

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 410**

51 Int. Cl.:

H02J 7/14 (2006.01)

B60L 11/18 (2006.01)

H02J 7/02 (2006.01)

B60L 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.04.2014 PCT/FR2014/051023**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2014 WO14177803**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2014 E 14727596 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 2992585**

54 Título: **Sistema y procedimiento de carga de la batería de un vehículo híbrido**

30 Prioridad:

02.05.2013 FR 1354043

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

13.10.2017

73 Titular/es:

**RENAULT S.A.S. (100.0%)
13-15 quai Le Gallo
92100 Boulogne-Billancourt, FR**

72 Inventor/es:

**KVIESKA, PEDRO;
MERIENNE, LUDOVIC y
REYSS, OLIVIER**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 637 410 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 procedimiento de carga de la batería de un vehículo híbrido

La invención tiene como dominio técnico el control de la carga de las baterías de vehículos automóviles, en particular la carga de las baterías de vehículos eléctricos.

5 El desarrollo de vehículos eléctricos es un tema de mucha actualidad. Sin embargo, la estructura de los cargadores actuales sigue siendo compleja y costosa. El desarrollo de nuevas tipologías podría permitir disponer de cargadores menos costosos que las soluciones actuales, a un nivel de prestación equivalente o superior.

10 Del estado de la técnica, se conocen los siguientes documentos.
El documento EP2406098 divulga un cargador de baterías de automóvil que utiliza un reductor de tensión acoplado a un elevador de tensión.

15 El documento US 20120235605 divulga un cargador aislado que utiliza unas inductancias aguas arriba de un ondulator seguido de un transformador. El ondulator es utilizado como rectificador de tensión para el transformador. Se identificará igualmente el documento US 2013/069492 A1 publicado el 21 de marzo de 2013 en el que el sistema de carga difiere en la parte característica de la reivindicación 1.
Se identificará finalmente el documento XP011388434 de Saeid Haghbin y al ("An Isolated High-Power Integrated Charger in Electrified-Vehicle Applications").

20 Existe una necesidad para un sistema de carga más compacto y económico que los sistemas existentes manteniendo un rendimiento al menos equivalente.

25 Un objeto de la invención es un sistema de carga de la batería de un vehículo automóvil dotado con al menos una cadena de tracción eléctrica o híbrida. La cadena de tracción incluye, cuando el vehículo está en movimiento, una máquina eléctrica conectada mecánicamente a las ruedas motrices y conectada eléctricamente a la batería por medio de un ondulator. El sistema de carga incluye, cuando el vehículo está en carga, la máquina eléctrica y el ondulator de la cadena de tracción, así como un sistema de control apto para controlar el ondulator de manera que se tome energía de una red de alimentación eléctrica a través de la máquina eléctrica con destino la batería, generando unas corrientes en la máquina eléctrica características de una rotación de la máquina eléctrica a la frecuencia de la red de alimentación eléctrica con una fuerza electromotriz correspondiente a la tensión de la red alimentación eléctrica, mientras es apta para controlar la máquina eléctrica de manera que no magnetiza su rotor, estando conectada la red directamente o por medio de un filtro CEM a las fases de la máquina eléctrica para la carga, y desconectada durante un funcionamiento en tracción.

35 El sistema puede incluir un conversor continua-continua dispuesto entre el ondulator y la batería, y una capacidad conectada en paralelo al conversor continua-continua, el conversor continua-continua es apto para adaptar la tensión de salida del ondulator a la tensión de la batería.

40 La batería puede incluir un conjunto de elementos de batería unidos mediante tres relés de manera que los elementos de batería estén conectados en serie o en paralelo.

45 El sistema puede incluir un sistema de protección mediante diodo conectado en serie con la batería.

50 El sistema puede incluir un primer relé y un segundo relé dispuestos entre la red de alimentación eléctrica y la máquina eléctrica. El sistema de carga incluye tres fases, el primer relé está dispuesto entre la primera y la segunda fase, el segundo relé está dispuesto entre la segunda y la tercera fase. Los primeros y segundos relés son entonces aptos para conectar un punto neutro aguas arriba de la máquina eléctrica durante un funcionamiento en tracción y para desconectar el punto neutro con el fin de restablecer la conexión de la máquina eléctrica a la red de alimentación eléctrica durante una carga.

