



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 683**

51 Int. Cl.:
H02P 29/02 (2006.01)
H02M 7/5387 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07871808 .7**
96 Fecha de presentación : **07.12.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2089963**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.08.2009**

54 Título: **Alimentación con dos onduladores en serie para accionador electromecánico polifásico.**

30 Prioridad: **13.12.2006 FR 06 10862**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.06.2011

73 Titular/es: **Messier-Dowty S.A.**
Zone Aéronautique Louis Breguet
78140 Vélizy Villacoublay, FR

72 Inventor/es: **Matt, Daniel;**
Jac, Julien y
Ziegler, Nicolas

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 360 683 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

Alimentación con dos onduladores en serie para accionador electromecánico polifásico

La invención se refiere a la alimentación con dos onduladores en serie para accionador electromecánico polifásico.

Antecedentes de la invención

5 Para alimentar un accionador electromecánico, cuyo motor polifásico comporta arrollamientos que forman fases, se conocen alimentaciones que presentan dos onduladores dispuestos en serie. Una arquitectura de este tipo se describe, por ejemplo, por el documento FR-A-2 865 868. Cada ondulador presenta una fuente de tensión eléctrica en los bornes de la cual se extienden tantos brazos como arrollamientos existentes en la máquina que se deben alimentar. Cada brazo presenta un interruptor controlado arriba y un interruptor controlador abajo, en el sentido de la corriente, situados en serie. Cada arrollamiento presenta un primer extremo conectado a un brazo de uno de los onduladores, en un punto situado entre los interruptores controlados de dicho brazo y un segundo extremo conectado a un brazo del otro ondulador, igualmente en un punto situado entre los interruptores controlados de dicho brazo.

10 Si en uno de los brazos de uno de los onduladores falla uno de los interruptores controlados, de manera que permanezca abierto o cerrado, es conocido el cerrar algunos interruptores del ondulador y abrir otros interruptores, de manera que se cree un punto común entre los extremos de los arrollamientos conectados a este ondulador, estando conectado este punto común a uno de los bornes de la fuente de tensión. Dado que las dos fuentes de tensión están conectadas a dos masas distintas, el punto común es neutro desde el punto de vista del otro ondulador y resulta, por lo tanto, posible controlar la máquina únicamente con el otro ondulador y continuar de esta manera, asegurando un funcionamiento de la máquina giratoria con un par sensiblemente constante.

15 Una arquitectura de este tipo es, por lo tanto, resistente al fallo de uno de los interruptores controlados. No obstante, esta arquitectura no permite continuar haciendo que la máquina giratoria funcione de manera correcta si el extremo de uno de los arrollamientos se ha desconectado del brazo correspondiente. Por ejemplo, en una máquina giratoria trifásica del que uno de los arrollamientos está desconectado, quedarían entonces dos fases controlables. Si se continúa controlando los interruptores de los onduladores como si uno de los arrollamientos no estuviera desconectado, se impondría a la máquina un par fuertemente ondulado, muy perjudicial para ciertas aplicaciones, por ejemplo para el accionamiento de dispositivos ni persistentadores de una aeronave o accionamiento del tren de aterrizaje.

20 Se puede buscar, tal como anteriormente, crear un punto común entre las dos fases válidas abriendo y cerrando los interruptores de uno de los onduladores de manera adecuada. No obstante, esas dos fases conectadas de esta manera por un punto en común no podrían ser controladas más que con corrientes de suma nula, que deberían estar por lo tanto defasadas de un ángulo π lo que, combinado al desfase espacial de las fases de $2\pi/3$, conduciría igualmente a un par fuertemente ondulado.

Objeto de la invención.

25 La invención tiene por objeto la mejora de la alimentación con dos onduladores en serie, permitiendo continuar el funcionamiento del accionador de manera aceptable en caso de avería de uno de los interruptores, pero igualmente en otras circunstancias de avería.

