En la figura 1 se muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de control de alimentación de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema de control de alimentación 200 incluye un conmutador controlado 202 conectado a una fuente de alimentación 204, una carga 206 y una fuente de alimentación de control 208. Durante el funcionamiento, si el conmutador controlado 202 recibe una señal de la fuente de alimentación de control 208, el conmutador 202 conecta o desconecta la carga 206 procedente de la fuente de alimentación 204.

En una realización, el sistema de control de alimentación 200 es un subsistema de un sistema eléctrico de aeronave. La fuente de alimentación 204 puede ser un generador, una batería u otras fuentes de alimentación de CA o de CC. La carga 206 puede incluir instrumentos de vuelo de aeronave, sistemas esenciales tales como un tren de aterrizaje, luces exteriores, controles de motor de aeronave y similares, y/o servicios para los pasajeros, tales como luces, aire acondicionado y sistemas de entretenimiento. En una realización, las cargas requieren de 1 a 400 amperios. En otra realización, las cargas requieren habitualmente de 50 a 60 amperios. La fuente de alimentación de control 208 puede ser una señal generada en respuesta o bien a sistemas automatizados o a sistemas manuales. En muchas realizaciones, la fuente de alimentación de control es capaz de suministrar una cantidad de corriente adecuada para hacer funcionar el conmutador controlado 202. En una realización, son suficientes de 6 a 7 amperios procedentes de la fuente de alimentación de control para hacer que el conmutador controlado conecte o desconecte la carga. En una realización, el conmutador controlado es un contactor. En otra realización, el conmutador controlado es un relé.

En la figura 2 se muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de control de alimentación que incluye un conmutador controlado con un dispositivo de limitación de corriente de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema de control de alimentación 300 incluye un conmutador controlado 302, una fuente de alimentación 304, una carga 306 y una fuente de alimentación de control 308. El conmutador controlado 302 incluye una bobina de enganche 310, una bobina economizadora 312, un conmutador auxiliar 320, un primer conmutador de carga 322, un segundo conmutador de carga 324 y un dispositivo de limitación de corriente 330. La bobina economizadora 312 incluye un primer extremo 314, una conexión intermedia 316, y un segundo extremo 318, en el que la bobina de enganche consiste en la parte de la bobina economizadora que se extiende desde el segundo extremo 318 hasta la conexión intermedia 316.

La fuente de alimentación 304 está conectada al primer conmutador de carga 322 y el segundo conmutador de carga 324. El primer conmutador de carga 322 y el segundo conmutador de carga 324 están conectados a la carga 306. La fuente de alimentación de control 308 está conectada tanto al primer extremo 314 como al segundo extremo 318 de la bobina economizadora 312. El conmutador auxiliar y cada uno de los conmutadores de carga primero y

segundo incluyen un brazo de conmutador (armazón) y un contacto de conmutador. La conexión intermedia 316 está conectada al conmutador auxiliar 320. En la realización ilustrada, el conmutador auxiliar 320 está normalmente cerrado y funciona de manera complementaria a los conmutadores de carga que normalmente están abiertos. Los tres conmutadores están dispuestos de tal manera que los tres se conmutan entre sí. El conmutador auxiliar 320 está conectado al dispositivo de limitación de corriente 330. El primer extremo 314 de la bobina economizadora 312 está conectado al dispositivo de limitación de corriente 330.

Durante el funcionamiento, la fuente de alimentación de control 308 proporciona una tensión y una corriente de conmutación a la bobina de enganche 310 en el segundo extremo 318. En este momento, el dispositivo de limitación de corriente 330 tiene una resistencia mínima a la corriente que fluye a través del dispositivo. Por lo tanto, casi toda la corriente de conmutación se desplaza inicialmente a través de la bobina de enganche 310 y hacia fuera de la conexión intermedia 316, a través del conmutador auxiliar 320 y el dispositivo de limitación de corriente 330, y vuelve a la fuente de alimentación de control 308 a través del primer extremo 314. En una realización, la corriente de conmutación proporcionada por la fuente de alimentación de control 308 entra en el primer extremo 314 de la bobina economizadora 312 y vuelve a través del segundo extremo 318.

La corriente de conmutación inicial puede ser sustancial con el fin de facilitar la conmutación usando la bobina de enganche. En una realización, la corriente de conmutación inicial o corriente de entrada es aproximadamente de 6 a 7 amperios. La bobina de enganche actúa como un electroimán para crear una fuerza que conmuta o acciona físicamente el conmutador auxiliar y ambos conmutadores de carga. Tras la conmutación con éxito del conmutador auxiliar, puede reducirse la corriente de conmutación suministrada por la fuente de alimentación de control, ya que la fuerza requerida para retener el conmutador en la posición conmutada es, en general, menor de la fuerza requerida para hacer funcionar el conmutador. Esto se logra abriendo el contacto auxiliar en paralelo a la bobina de retención y, por lo tanto, colocando la bobina de retención, con mayor impedancia, en la trayectoria de la corriente.