55 Otro objeto de la invención es un procedimiento de carga de la batería de un vehículo eléctrico dotado con al menos una cadena de tracción eléctrica o híbrida. La cadena de tracción incluye, cuando el vehículo está en movimiento, una máquina eléctrica conectada mecánicamente a las ruedas motrices y conectada eléctricamente a la batería por medio de un ondulator. El procedimiento incluye las siguientes etapas,

60 se conecta una red de alimentación eléctrica directamente o por medio de un filtro CEM a las fases de la máquina eléctrica serie con el ondulator, se desencadena la carga controlando el ondulator de manera que la energía se tome de la red de alimentación eléctrica a través de la máquina eléctrica y con destino la batería, mientras se controla la máquina eléctrica de manera que su rotor no esté magnetizado con el fin de que la máquina eléctrica no produzca ningún par,

dicho procedimiento está caracterizado por que, para tomar energía de la red de alimentación eléctrica, se controla el ondulator para generar unas corrientes en la máquina eléctrica características de una rotación de la máquina eléctrica a la frecuencia de la red de alimentación eléctrica con una fuerza electromotriz correspondiente a la tensión de la red de alimentación eléctrica

5 .
Otros objetivos características y ventajas aparecerán con la lectura de la siguiente descripción dada únicamente en tanto que ejemplo no limitativo y realizada haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

10 -la figura 1 ilustra los principales elementos de un sistema de carga de batería de vehículo automóvil según una primera topología,

-la figura 2 ilustra los principales elementos de un conjunto de elementos de batería,

15 -las figuras 3a y 3b ilustran el funcionamiento del conjunto de elementos de baterías según las posiciones de los relés, y

-la figura 4 ilustra los elementos de un sistema de carga de batería de vehículo automóvil según una segunda topología.

20 La nueva topología del sistema de carga presentada a continuación permite una carga de gran potencia, pero con un menor coste respecto de los sistemas de carga actuales.

25 Para ello, unos componentes principales de la cadena de tracción son explotados con el fin de limitar la redundancia de elementos entre la cadena de tracción y el sistema de carga, y de generar unas economías de coste. Como se explicado en detalle más abajo, la máquina eléctrica y el ondulator que lo controla son utilizados con el fin de cargar la batería.

30 Sin embargo, el paso de un modo de carga a un modo de tracción en el que se genera un par o es regenerado por la máquina eléctrica implica añadir modificaciones que permiten modificar el sentido de la circulación de la corriente y proteger determinados elementos de una sobrecarga.

Por otra parte, se describe igualmente un conjunto de elementos de batería cuya arquitectura permite obtener una tensión de batería al menos doblada respecto del empleo de una única batería.

35 Finalmente, una topología alternativa está igualmente presentada cuando la tensión de la batería es insuficiente para un funcionamiento óptimo basado en la primera topología. En este caso, un convertor continúa-continua es añadido con el fin de corregir las diferencias de tensión entre el ondulator y las baterías.

40 Incluso cuando se emplea esta segunda topología, se realiza economía en componentes ya que el sistema de carga está fusionado con la parte eléctrica de la cadena de tracción.

45 La figura 1 ilustra la primera topología. Se puede ver una red de alimentación eléctrica 1 conectada a las fases de una máquina motriz eléctrica 2 de un vehículo automóvil. La conexión puede ser realizada directamente, o por medio de un filtro de entrada 3 por necesidades de compatibilidad electromagnética (CEM).

50 Una primera modificación, con la referencia 4, implica añadir un relé 4a, 4b entre las tres fases que unen la red de alimentación 1 trifásica a la máquina eléctrica 2. Este añadido permite conectar un punto neutro aguas arriba de la máquina eléctrica 2 durante un funcionamiento en tracción con el fin de cerrar el circuito cuando el vehículo está desconectado de la red de alimentación eléctrica 1. Este mismo añadido permite desconectar el punto neutro y restablecer la conexión de la máquina eléctrica 2 a la red de alimentación eléctrica 3 para la carga.

55 La máquina eléctrica 2 está conectada en la salida a un ondulator 5, el mismo conectado en la salida a una batería 6 un medio de protección mediante diodo 5a está dispuesto en la entrada de la batería 6 y constituye otra modificación. El medio de protección por diodo 5a incluye un diodo 5b conectado en paralelo a los bornes de un relé 5c. Durante la carga, el relé 5c está abierto de manera que la energía sólo pueda transitar en el sentido de la carga. Durante el funcionamiento en tracción, el relé está cerrado de manera que la batería pueda suministrar la potencia a la máquina eléctrica y recibirla durante el frenado regenerativo.

