

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 724**

51 Int. Cl.:

H02J 7/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2015 PCT/FR2015/050088**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2015 WO15107297**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2015 E 15704050 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 3095171**

54 Título: **Procedimiento de control de un módulo electrónico de potencia apto para funcionar como rectificador síncrono, dispositivo de control correspondiente y máquina eléctrica giratoria de vehículo eléctrico que comprende dicho dispositivo**

30 Prioridad:

17.01.2014 FR 1450371

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

29.05.2018

73 Titular/es:

**VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR
(100.0%)**

**2 rue André Boule
94046 Créteil Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**LOUISE, CHRISTOPHE;
BLONDEL, GAËL;
MALBRANQUE, RONALD;
KOBYLANSKI, LUC;
MASSON, PHILIPPE y
NGUYEN, THE DUNG**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 669 724 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).

DESCRIPCION

Procedimiento de control de un módulo electrónico de potencia apto para funcionar como rectificador síncrono, dispositivo de control correspondiente y máquina eléctrica giratoria de vehículo eléctrico que comprende dicho dispositivo.

5 **AMBITO TECNICO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a un procedimiento de control de un módulo electrónico de potencia apto para funcionar como rectificador síncrono para aplicaciones en las máquinas eléctricas giratorias tipo alternadores, o arrancadores de corriente alterna, de vehículos automóviles.

10 La invención se refiere también a un dispositivo de control correspondiente, así como a una máquina eléctrica giratoria de vehículo automóvil que comprende dicho dispositivo y una memoria electrónica que contiene un programa adaptado.

SEGUNDO PLANO TECNOLOGICO DE LA INVENCION

15 En los vehículos automóviles de motor térmico, la energía eléctrica necesaria para los diversos equipos montados a bordo es de forma habitual producida por una máquina eléctrica giratoria acoplada mecánicamente con el motor térmico.

El alternador se ha sustituido universalmente en los vehículos modernos por los generadores que proporcionan una corriente continua.

La corriente alterna polifásica proporcionada por el alternador es por consiguiente rectificada para alimentar la red eléctrica de a bordo.

20 Los puentes rectificadores de diodos, bien conocidos en el estado de la técnica, son también lo mas a menudo sustituidos hoy en día por rectificadores síncronos con interruptores tipo transistores MOSFET que no presentan la caída de tensión nada despreciable de los diodos en baja tensión.

El rendimiento eléctrico del alternador ha sido por consiguiente mejorado.

25 Además, los elementos de conmutación de semi-conductor del rectificador síncrono pueden ser controlados de forma que este módulo electrónico de potencia constituya un ondulator que permita suministrar a partir de la red eléctrica de a bordo la máquina eléctrica que funciona entonces como motor.

Este motor puede ser ventajosamente utilizado para arrancar el motor térmico del vehículo.

30 Una máquina eléctrica reversible de este tipo, o arrancador de corriente alterna, permite particularmente a los fabricantes de vehículos automóviles equipar sus modelos con un sistema de arranque/parada automática, tal como el sistema conocido bajo el término anglosajón de «Stop and Go», no obstante, con tensiones incrementadas en términos de rendimientos con relación a un arrancador de corriente alterna convencional.

35 Por este motivo, en su solicitud de patente FR2843842, la Sociedad VALEO EQUIPMENTS ELECTRIQUES MOTEUR describe un dispositivo de control de una máquina eléctrica giratoria que permite utilizar un arrancador de corriente alterna convencional en modo motor para vehículos automóviles que exigen un aumento de la potencia eléctrica instalada, y un par de arranque más elevado que aquel para el cual el arrancador de corriente alterna estaba inicialmente previsto.

Pero la entidad inventora ha observado igualmente que un arrancador de corriente alterna convencional utilizado como alternador (y por otro lado también, cualquier alternador) presenta una limitación del rendimiento a bajas velocidades de giro (desde el arranque hasta 3000 r.p.m. aproximadamente).

40 Esta limitación se debe a la concepción del estator que es optimizado para un suministro predeterminado a alta velocidad (6000 r.p.m. aproximadamente).

El documento EP 0740394 describe un sistema de generación de potencia para un vehículo que comprende un primer control llamado de corriente de avance de fase y un segundo control llamado de corriente no de avance de fase.

45 El documento US 2011/0204856 describe un alternador para un vehículo que puede funcionar según un primer modo llamado modo síncrono y un segundo modo llamado de control de fase.

Existe pues una necesidad por mejorar el rendimiento a abaja velocidad de un arrancador de corriente alterna convencional que funcione como generador, o de un alternador de rectificación síncrono, manteniendo los mismos rendimientos en alta velocidad.

50 **DESCRIPCION GENERAL DE LA INVENCION**

La presente invención trata por consiguiente de satisfacer esta necesidad.