Breve descripción de la invención.

30 Para conseguir este objetivo se propone una alimentación con dos onduladores en serie para alimentar un accionador electromecánico, que tenga como mínimo un motor eléctrico, que presenta una serie de arrollamientos formando fases, estando conectado cada uno de los onduladores a una masa propia y comportando una fuente de tensión eléctrica en los bornes, de la cual se extienden tanto en brazos como arrollamientos se deben alimentar, comportando cada brazo dos interruptores controlados situados en serie entre los que se a previsto un punto de enlace con un extremo de uno de los arrollamientos. Según la invención, cada ondulador presenta un brazo complementario que presenta dos interruptores controlados, estando conectados los dos brazos suplementarios entre sí por un punto conectado a cada brazo suplementario en un punto situado entre los interruptores.

35 De este modo, en tiempo normal, los interruptores controlados de los brazos suplementarios son mantenidos abiertos, de manera que, los brazos suplementarios y el puente no tienen incidencia alguna en el funcionamiento del accionador. La alimentación puede ser reconfigurada para hacer frente al fallo de un interruptor de manera conocida en sí misma.

40 Si uno de los arrollamientos se acaba de desconectar de uno de los brazos de manera que la fase correspondiente ya no puede ser controlada, se pueden alimentar las fases válidas con corrientes cuya suma no es constantemente nula, de manera que haga girar al motor con un par constante. La corriente residual procedente de las sumas no nulas de las corrientes de las fases válidas, es drenada por el puente, siendo reenviada hacia el ondulador que

genera estas corrientes. La presencia del puente y de los brazos suplementarios permite por lo tanto un funcionamiento del accionador con par constante.

5 En particular, en el caso de un motor trifásico en el que una de las fases está desconectada se puede, controlando los interruptores, crear un puente común entre las dos fases válidas y el puente, lo que permite un funcionamiento defasado con par constante del accionador, proveyendo corrientes de alimentación defasadas en $\pi/3$ mientras que, las fases están espacialmente defasadas en un ángulo igual a $2\pi/3$, se obtiene un par constante. De este modo se puede continuar el funcionamiento con par constante, incluso si una de las fases está desconectada.

Breve descripción de los dibujos.

10 La invención se comprenderá mejor en base a la descripción siguiente en referencia de las figuras de los dibujos adjuntos en las que:

- La figura 1, es una vista esquemática de una alimentación con dos onduladores en serie para un accionador dotado de un motor eléctrico trifásico, de acuerdo con la forma específica de realización de la invención.

- La figura 2 es una vista análoga de la figura 1, que muestra una situación de avería en la que uno de los interruptores está bloqueado en posición cerrada.

15 - La figura 3 es un esquema equivalente al de la figura 2, que no muestra más que los brazos funcionales.

- La figura 4 es una vista análoga de la figura 1, mostrando una situación de avería en la que uno de los arrollamientos del motor está desconectado de uno de los brazos.

- La figura 5 es una vista análoga a la figura 4, mostrando una segunda forma de generar una desconexión de fase.

20 - La figura 6, es un esquema equivalente al de la figura 5, que no muestra más que los brazos funcionales.

Descripción detallada de la invención.

25 Haciendo referencia a la figura 1, se ha mostrado la arquitectura de alimentación en aplicación a un accionador electromecánico dotado de un motor eléctrico o máquina giratoria trifásica 1 de la que se observan tres arrollamientos R1, R2, R3 simbolizado cada uno de ellos de manera clásica por una resistencia, una inductancia y una fuerza contraelectromotriz en serie. Cada uno de los arrollamientos, forma una de las fases de la máquina giratoria y en este caso está desplazado espacialmente en $2\pi/3$ con respecto a los otros arrollamientos. La alimentación de la invención que se ha mostrado en este caso, presenta un primer convertidor u ondulator A y un segundo convertido u ondulator B.