60 Así conectado, la red 1 va a generar una tensión típicamente a 50 Hz entre fases de la máquina eléctrica 2. Ésa tensión es equivalente a una fuerza electromotriz (FEM) que generaría un rotor equivalente girando a esta misma frecuencia eléctrica. Desde el punto de vista del ondulator 5, la máquina eléctrica 2 es una máquina rotatoria en funcionamiento, lo que permite calcular un ángulo equivalente y un flujo equivalente. Sin embargo, como el rotor no está magnetizado, no se creará ningún par en la máquina eléctrica 2, principalmente si se trata de una máquina de rotor bobinado.

65

Considerando esta máquina ficticia, se puede controlar como una máquina clásica trifásica. Para ello, se utiliza el ondulator 5 para controlar las corrientes de cada una de las fases.

5 El ángulo eléctrico equivalente puede estar calculado con la ayuda de una determinación mediante "Phase Loop Lock" efectuada en la red.

La máquina ficticia está considerada como una máquina giratoria trifásica alimentada por unas corrientes sinusoidales. Es por tanto pertinente utilizar la transformada de Park para determinar las ecuaciones de control. En el espacio de Park, la máquina ficticia está modelada por el sistema de ecuaciones siguiente:

$$\begin{cases} V_d = R_s \cdot I_d + L_d \cdot \dot{I}_d - \omega_r \cdot L_q \cdot I_q \\ V_q = R_s \cdot I_q + L_q \cdot \dot{I}_q + \omega_r \cdot (L_d \cdot I_d + \Phi_f) \end{cases} \quad (\text{Eq. 1})$$

10 con:

V_d y V_q = las tensiones aplicadas en los dos ejes (d,q) del plano de Park de la máquina (en voltios).

I_d e I_q = las corrientes que circulan en la máquina en los dos ejes (d,q) del plano de Park (en amperios).

R_s = la resistencia equivalente del estator de la máquina (en Ohmios),

15 L_d y L_q = las inductancia es en los dos ejes (d,q) del plano de Park de la máquina (en Henry).

ω_r = la velocidad de rotación del campo magnético de la máquina (en rad/s).

Φ_f = el flujo generado por los imanes del rotor (en Wb).

20 En el caso de la máquina ficticia, se pueden explicitar algunos parámetros, si se considera una alimentación para una red trifásica que presenta una tensión de 230 V eficaces o RMS (acrónimo inglés para Root Mean Square) a una frecuencia de 50 Hz:

-el flujo Φ_f equivalente es de alrededor 1,2 Wb.

25 -La frecuencia ω_r es la de la red eléctrica, o sea en Francia, 314 rad/s (50 Hz).

- L_d y L_q serán iguales ya que la red está perfectamente equilibrada, en otros términos, la red es equivalente a un rotor de polos lisos.

30 Controlando la máquina ficticia con el sistema de ecuaciones (Eq. 1), es posible obtener una potencia constante de la red de alimentación eléctrica 1 imponiendo unas corrientes sinusoidales trifásicas en las tres fases por medio del ondulator 5. Esta potencia podrá ser del mismo orden que las potencias disponibles cuando la máquina eléctrica 2 es utilizada en tracción. Por ejemplo, para una carga a 43 kW, la corriente I_q está regulada a 90 A, por tanto 63 A RMS.

35 Obteniendo una potencia constante, se plantean dos casos de figura, según que la batería utilizada permita o no, tener una tensión superior a la tensión en la salida del ondulator. La tensión en la salida del ondulator es más elevada que la tensión de cresta entre las fases de la red. Se recuerda que para una red a 230 V RMS, la tensión de cresta entre las fases es de alrededor de 565 V.