El conmutador auxiliar puede fallar en su apertura debido a los contactos de conmutador fallidos, la baja tensión de la fuente de alimentación de control u otras razones. En tal caso, el dispositivo de limitación de corriente detecta la corriente de conmutación continua y actúa para limitar la corriente que fluye a través del dispositivo. En una realización, el dispositivo de limitación de corriente es un fusible reajutable, tal como un termistor o un fusible de coeficiente de temperatura positivo de polímero (PPTC). En tal caso, el fusible reajutable tiene una corriente umbral o de desconexión, de tal manera que cuando se supera el umbral durante un periodo de tiempo predeterminado, el fusible reajutable empieza a calentarse rápidamente. El calor cambia las propiedades resistivas del fusible reajutable, de tal manera que la resistencia del dispositivo aumenta drásticamente cuando se supera el umbral. En una realización, la resistencia aumenta en al menos un orden de magnitud. En otra realización, la resistencia aumenta de manera exponencial. Sin embargo, cuando la corriente a través del fusible reajutable vuelve a un nivel por debajo del umbral, la resistencia del fusible se hace mínima de nuevo como si se hubiera restablecido. De esta manera, el fusible reajutable puede usarse cualquier número de veces para evitar que los fallos de conmutador destruyan la bobina de conmutación.

En una realización, el dispositivo de limitación de corriente puede ser una combinación de componentes capaces de comparar un nivel de corriente de entrada y un umbral durante cierto periodo de tiempo, y de cambiar la impedancia total observada en la corriente de entrada basándose en la comparación. La combinación puede incluir cualquier número de dispositivos, incluyendo circuitos integrados, procesadores y/o dispositivos específicos acoplados entre sí.

En una realización, la corriente umbral debe superarse durante un periodo de tiempo mayor de 20 a 30 milisegundos antes de que el fusible reajutable se caliente rápidamente para limitar el flujo de corriente. En una realización, el fusible reajutable puede ser un fusible de coeficiente de temperatura positivo reajutable POLYFUSE® tal como cualquiera de los fusibles 60R250, 60R300 y 60R375 fabricados por Littlefuse, Inc. de Des Plaines, Illinois. En tal caso, la corriente umbral puede ser 5, 6, y 7,5 amperios, respectivamente. En una realización, la corriente de entrada es mayor de 6 a 7 amperios. En otra realización, la corriente umbral debe superarse durante un periodo de tiempo mucho mayor de 20 a 30 milisegundos. En una realización, dos o más fusibles reajutables pueden usarse juntos en paralelo para aumentar la capacidad de corriente y para ampliar el tiempo para la combinación de favor para cambiar sustancialmente su impedancia. En otra realización, dos o más fusibles reajutables pueden usarse juntos en serie.

Volviendo brevemente a la figura 1, el conmutador controlado 202 funciona de la misma manera descrita anteriormente para el conmutador controlado 302 de la figura 2, en una realización de la invención.

En la figura 3 se muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de control de alimentación que incluye un conmutador controlado que tiene normalmente los conmutadores de carga cerrados de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema de control de alimentación 400 incluye un conmutador controlado 402, una fuente de alimentación 404, una carga 406 y una fuente de alimentación de control 408. El conmutador controlado 402 incluye una bobina de enganche 410, una bobina economizadora 412, un conmutador auxiliar 420, un primer conmutador de carga 422, un segundo conmutador de carga 424, y un dispositivo de limitación de corriente 430. La bobina economizadora 412 incluye un primer extremo 414, una conexión intermedia 416, y un

segundo extremo 418, en el que la bobina de enganche consiste en la parte de la bobina economizadora que se extiende desde el segundo extremo 418 hasta la conexión intermedia 416.

5 La fuente de alimentación 404 está conectada al primer conmutador de carga 422 y el segundo conmutador de carga 424. El primer conmutador de carga 422 y el segundo conmutador de carga 424 están conectados a la carga 406. La fuente de alimentación de control 408 está conectada tanto al primer extremo 414 como al segundo extremo 418 de la bobina economizadora 412. El conmutador auxiliar y cada uno de los conmutadores de carga primero y segundo incluyen un brazo de conmutador y un contacto de conmutador. La conexión intermedia 416 está conectada al conmutador auxiliar 420. En la realización ilustrada, el conmutador auxiliar 420 y los conmutadores de carga están normalmente cerrados. Los tres conmutadores están dispuestos de tal manera que los tres se conmutan entre sí. El conmutador auxiliar está conectado al dispositivo de limitación de corriente 430. El primer extremo 414 de la bobina economizadora 412 está conectado al dispositivo de limitación de corriente 430.

15 El sistema de control de alimentación 400 de la figura 4 es idéntico a la realización mostrada en la figura 3, excepto que el conmutador de carga 422 y el conmutador de carga 424 son normalmente conmutadores cerrados. El sistema de control de alimentación 400 puede funcionar como se ha descrito anteriormente para la realización mostrada en la figura 3.

20 En la figura 4 se muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de control de alimentación que incluye un conmutador controlado que tiene tres conmutadores de carga de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema de control de alimentación 500 incluye un conmutador controlado 502, una fuente de alimentación 504, una carga 506 y una fuente de alimentación de control 508. El conmutador controlado 502 incluye una bobina de enganche 510, una bobina economizadora 512, un conmutador auxiliar 520, un primer conmutador de carga 522, un segundo conmutador de carga 524, un tercer conmutador de carga 526 y un dispositivo de limitación de corriente 530. La bobina economizadora 512 incluye un primer extremo 514, una conexión intermedia 516, y un segundo extremo 518, en el que la bobina de enganche consiste en la parte de la bobina economizadora que se extiende desde el segundo extremo 518 hasta la conexión intermedia 516.