30 El ondulator A presenta la primera fuente de tensión U1, de la que uno de los bornes está conectado a una primera masa 50. En los bornes de la primera fuente de tensión U1 se extienden tres brazos o ramales A1, A2, A3, cada uno de los cuales presenta un interruptor controlado arriba 5 y un interruptor controlado abajo 6, en el sentido de la corriente, situados en serie sobre dicho brazos o ramal. Los interruptores controlados 5, 6, que equipan los onduladores A, B son por ejemplo, transistores bipolares con unión, transistores con efecto de campo metal-óxido-semiconductor, tiristores controladores en la apertura, o incluso, transistores con rejilla aislada.

35 El arrollamiento R1 (respectivamente R2, R3) presenta un primer extremo conectado al brazo A1 (respectivamente A2, A3) en un punto situado entre los interruptores controlados correspondientes 5, 6.

40 Igualmente el ondulator B presenta una segunda fuente de tensión U2 que tiene un borne conectado a una segunda masa 51, independiente de la primera masa 50. En los bornes de la segunda fuente de tensión U2 se extienden tres brazos B1, B2, B3, cada uno de los cuales presenta un interruptor controlado arriba 5 y un interruptor controlado abajo 6 situados en serie sobre el brazo.

El arrollamiento R1 (o bien R2, R3, presenta un segundo extremo conectado al brazo B1 o bien B2, B3) en un punto situado en los interruptores controlados correspondientes 5, 6.

45 De este modo, cada uno de los arrollamientos R1, R2, R3, está conectado en serie a uno de los brazos del primer ondulator A y a uno de los brazos del segundo ondulator B. De manera conocida se controlan los interruptores 5, 6 de manera que se haga circular en los arrollamientos R1, R2, R3 corrientes defasadas en $2\pi/3$ (cuya suma es constantemente nula). Se puede controlar la máquina ya sea con ayuda del primer ondulator A, o bien con ayuda del segundo ondulator B, o bien con ayuda de los dos onduladores funcionando simultáneamente y de manera sincronizada.

50 Este tipo de alimentación se puede encontrar en una aeronave que comporta dos circuitos de alimentación totalmente independiente, que tienen masas distintas. De manera alternativa y de forma conocida, es posible crear

un segundo circuito de alimentación a partir de un primer circuito de alimentación, por medio de un transformador de aislamiento o incluso de una alimentación con corte aislado.

5 Según la invención, el primer ondulator A presenta, además, un brazo suplementario A4 igual en todos los aspectos a los brazos A1, A2, A3. Igualmente, el segundo ondulator B presenta un brazo suplementario B4 que es similar en todos los aspectos a los brazos B1, B2, B3. Los brazos suplementarios A4, B4 están conectados por un puente 7 conectado a cada uno de los brazos suplementarios A4, B4 en un punto situado entre los interruptores controlados 5, 6. En funcionamiento normal los interruptores controlados 5, 6 de los brazos suplementarios A4, B4, se mantienen abiertos, de manera que, ni los brazos suplementarios ni el puente 7 alteran el funcionamiento de la máquina giratoria.

10 En las figuras siguientes se han mostrado diferentes modalidades de averías y la forma de tratar las mismas. En estas figuras, los interruptores bloqueados en posición cerrada o que se mantienen voluntariamente en estado cerrado están representados por una unión eléctrica. Los interruptores que están bloqueados en posición abierta o que son mantenidos voluntariamente en estado abierto se han representado por una parte de círculo abierto.

15 Según una primera forma de avería puede ocurrir que uno de los interruptores 5, 6 de uno de los brazos A1, A2, A3 del primer ondulator A haya tenido un fallo. Por ejemplo, como tal como se ha mostrado en la figura 2, se supone que el interruptor de abajo 6 del brazo A1 está bloqueado en posición cerrada a causa de un fallo.