40 Un primer caso corresponde a una tensión de batería superior a la tensión del ondulator según la tensión de la red de alimentación eléctrica y la tensión de la batería, este caso puede aparecer espontáneamente. Sin embargo, para disponer de una tensión de batería la más alta posible y evitar encontrarse en el caso donde la tensión de la batería es inferior a la tensión del ondulator, se propone reemplazar la batería 6 por un conjunto de varias baterías cuya estructura está ilustrada en la figura 2. El conjunto de elementos de batería, con la referencia 7, constituye una batería, e incluye una entrada A y una salida B conectadas a dos elementos de batería con la referencia 6a y 6b. La entrada A está conectada al cátodo del primer elemento de batería 6a, y a un borne de un primer relé 8a. El otro borne del primer relé 8a está unido al cátodo del segundo elemento de batería 6b y a un borne de un segundo relé 8b. El ánodo del primer elemento de batería 6a está conectado al segundo borne del segundo relé 8b y a un borne de un tercer relé 8c. El ánodo del segundo elemento de batería 6b está conectado a otra borne del tercer relé 8c y a la salida B. El conjunto de elementos de batería 7 puede igualmente estar realizado intercambiando ánodos y cátodos de cada batería.

45 Las figuras 3a y 3b ilustran el funcionamiento del conjunto de elementos de batería según las posiciones de los relés 8a, 8b y 8c.

La figura 3a corresponde al conjunto de elementos de batería según un primer modo de funcionamiento cuando el primer relé 8a y el tercer relé 8c dejan pasar, estando el segundo relé 8b abierto.

60 La figura 3b corresponde al conjunto de elementos de batería según un segundo modo de funcionamiento cuando el primer relé 8a y el tercer relé 8c están abiertos, el segundo relé 8b deja pasar.

Si se denomina U_{nom} a la tensión en los bornes de cada uno de los elementos de la batería, Q_{nom} la carga de cada uno de los elementos de la batería, U_{AB} la tensión en los bornes del conjunto de los elementos de la batería y Q_{AB} la carga entre los bornes del conjunto de elementos de la batería, se obtiene el sistema de ecuaciones siguientes para el conjunto de elementos de batería según el primer modo de funcionamiento:

5

$$\begin{cases} U_{AB} = U_{nom} \\ Q_{AB} = 2 \cdot Q_{nom} \end{cases} \quad (\text{Eq. 1})$$

Se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones para el conjunto de elementos de batería según el segundo modo de funcionamiento.

10

$$\begin{cases} U_{AB} = 2 \cdot U_{nom} \\ Q_{AB} = Q_{nom} \end{cases} \quad (\text{Eq. 2})$$

Así, con tres relés, se puede pasar de dos elementos de batería en paralelo a dos elementos de batería en serie y por tanto doblar la tensión en la salida de la batería.

15

Así, mediante la aplicación de la primera topología, es posible fusionar el sistema de carga de la batería de un vehículo automóvil eléctrico o híbrido con una parte significativa de los componentes de la cadena de tracción. La primera topología es aplicable desde que la tensión en la salida del ondulator sea inferior a la tensión de la batería.

20

La batería incluye un conjunto de elementos de batería igualmente descrito que permite corregir la tensión de la batería percibida por el ondulator en el caso donde la tensión de la batería sea demasiado baja.

25

Aparece, por tanto, a través de la descripción de la primera topología, que se pueda regular las corrientes de fase, a través del control de la máquina eléctrica con el fin de cargar la batería, estipulando principalmente la potencia de carga.

El sistema de carga puede igualmente funcionar como un corrector de factor de potencia (acrónimo PFC del inglés "Power Factor Correction") corrigiendo el factor de potencia de la instalación.

30

En un segundo caso, la tensión de la batería es inferior a la tensión del ondulator. Es el caso actualmente la mayoría de los vehículos eléctricos. En efecto, la tensión de la batería está generalmente comprendida entre 300 y 400 V, o sea claramente inferior a la tensión en la salida del ondulator. Se recuerda que la tensión máxima en la salida del ondulator es superior a la tensión de cresta entre fases de la red, aproximadamente igual a 565 V.

35

Si además, no es posible o deseable emplear la batería incluyendo el conjunto de elementos de batería descrito anteriormente, la topología ilustrada en la figura 1, aplicada a una batería cuya tensión está comprendida entre 300 y 400 V generaría unas corrientes necesariamente muy elevadas. Un cálculo rápido muestra que unas corrientes del orden de algunos miles de amperios circularían en cada fase si la máquina estuviera en cortocircuito, lo que corresponde a un modo de seguridad de la máquina.

Además de ser peligroso, dichos niveles de corriente pueden dañar la máquina eléctrica y el convertidor.

40

Para solucionar esta situación, se propone una configuración alternativa del sistema de carga. Esta configuración, ilustrada en la figura 4, difiere de la ilustrada en la figura 1 por la presencia de un conversor continua-continua y de una capacidad.