30 La fuente de alimentación 504 está conectada al primer conmutador de carga 522, el segundo conmutador de carga 524 y el tercer conmutador de carga 526. El primer conmutador de carga 522, el segundo conmutador de carga 524 y el tercer conmutador de carga 526 están conectados a la carga 506. La fuente de alimentación de control 508 está conectada tanto al primer extremo 514 como al segundo extremo 518 de la bobina economizadora 512. El conmutador auxiliar y los conmutadores de carga primero y segundo incluyen, cada uno de los mismos, un brazo de conmutador y un contacto de conmutador. La conexión intermedia 516 está conectada al conmutador auxiliar 520. En la realización ilustrada, el conmutador auxiliar 520 está normalmente cerrado y los conmutadores de carga están normalmente abiertos. Los cuatro conmutadores están dispuestos de tal manera que tres de los mismos se conmutan entre sí. El conmutador auxiliar está conectado al dispositivo de limitación de corriente 530. El primer extremo 514 de la bobina economizadora 512 está conectado al dispositivo de limitación de corriente 530.

40 El sistema de control de alimentación 500 de la figura 5 es casi idéntico a la realización mostrada en la figura 3, excepto que incluye un conmutador de carga adicional. El sistema de control de alimentación 500 puede funcionar como se ha descrito anteriormente para la realización mostrada en la figura 3.

45 En la figura 5 se muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de control de alimentación que incluye un conmutador controlado que tiene un conmutador de carga de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema de control de alimentación 600 incluye un conmutador controlado 602, una fuente de alimentación 604, una carga 606 y una fuente de alimentación de control 608. El conmutador controlado 602 incluye una bobina de enganche 610, una bobina economizadora 612, un conmutador auxiliar 620, un conmutador de carga 622, y un dispositivo de limitación de corriente 630. La bobina economizadora 612 incluye un primer extremo 614, una conexión intermedia 616, y un segundo extremo 618, en el que la bobina de enganche consiste en la parte de la bobina economizadora que se extiende desde el segundo extremo 618 hasta la conexión intermedia 616.

55 La fuente de alimentación 604 está conectada al conmutador de carga 622. El conmutador de carga 622 está conectado a la carga 606. La fuente de alimentación de control 608 está conectada tanto al primer extremo 614 como al segundo extremo 618 de la bobina economizadora 612. El conmutador auxiliar y el conmutador de carga incluyen, cada uno de los mismos, un brazo de conmutador y un contacto de conmutador. La conexión intermedia 616 está conectada al conmutador auxiliar 620. En la realización ilustrada, el conmutador auxiliar 620 está normalmente cerrado y el conmutador de carga está normalmente abierto. Los dos conmutadores están dispuestos de tal manera que ambos se conmutan entre sí. El conmutador auxiliar está conectado al dispositivo de limitación de corriente 630. El primer extremo 614 de la bobina economizadora 612 está conectado al dispositivo de limitación de corriente 630.

65 El sistema de control de alimentación 600 de la figura 5 es casi idéntico a la realización mostrada en la figura 2, excepto que incluye solo un conmutador de carga. El sistema de control de alimentación 600 puede funcionar como se ha descrito anteriormente para la realización mostrada en la figura 2.

En una realización, puede usarse cualquier número de conmutadores de carga en relación con al menos un conmutador auxiliar en cualquier número de disposiciones de las configuraciones de conmutación preestablecidas normalmente abiertas o normalmente cerradas.

- 5 En la figura 6 se muestra un diagrama de flujo de un proceso para el funcionamiento de un conmutador controlado de acuerdo con una realización de la presente invención. El proceso 750 comienza cuando se proporciona (752) una corriente de conmutación a una bobina (por ejemplo, una bobina de enganche). A continuación, el proceso genera (754) una fuerza para conmutar uno o más conmutadores de carga y un conmutador auxiliar. En una realización, la fuerza es proporcional a, o una función de, la corriente de conmutación. A continuación, el proceso determina (756)
- 10 si el conmutador auxiliar ha fallado en su funcionamiento. En una realización, la determinación se realiza basándose en la cantidad de corriente que fluye a través del dispositivo de limitación de corriente y la bobina. Si el conmutador auxiliar falla en su funcionamiento, entonces el proceso limita (758) la corriente que fluye a través de la bobina y vuelve a determinar (756) si el conmutador auxiliar ha fallado en su apertura. En una realización, la corriente que fluye a través de la bobina se limita usando un fusible reajutable. Si el conmutador auxiliar no falla en su
- 15 funcionamiento, entonces el proceso permite (760) que la cantidad de corriente al completo fluya a través de la bobina.

- Aunque la descripción anterior contiene muchas realizaciones específicas de la invención, estas no deben interpretarse como limitaciones en el alcance de la invención, sino más bien como un ejemplo de una realización de
- 20 la misma. En consecuencia, el alcance de la invención debe determinarse no por las realizaciones ilustradas, sino por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un circuito de conmutación que comprende:

- 5 al menos un conmutador de carga (322, 324, 422, 424, 522, 524, 526, 622) conectable entre una fuente de alimentación (304, 404, 504, 604) y una carga (306, 406, 506, 606) y al menos un conmutador auxiliar (320, 420, 520, 620), pudiendo accionarse cada conmutador entre una posición predeterminada y una posición conmutada; una estructura de bobina que comprende una bobina principal (312, 412, 512, 612) y una bobina de componente (310, 410, 510, 610), siendo la bobina de componente una parte de la bobina principal que se extiende desde un primer extremo (318, 418, 518, 618) de la bobina principal hasta una conexión intermedia (316, 416, 516, 616) de la bobina principal, estando la estructura de bobina configurada para accionar el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar en respuesta a una entrada de control, pudiendo la estructura de bobina conmutarse entre:
- 15 una configuración de accionamiento para accionar desde la posición predeterminada el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar, y una configuración de retención para retener en la posición conmutada el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar;
- 20 en el que el al menos un conmutador auxiliar está configurado para conmutar la estructura de bobina desde la configuración de accionamiento a la configuración de retención, **caracterizado por que** el circuito de conmutación comprende un dispositivo de limitación de corriente reajutable (330, 430, 530, 630) configurado para limitar el flujo de corriente en la configuración de accionamiento de la estructura de bobina si el flujo de corriente supera un umbral durante un periodo de tiempo predeterminado,
- 25 en el que el dispositivo de limitación de corriente reajutable está acoplado a un segundo extremo (314, 414, 514, 614) de la bobina principal y de la conexión intermedia a través del conmutador auxiliar.