20 Se puede prever, desde luego, la neutralización de la fase correspondiente interrumpiendo su alimentación. Sin embargo, es posible continuar utilizando las tres fases según el procedimiento siguiente: es suficiente mantener cerrados los interruptores de abajo 6 de los brazos A2 y A3 y abrir los interruptores de arriba 5 de los brazos A1, A2, A3. De esta manera, se crea un punto común N entre los extremos de los arrollamientos R1, R2, R3 por el lado del ondulator A. Los enlaces que realizan este punto común N se han marcado en trazos más gruesos. Todo ello ocurre como si la arquitectura de alimentación tuviera la forma mostrada en la figura 3.

25 Las tres fases permanecen desde entonces, controlables haciendo circular, gracias a los interruptores controlados 5, 6 del segundo ondulator B, corrientes defasadas en $2\pi/3$ en los arrollamientos R1, R2, R3. El primer ondulator A está completamente neutralizado y no puede influir en el control de la máquina giratoria por el segundo ondulator B. En particular, el potencial del punto común N depende ciertamente, del potencial impuesto por la fuente de tensión U1, pero no puede ser impuesto por la fuente de tensión U2. Desde el punto de vista del segundo ondulator B, el punto común N tiene, por lo tanto, un potencial flotante. Es posible, por lo tanto, alimentar cada una de las fases con corrientes defasadas en $2\pi/3$, de manera que su suma sea constantemente nula. Combinado con el defasado espacial $2\pi/3$ el par de la máquina giratoria alimentada de esta manera permanece constante e igual al par nominal antes del fallo del interruptor. Evidentemente, a la tensión U2 constante, la velocidad generada de este modo es dividida por dos. Para recuperar la velocidad inicial, es necesario aumentar como consecuencia la tensión U2.

30 Si uno de los interruptores de abajo 6 de uno de los brazos A1, A2, A3 del primer ondulator A debe ser bloqueado en posición abierta, entonces es suficiente mantener abiertos los otros interruptores de más abajo 6 de dichos brazos y mantener cerrados los interruptores 5 de arriba de dichos brazos. Se crea de la misma manera un punto común entre las fases, de manera que la máquina giratoria permanece perfectamente controlable.

35 Las mismas soluciones se aplican cuando uno de los interruptores de arriba 6 de los brazos A1, A2, A3 del primer ondulator A queda bloqueado en posición abierta o en posición cerrada. De la misma manera, se aplican las mismas soluciones si uno de los interruptores 5,6 de los brazos B1, B2, B3 del segundo ondulator B, queda bloqueado.

En caso de avería, los interruptores de los brazos suplementarios A4 y B4 se mantienen abiertos, de manera que, los brazos suplementarios no son utilizados para resolver dichos casos de averías.

45 Según otro caso de avería, uno de los arrollamientos puede ser desconectado de uno de los brazos. Tal como se ha mostrado en la figura 4, se supone un caso de avería en el que el arrollamiento R1 está desconectado del brazo A1 del primer ondulator A, tal como se ha representado simbólicamente. Desde aquel momento no es posible alimentar la fase correspondiente. Las estrategias anteriores no se pueden aplicar por lo tanto a este caso.

A efectos de seguridad es conveniente inmediatamente aislar el arrollamiento R1 desconectado, abriendo los interruptores 5,6 de los brazos A1 y B1 asociados a este arrollamiento, para evitar cualquier riesgo de cortocircuito entre los ondulators por el arrollamiento en fallo.

50 Según una primera estrategia, se controlan los interruptores de los brazos A1, A2, A3, B2, B3 y de los brazos suplementarios A4, B4 para hacer circular en los arrollamientos válidos R2 y R3 corrientes i_2 , i_3 defasadas en $\pi/3$. Desde aquel momento, la suma de las corrientes i_2 , i_3 no es constantemente nula. No obstante, el resultado de corriente $I = i_2 + i_3$ es recogido por el puente 7 y puede escapar por este último para volver hacia el ondulator que ha generado las corrientes i_2 , i_3 . Este funcionamiento da lugar a un par constante. Se han mostrado en la figura 4 las corrientes i_2 e i_3 que alimentan las fases válidas (arrollamientos R2 y R3), así como la corriente I drenada por el puente 7. Se puede demostrar que la máquina giratoria alimentada de este modo desarrolla un par constante, no

obstante, este par equivale a 57% del par que habría sido posible desarrollar si uno de los arrollamientos no se hubiera desconectado.