45

Más concretamente, las salidas del ondulator 5 están unidas a una capacidad 9 conectado en serie con un circuito 10 de pre-carga. La entrada y la salida del circuito 10 de pre-carga están conectadas a dos ramas paralelas. Una primera rama incluye un primer relé 10a en serie con una resistencia 10b. La segunda rama incluye únicamente un segundo relé 10c.

50

Las salidas del ondulator 5 están igualmente conectadas a las entradas del conversor continua-continua 11. Un relé 12 está conectado en paralelo al conversor continua-continua 11. Las salidas del conversor continua-continua 11 están conectadas a la batería 6 en serie con un medio de protección por diodo 5a.

55

El medio de protección por diodo 5a incluye un diodo 5b conectado en paralelo a los bornes de un relé 5c. Durante la carga, el relé 5c está abierto de manera que la energía no pueda transitar más que en el sentido de la carga. Durante el funcionamiento en tracción, el relé está cerrado de manera que la batería pueda suministrar potencia a la máquina eléctrica y recibirla durante un frenado regenerativo.

60

El relé 12 permite cortocircuitar el convertidor continua-continua 11 cuando la máquina eléctrica 2 funciona en tracción, alimentada por la batería 6.

En la topología ilustrada en la figura 4, dos niveles de alta tensión existen aguas arriba y aguas abajo del convertidor continua-continua 11. Es por tanto pertinente utilizar dos circuitos de pre-carga para cargar, por una parte las capacidades de filtrado de la batería, y por otra parte la capacidad en la salida del ondulator.

5 Las capacidades de filtrado están generalmente conectadas en paralelo con la batería con el fin de filtrar la corriente de carga. No están representadas en las figuras 1 y 4.

La capacidad 9 conectada en la salida del ondulator 5 padece una tensión al menos igual a la tensión de cresta entre fases. Es por tanto necesario que sea cargada con al menos 565 V, preferentemente al menos 600 V.

10 El circuito de pre-carga 10, descrito anteriormente, funciona de una forma familiar para el experto.

15 Para cargar lentamente la capacidad, se cierra el primer relé 10a mientras se mantiene el segundo relé abierto 10c. La corriente de carga está reducida por la resistencia 10b lo que ralentiza la carga de la capacidad 9. El valor de la resistencia 10b depende de las dimensiones y de los valores de los componentes del circuito. Sin embargo, el valor de la resistencia 10b es generalmente de algunos ohmios para un plazo de carga de algunos milisegundos.

20 Una vez la capacidad está cargada, se cierran segundo relé 10c y se abre el primer relé 10a para un funcionamiento con unas pérdidas mínimas.

En este caso, la tensión máxima en la salida del ondulator 5 es bajada por el convertidor continua-continua 11 a un valor inferior a la tensión de la batería 6. El sistema puede por tanto funcionar con unas corrientes más pequeñas que las que existirían si no hubiera un convertidor continua-continua.

25 Por otra parte, cabe señalar que el ondulator es reversible. Como la máquina ficticia está controlada a través del ondulator de tracción, aparece que la topología del sistema de carga presentada anteriormente es reversible. Es por tanto posible utilizar esta topología para suministrar energía a la red, principalmente para permitir aplanar los huecos y los picos de consumo.

30

REIVINDICACIONES

1.- Sistema de carga de la batería (6) de un vehículo automóvil dotado con al menos una cadena de tracción eléctrica o híbrida,

5 la cadena de tracción incluye, cuando el vehículo está en movimiento, una máquina eléctrica (2) conectada mecánicamente a las ruedas motrices y conectada eléctricamente a la batería (6) por medio de un ondulator (5),

10 el sistema de carga incluye, cuando el vehículo está en carga, la máquina eléctrica (2) y el ondulator (5) de la cadena de tracción así como un sistema de control apto para controlar el ondulator (5) de manera que la energía sea tomada de una red de alimentación eléctrica (1) a través de la máquina eléctrica (2) y con destino la batería (6), caracterizado por que dicho control se realice generando unas corrientes en la máquina eléctrica (2) características de una rotación de la máquina eléctrica (2) a la frecuencia de la red de alimentación eléctrica (1) con una fuerza electromotriz correspondiente a la tensión de la red de alimentación eléctrica (1), mientras es apta para controlar la máquina eléctrica (2) de manera que no magnetiza de su rotor, estando la red conectada directamente o por medio de un filtro CEM a las fases de la máquina eléctrica para la carga, y desconectada durante un funcionamiento en tracción.