2. El circuito de conmutación de la reivindicación 1:

- 30 en el que la entrada de control y la fuente de alimentación son fuentes de alimentación eléctrica de aeronaves; y en el que la carga es una carga eléctrica de aeronaves.

3. El circuito de conmutación de la reivindicación 1, en el que una impedancia del dispositivo de limitación de corriente reajutable aumenta al menos un orden de magnitud cuando la corriente supera el umbral durante el periodo de tiempo predeterminado.

- 35 4. El circuito de conmutación de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de limitación de corriente reajutable está configurado para permitir que la corriente fluya con la mínima impedancia cuando la corriente está por debajo del umbral durante otro periodo de tiempo predeterminado.

5. El circuito de conmutación de la reivindicación 1:

- 45 en el que una primera corriente suministrada por la entrada de control acciona desde la posición predeterminada el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar; en el que una segunda corriente suministrada por la entrada de control retiene en la posición conmutada el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar; y en el que la primera corriente es mayor que la segunda corriente.

6. El circuito de conmutación de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de limitación de corriente reajutable es uno de entre un termistor y un dispositivo de coeficiente de temperatura positivo.

- 50 7. El circuito de conmutación de la reivindicación 1:

- 55 en el que la posición predeterminada del al menos un conmutador auxiliar está cerrada; y en el que la posición predeterminada del al menos un conmutador de carga está abierta.

8. El circuito de conmutación de la reivindicación 1:

- 60 en el que la posición predeterminada del al menos un conmutador auxiliar está cerrada; y en el que la posición predeterminada del al menos un conmutador de carga está cerrada.

9. El circuito de conmutación de la reivindicación 1, en el que la bobina de componente se usa en la configuración de accionamiento para accionar desde la posición predeterminada el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar; y

- 65 en el que la bobina principal se usa en la configuración de retención para retener en la posición conmutada el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar.

10. El circuito de conmutación de la reivindicación 9, en el que la posición predeterminada del al menos un conmutador auxiliar está cerrada.

5 11. Un método de funcionamiento de un circuito de conmutación que comprende una estructura de bobina configurada para accionar al menos un conmutador de carga (322, 324, 422, 424, 522, 524, 526, 622) y al menos un conmutador auxiliar (320, 420, 520, 620) en respuesta a una entrada de control, comprendiendo la estructura de bobina una bobina principal (312, 412, 512, 612) y una bobina de componente (310, 410, 510, 610), siendo la bobina de componente una parte de la bobina principal que se extiende desde un primer extremo (318, 418, 518, 618) de la bobina principal hasta una conexión intermedia (316, 416, 516, 616) de la bobina principal, pudiendo la estructura de bobina conmutarse entre una configuración de accionamiento para accionar desde una posición predeterminada el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar, y una configuración de retención para retener en una posición conmutada el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar, y un dispositivo de limitación de corriente reajutable (330, 430, 530, 630) que tiene un umbral de corriente, estando el dispositivo de limitación de corriente reajutable acoplado a un segundo extremo (314, 414, 514, 614) de la bobina principal y la conexión intermedia a través del conmutador auxiliar fuera de un flujo de una corriente de retención proporcionada cuando la estructura de bobina está en la configuración de retención, comprendiendo el método:

20 proporcionar una corriente de conmutación a la estructura de bobina;  
generar, en respuesta a la corriente de conmutación, una fuerza para conmutar el al menos un conmutador de carga y el al menos un conmutador auxiliar; y  
limitar la corriente de conmutación que fluye a través de la estructura de bobina usando el dispositivo de limitación de corriente reajutable cuando la corriente de conmutación supera el umbral de corriente durante un periodo de tiempo predeterminado.

25 12. El método de la reivindicación 11:

30 en el que el circuito de conmutación comprende además una fuente de alimentación de control configurada para suministrar corriente a la estructura de bobina; y  
en el que el al menos un conmutador de carga está conectado entre una fuente de alimentación y a una carga.

35 13. El método de la reivindicación 12:

en el que la fuente de alimentación de control y la fuente de alimentación son fuentes de alimentación eléctrica de aeronaves; y  
en el que la carga es una carga eléctrica de aeronaves.

40 14. El método de la reivindicación 11, en el que la limitación de la corriente de conmutación que fluye a través de la estructura de bobina usando el dispositivo de limitación de corriente reajutable cuando la corriente de conmutación supera el umbral de corriente durante el periodo de tiempo predeterminado, comprende limitar sustancialmente la corriente de conmutación que fluye a través de la estructura de bobina en la configuración de accionamiento usando el dispositivo de limitación de corriente reajutable cuando la corriente de conmutación supera el umbral durante el periodo de tiempo predeterminado.