Si se quiere recuperar el par nominal, es necesario aumentar la corriente de alimentación de modo consiguiente. En esta forma de funcionamiento la velocidad de rotación del accionador es igual a la velocidad de rotación nominal.

- 5 Según una segunda estrategia, mostrada en las figuras 5 y 6, se crea un punto común N entre las fases válidas y el puente 7. A estos efectos se mantienen cerrados los interruptores de abajo 6 de los brazos restantes A2, A3 así como el interruptor de abajo 6 del brazo suplementario A4. Se mantienen abiertos los interruptores de arriba 5 de los brazos A1, A2, A3, así como el interruptor de arriba 5 en el brazo suplementario A4. Se crea de esta manera un puente común N entre los extremos de los arrollamientos R2, R3 y el puente 7. El primer ondulator A queda por lo tanto neutralizado.

- 10 Tal como se ha mostrado en la figura 5, el puente 7 y los dos arrollamientos válidos R2 y R3 tienen en este caso un extremo en común. Se controlan los interruptores de los brazos B2, B3 y del brazo suplementario B4 del segundo ondulator B, para hacer circular en los arrollamientos válidos R2 y R3 corrientes i_2 , i_3 defasadas en $\pi/3$. Desde aquel momento la suma de las corrientes i_2 , i_3 no es constantemente nula. No obstante, el resultado de corriente $I = i_2 + i_3$ es recogido en el punto común N y puede escapar por el puente 7 para volver al segundo ondulator B. De este modo se puede controlar la máquina giratoria del accionador con ayuda de un solo ondulator. Igualmente en este caso, el par desarrollado es constante e igual a 57% del par nominal. Por el contrario, la velocidad de rotación es, para tensión U_2 constante, dividida por dos. Para recuperar la velocidad de rotación nominal es necesario aumentar la tensión U_2 de manera consiguiente.

- 15 20 Sin los brazos suplementarios A4, B4 y sin el puente 7 habría sido imposible alimentar los arrollamientos válidos R2 y R3 con corrientes defasadas en $\pi/3$. Habría sido necesario asegurar una suma de las corrientes i_2 e i_3 nula puesto que no habría habido posibilidad alguna de hacer escapar el resultado de corriente. Habría sido necesario, por lo tanto, alimentar los arrollamientos con corrientes i_2 e i_3 defasadas π , lo que habría conducido a un par fuertemente ondulado, perjudicial para ciertas aplicaciones.

- 25 La presencia de los brazos suplementarios A4, B4 conectados por un puente, permite por lo tanto asegurar un funcionamiento degradado con par constante, incluso en caso de desconexión de uno de los arrollamientos.

La arquitectura de alimentación que se ha mostrado es capaz, por lo tanto, de resistir el fallo de uno de los interruptores de los brazos de los onduladores, así como la desconexión de uno de los arrollamientos de la máquina giratoria.