20 2.- Sistema según la reivindicación 1, incluyendo un convertidor continua-continua (11) dispuesto entre el ondulator (5) y la batería (6), y una capacidad (9) conectada en paralelo al convertidor continua-continua (11), siendo apto el convertidor continua-continua (11) para adaptarlo tensión de salida del ondulator (5) a la tensión de la batería (6).

25 3.-Sistema según la reivindicación 1, en el que la batería (6) incluye un conjunto de elementos de batería (6a,6b) unidos por tres relés (8a,8b,8c) de manera que los elementos de batería (6a, 6b) estén conectados en serie o en paralelo.

4.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye un sistema de protección por diodo (5a) conectado en serie con la batería (6).

30 5.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye un primer relé (4a) y un segundo relé (4b) dispuestos entre la red de alimentación eléctrica (1) y la máquina eléctrica (2),

el sistema de carga incluye tres fases, el primer relé (4a) está dispuesto entre la primera y la segunda fase, el segundo relé (4b) está dispuesto entre la segunda y la tercera fase,

35 los primeros y segundos relés (4a,4b) son aptos para conectar un punto neutro aguas arriba de la máquina eléctrica (2) durante un funcionamiento en tracción y para desconectar el punto neutro con el fin de restablecer la conexión de la máquina eléctrica (2) a la red de alimentación eléctrica (3) durante la carga.

40 6.- Procedimiento de carga de la batería de un vehículo automóvil dotado con al menos una cadena de tracción eléctrica o híbrida, la cadena de tracción incluye, cuando el vehículo está el movimiento, una máquina eléctrica (2) conectada mecánicamente a las ruedas motrices y conectado eléctricamente a la batería (6) por medio de un ondulator (5),

45 el procedimiento incluye las siguientes etapas,

se conecta una red de alimentación eléctrica (1) directamente o por medio de un filtro CEM a las fases de la máquina eléctrica en serie con el ondulator (5),

50 se desencadena la carga controlando el ondulator (5) de manera que la energía sea tomada de la red alimentación eléctrica (1) a través de la máquina eléctrica (2) y con destino la batería (6), mientras que se controla la máquina eléctrica (2) de manera que su rotor no esté magnetizado con el fin de que la máquina eléctrica (2) no produzca ningún par,

55 dicho procedimiento está caracterizado por que para recuperar energía de la red alimentación eléctrica (1), se controla el ondulator (5) para generar unas corrientes en la máquina eléctrica (2) características de una rotación de la máquina eléctrica (2) con la frecuencia de la red de alimentación eléctrica (1) con una fuerza electromotriz correspondiente a la tensión de la red alimentación eléctrica (1).