45 15. El método de la reivindicación 11, en el que la limitación de la corriente de conmutación que fluye a través de la estructura de bobina usando el dispositivo de limitación de corriente reajutable cuando la corriente de conmutación supera el umbral de corriente durante el periodo de tiempo predeterminado la realiza el dispositivo de limitación de corriente reajutable, en donde una resistencia del dispositivo de limitación de corriente reajutable aumenta al menos un orden de magnitud cuando la corriente de conmutación supera el umbral durante el periodo de tiempo predeterminado.

50

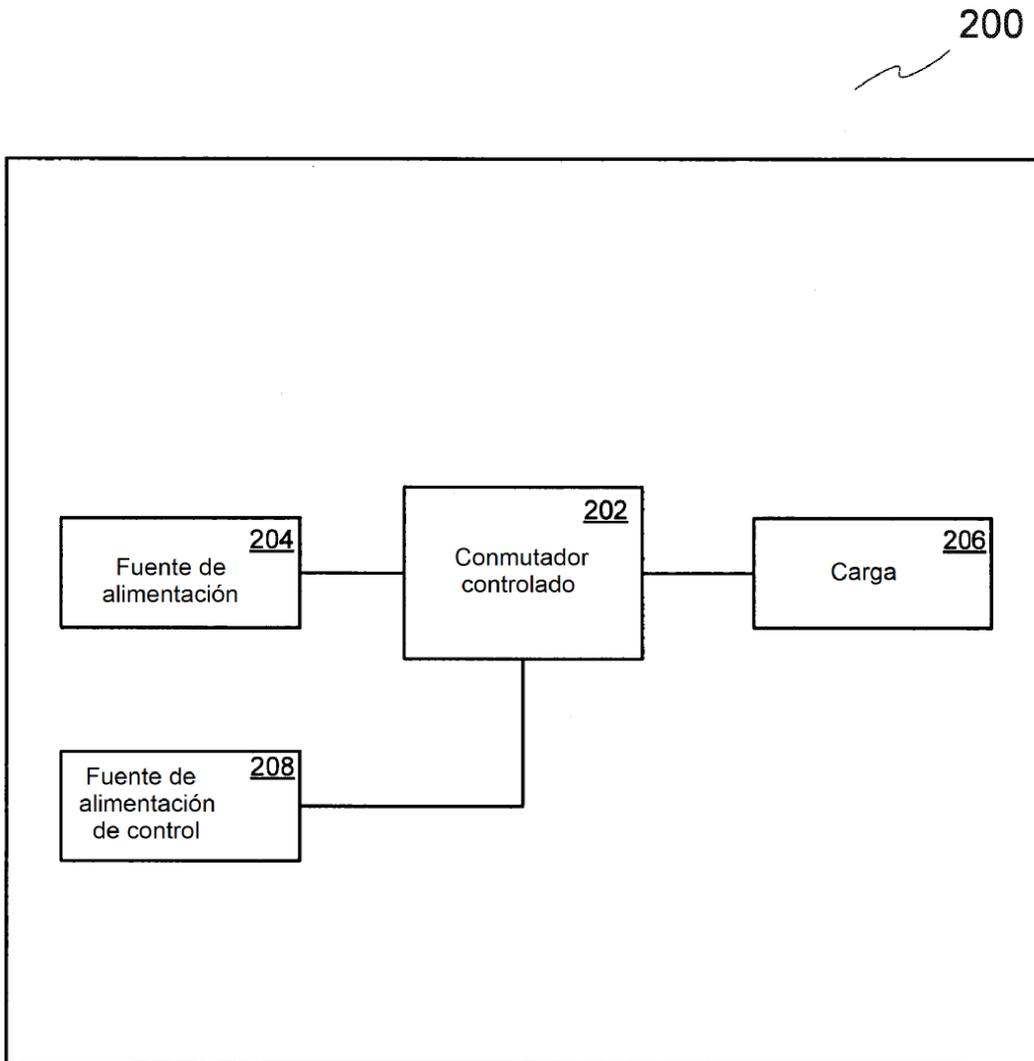


FIG. 1

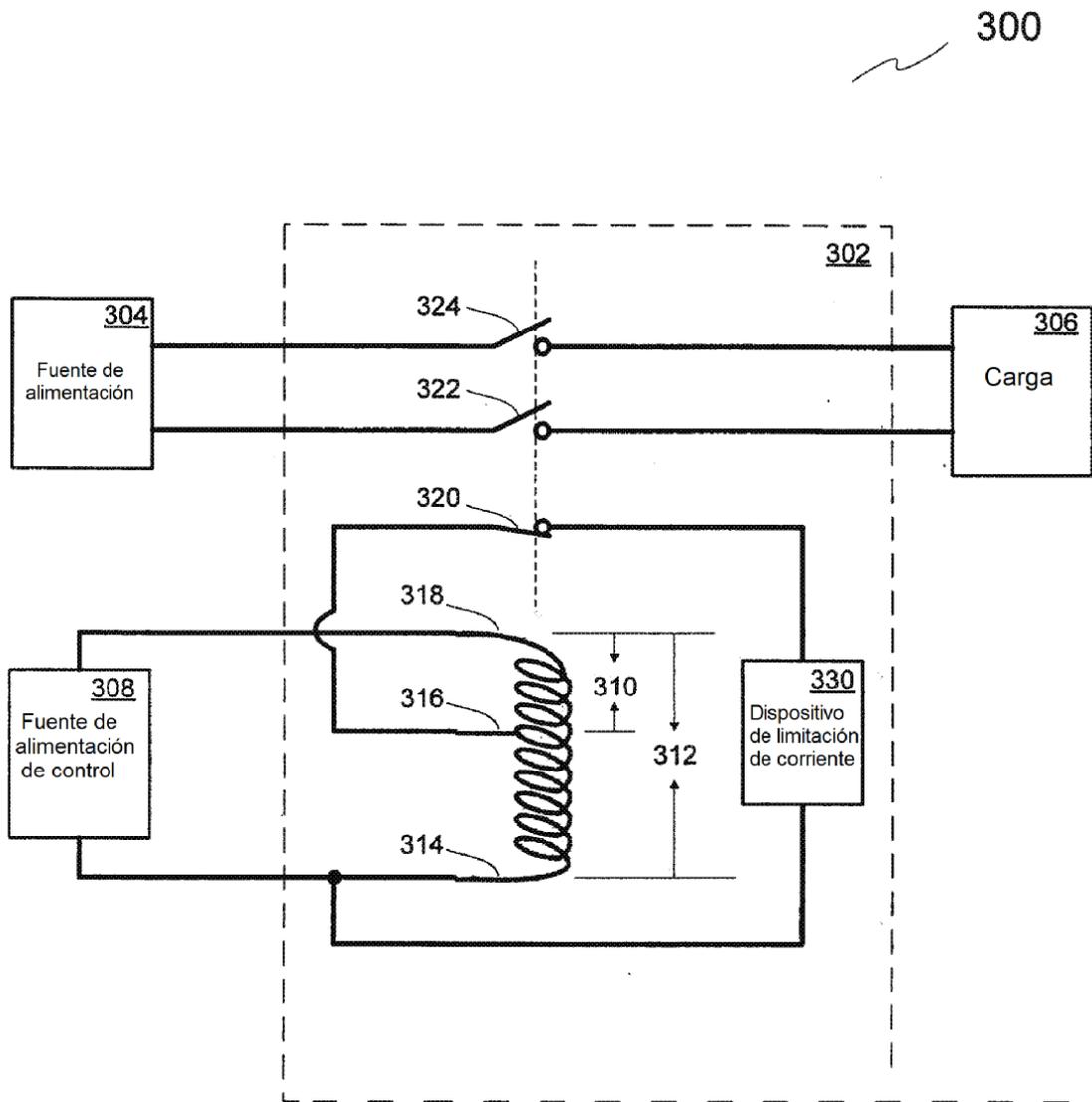