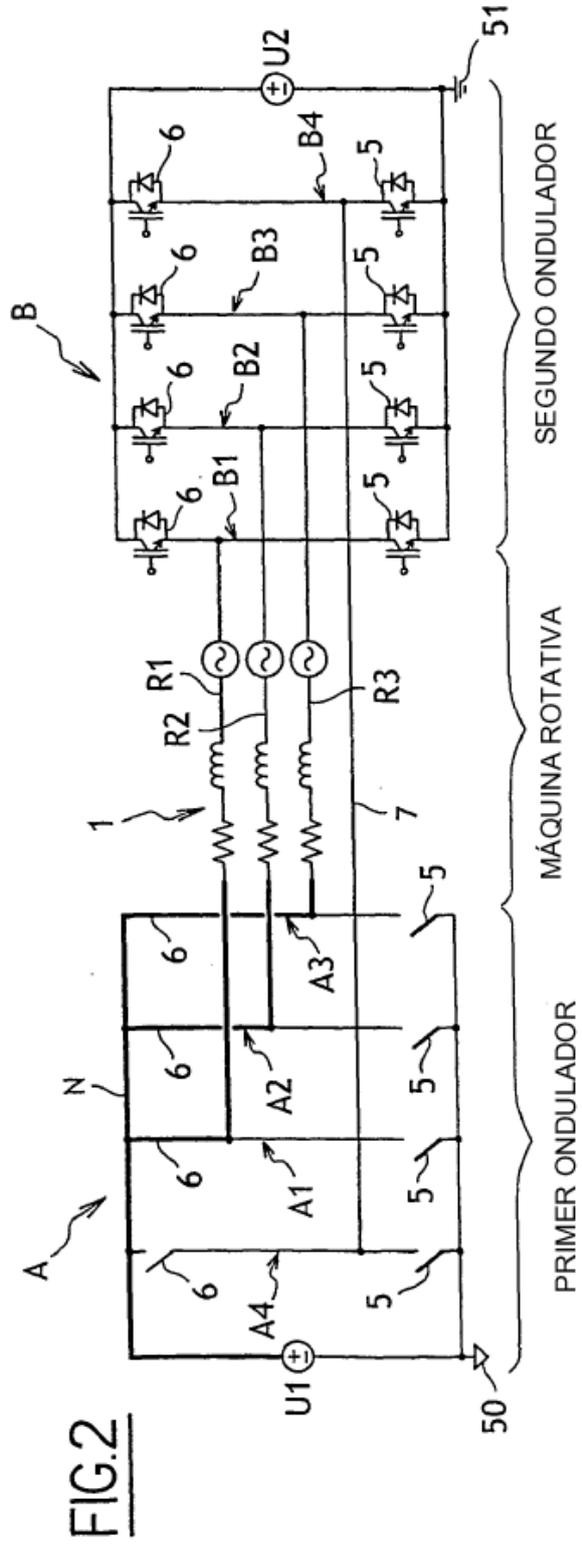
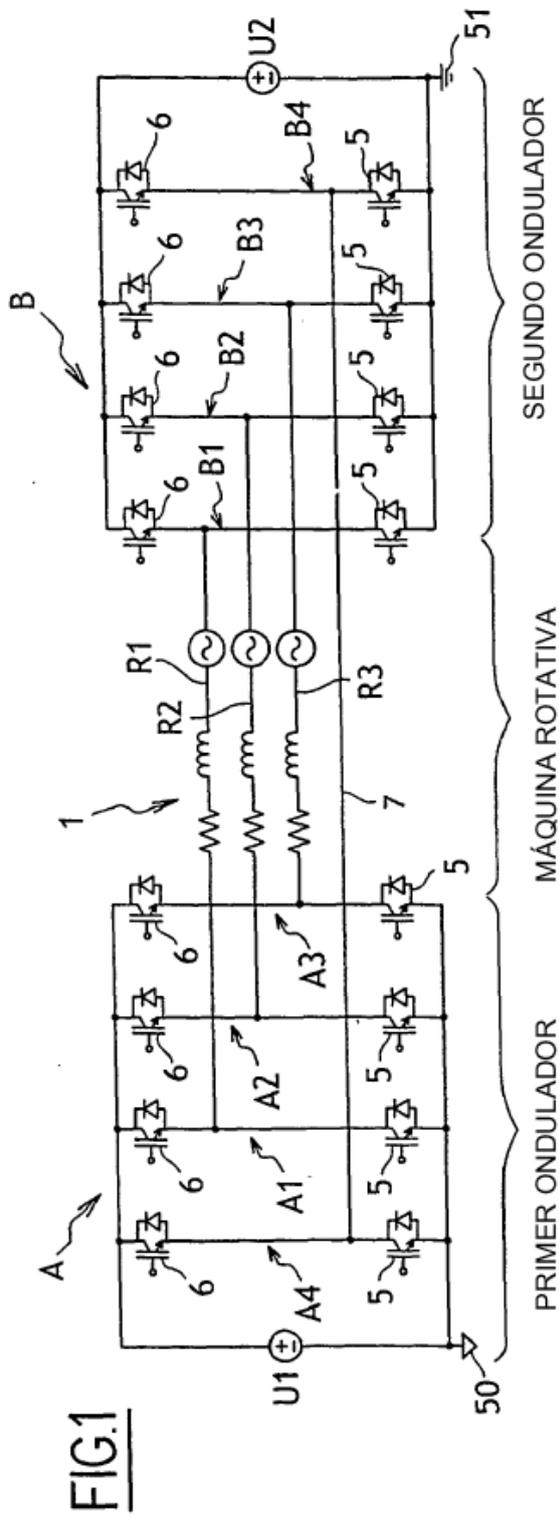
- 30 La invención no está limitada a lo que se ha descrito, sino que por el contrario abarca cualquier variante que entre en el marco definido por las reivindicaciones.