FIG.1

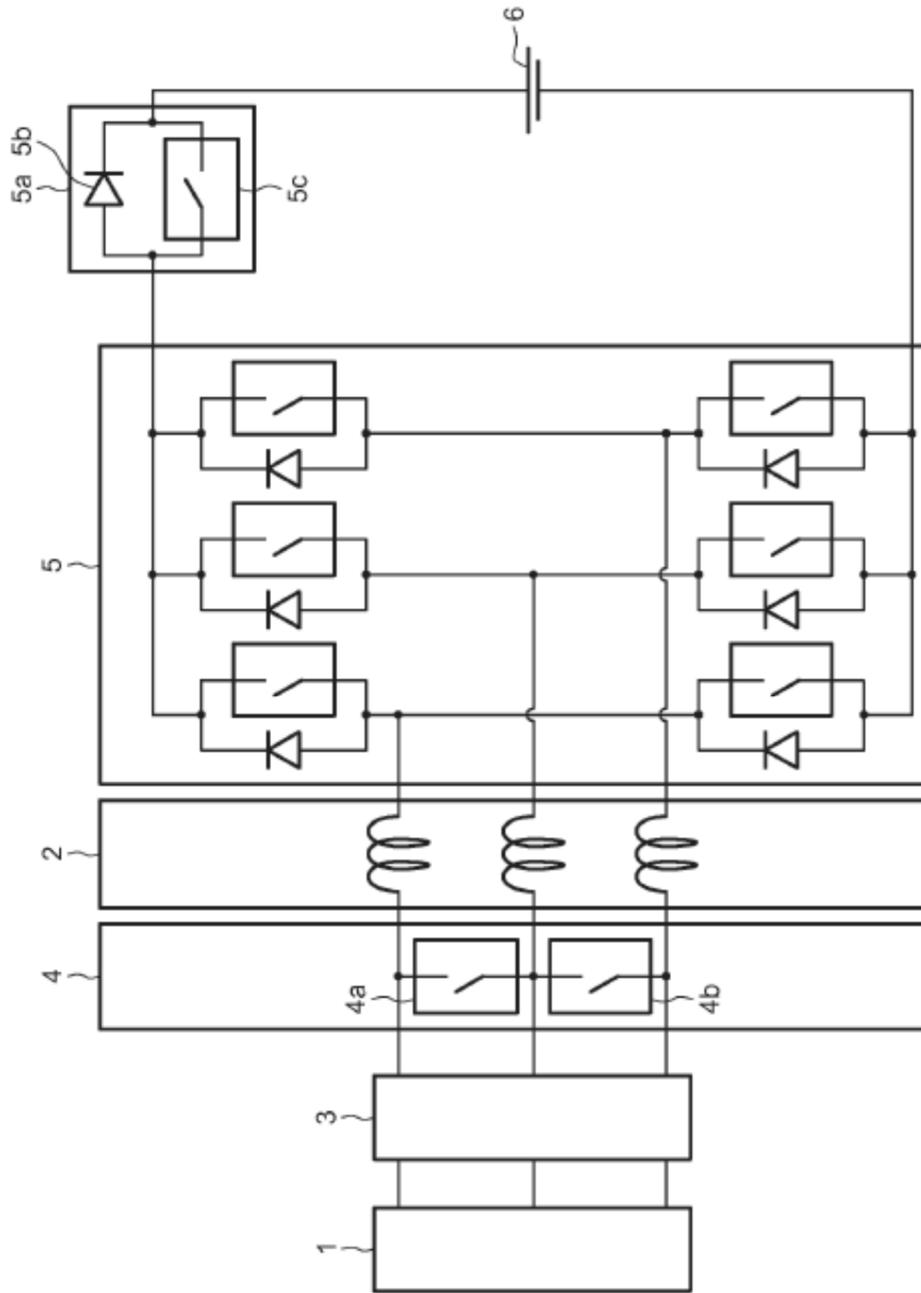


FIG.2

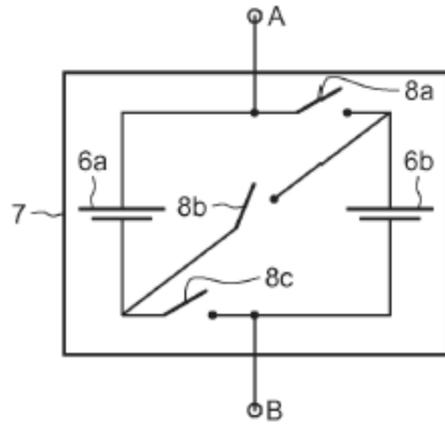


FIG.3a

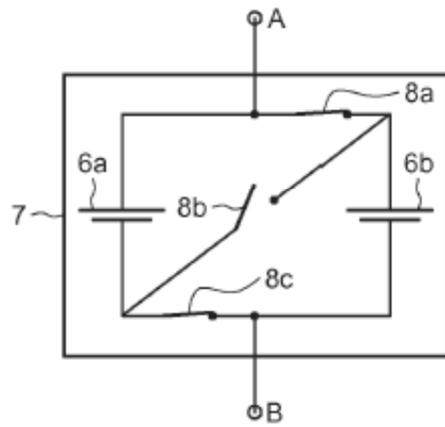


FIG.3b

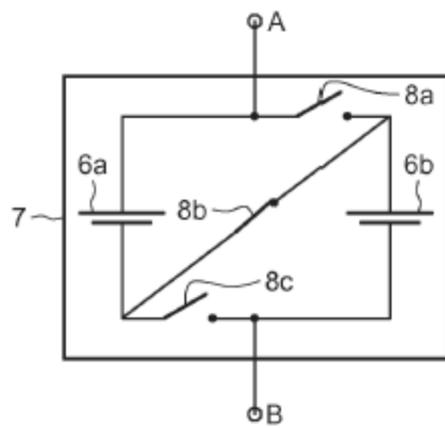


FIG.4