FIG. 2

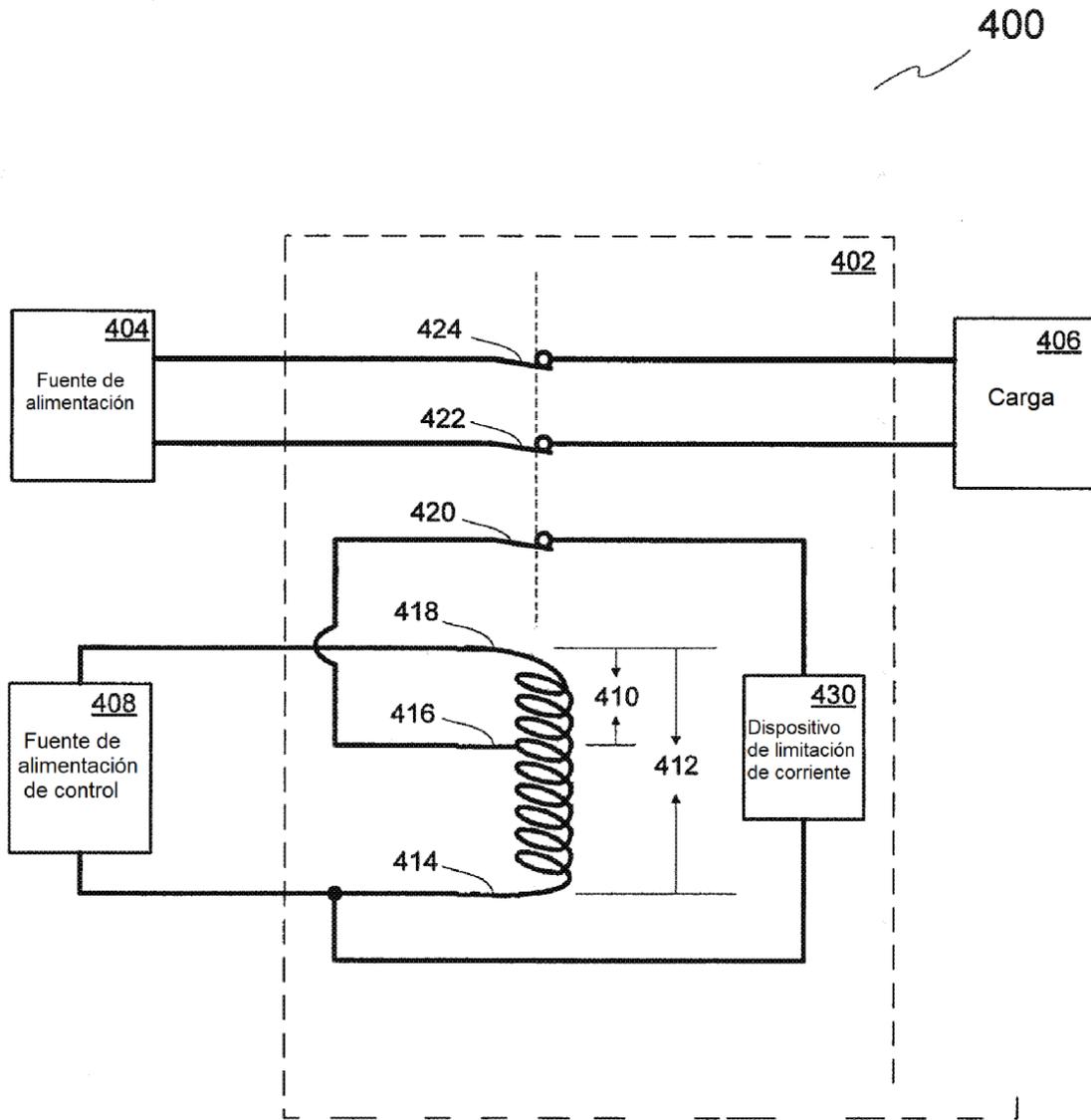


FIG. 3

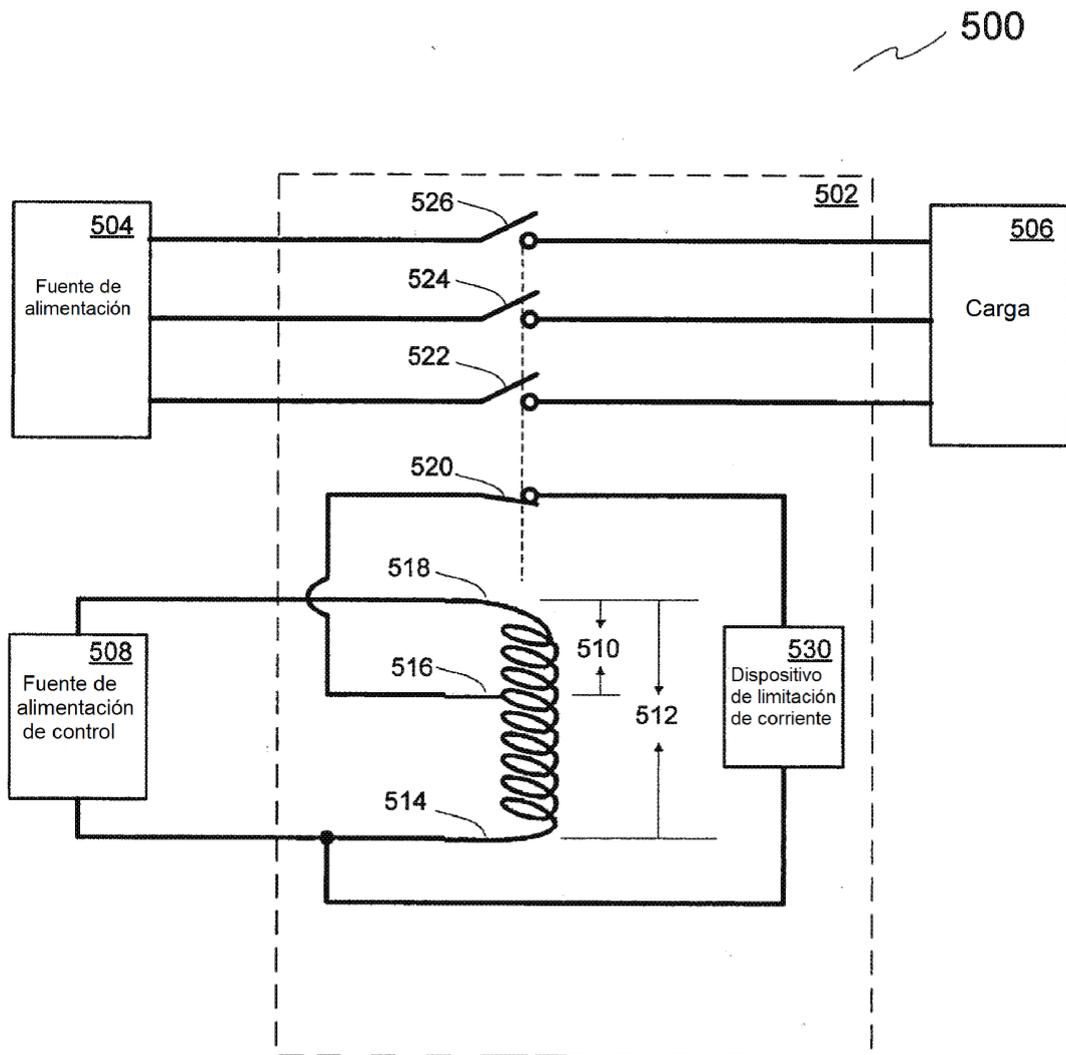


FIG. 4

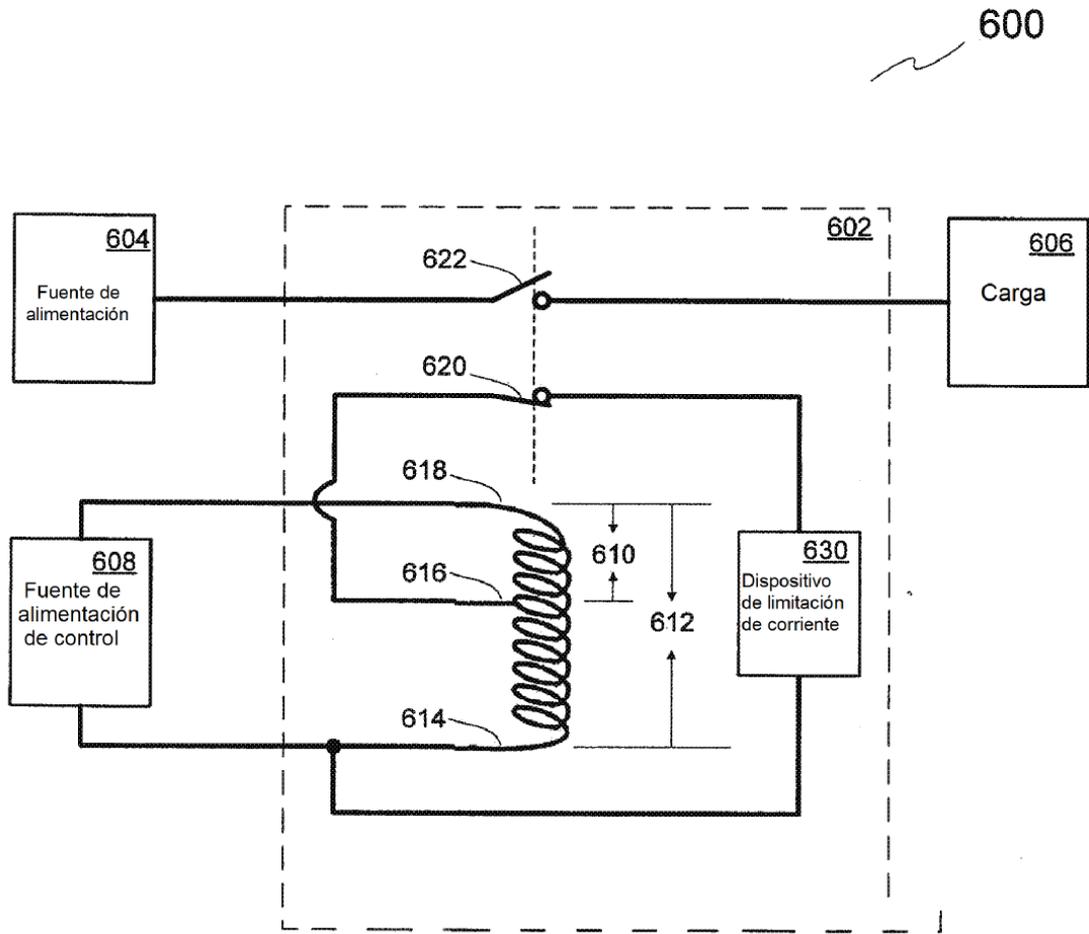


FIG. 5

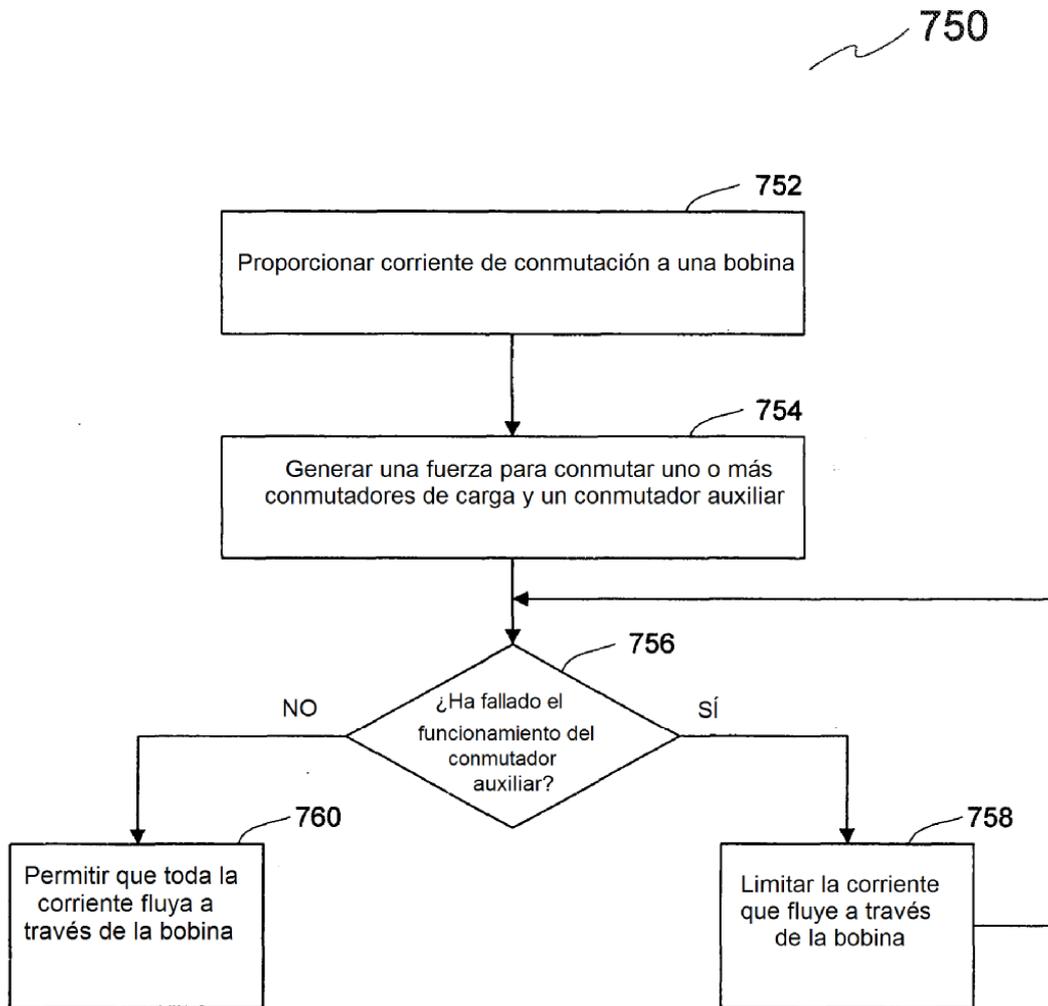


FIG. 6