En particular, la invención no está limitada a la alimentación de un accionador electromecánico que presenta una máquina giratoria trifásica, sino que se aplica a una máquina polifásica que puede presentar más de tres fases.

- 35 Además, si bien la invención se ha descrito, haciendo referencia a un accionador electromecánico dotado de un motor eléctrico rotativo, llamado igualmente máquina rotativa, la invención se aplica igualmente a la alimentación de accionadores provistos de motores lineales.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Alimentación con dos onduladores en serie (A, B) para alimentar un accionador electromecánico que tiene un motor eléctrico que tiene una serie de arrollamientos (R1, R2, R3) que forman fases, estando conectado cada ondulador a una masa propia (50;51) y presentando una fuente de tensión eléctrica (U1;U2) en los bornes de la cual se extienden tantos brazos (A1, A2, A3; B1, B2, B3) como arrollamientos a alimentar, comportando cada brazo dos interruptores controlados (5, 6), situados en serie entre los que está previsto un punto de enlace a un extremo de uno de los arrollamientos; caracterizado porque cada ondulador presenta un brazo suplementario (A4; B4), que presenta dos interruptores controlados, estando conectados los dos brazos suplementarios entre sí, por un puente (7) conectado a cada brazo suplementario y un puente situado entre los interruptores.
- 10 2. Conjunto formado por la alimentación de la reivindicación 1 y la máquina giratoria a la que está conectada la alimentación.
3. Procedimiento de utilización de la alimentación según la reivindicación 1, que comprende la etapa de controlar los interruptores de uno de los onduladores de manera que se cree un punto común (N) entre el puente (7) y como mínimo dos arrollamientos (R1;R2) a nivel de uno de los onduladores.



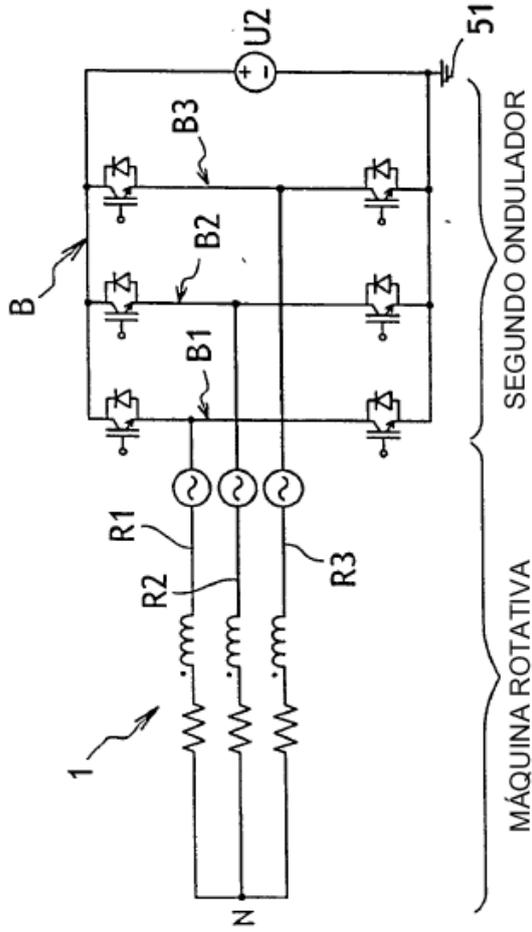


FIG.3

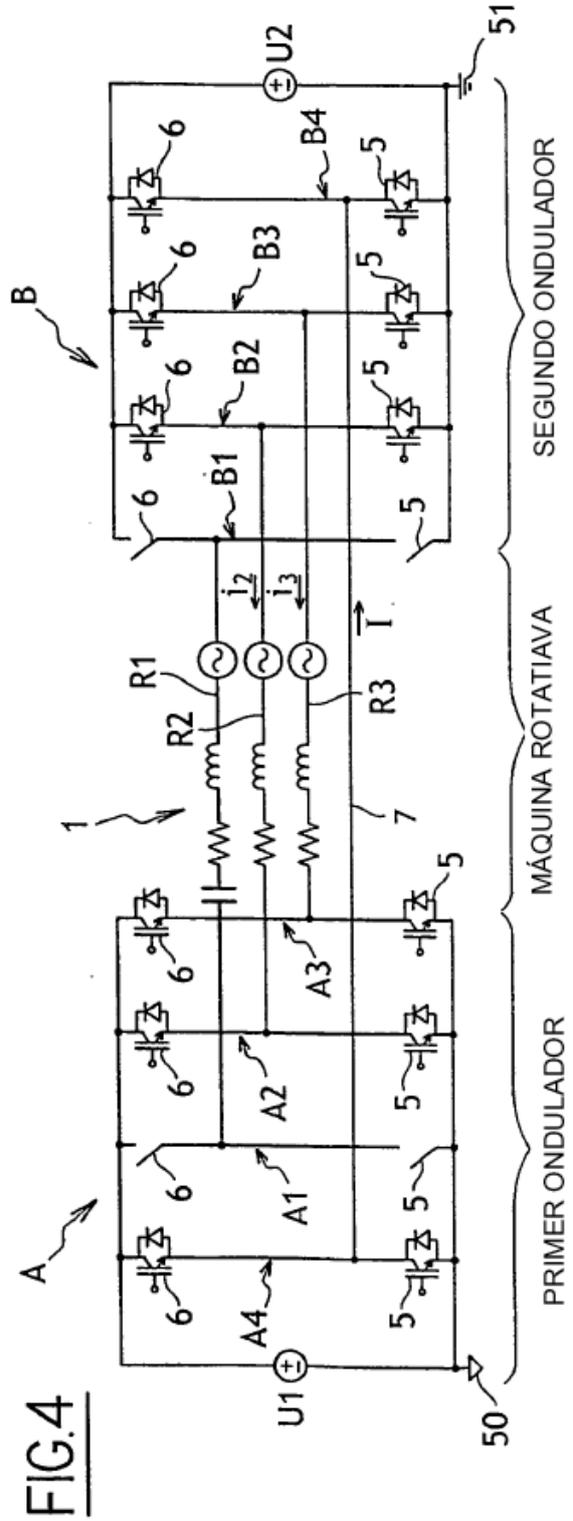


FIG.4