Según un primer aspecto, la invención se refiere a un procedimiento de control de un módulo electrónico de potencia que es apto para funcionar como rectificador síncrono que suministra con corriente continua una red eléctrica de a bordo de un vehículo automóvil a partir de una corriente alterna polifásica proporcionada por una máquina eléctrica giratoria polifásica.

Conforme a la invención, el procedimiento comprende el control del módulo eléctrico de potencia mediante un primer control de modo de rectificación síncrona o mediante un segundo control de modo de onda completa que presenta un desfase con relación a una fuerza electromotriz de la máquina, en función del valor de al menos un parámetro de funcionamiento de la máquina eléctrica giratoria polifásica entre la velocidad de rotación corriente y la fuerza electromotriz de la máquina, seleccionándose el primer control cuando el indicado valor es superior a un valor predeterminado y eligiéndose el mencionado segundo control en el caso contrario, y siendo un ángulo de apertura del segundo control función de un valor de consigna de la corriente continua. El ángulo de apertura del segundo control puede, además, ser función de al menos una característica eléctrica de la máquina.

Según una característica particular del procedimiento, una transición entre los primero y segundo controles presenta una zona de histéresis comprendida entre un primer valor de parámetro de funcionamiento predeterminado superior al indicado valor predeterminado, y un segundo valor de parámetro de funcionamiento predeterminado inferior al indicado valor predeterminado.

Según otra característica particular del procedimiento, el desfase es variable y es función, alternativamente o en cualquier combinación, de una intensidad de la corriente continua, de un valor de consigna de la corriente continua, de la velocidad de rotación corriente, de una temperatura de la máquina y de una tensión eléctrica de a bordo.

Según todavía otra característica particular del procedimiento, el desfase y/o el ángulo de apertura del segundo control son determinados con el fin de limitar la corriente y/o la tensión en la red de a bordo, siendo realizada la limitación en amplitud y/o en duración.

Según un segundo aspecto, la invención se refiere a un dispositivo de control de un módulo electrónico de potencia, comprendiendo el módulo electrónico de potencia un puente rectificador que comprende elementos de comunicación de semi-conductor formando varios brazos destinados para ser conectados con los devanados estáticos de un estator de una máquina eléctrica giratoria polifásica y suministrando con corriente continua una red eléctrica de a bordo de un vehículo automóvil, y siendo el módulo electrónico de potencia apto para funcionar como rectificador síncrono y adaptado para la puesta en práctica del procedimiento de control según la invención descrito brevemente más arriba.

Conforme a la invención, el dispositivo comprende:

- primeros medios de adquisición de una velocidad de rotación de la máquina;
- medios de construcción de un primer control de modo de rectificación síncrona cuando el valor del parámetro de funcionamiento es superior a un valor predeterminado, y de un segundo control de modalidad de onda completa en el caso contrario;
- medios de pilotaje de los elementos de conmutación de semi-conductor por los primero y segundo controles.

Según otra característica, los medios de construcción del dispositivo comprenden alternativamente:

- al menos un captador de posición de una posición angular de un rotor de la máquina;
- al menos una espira de medición de la fuerza electromotriz dispuesta en el estator;
- medios de medición/estimación de al menos una corriente de fase de la máquina o del signo de ésta.

Según todavía otra característica, los medios de construcción del dispositivo comprenden, además, alternativamente o en cualquier combinación:

- segundos medios de adquisición de una intensidad de la corriente continua;
- terceros medios de adquisición de un valor de consigna de la corriente continua;
- cuartos medios de adquisición de una temperatura de la máquina;
- quintos medios de adquisición de una tensión de red eléctrica de a bordo del vehículo.

Según todavía otro aspecto, la invención se refiere a una máquina eléctrica giratoria de vehículo automóvil tipo alternador o arrancador de corriente alterna que comprende un dispositivo de control de un módulo electrónico de potencia tal como se ha descrito brevemente más arriba.

Algunas de estas especificaciones esenciales habrán hecho evidentes para el entendido en la materia las ventajas aportadas por la invención con relación al estado de la técnica anterior.

Las especificaciones detalladas de la invención se facilitan en la descripción que sigue en unión con los dibujos adjuntos. Hay que notar que estos dibujos no tienen otro fin que ilustrar el texto de la descripción y no constituyen en

modo alguno una limitación del alcance de la invención.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

5 Las Figuras 1a, 1b y 1c son esquemas de principio del dispositivo de control de un módulo electrónico de potencia apto para funcionar como rectificador síncrono, y de su disposición en una máquina eléctrica giratoria trifásica conectada con una red eléctrica de a bordo en unos primero, segundo y tercer modos de realización preferidos de la invención.

La figura 2 es una vista esquemática de un cojinete posterior de una máquina eléctrica giratoria que comprende un dispositivo de control según la invención.

10 La figura 3 muestra curvas de suministro de una máquina eléctrica giratoria conocida del estado de la técnica, de una máquina ideal y de una máquina teórica según la invención.

La figura 4 es un organigrama que ilustra el procedimiento de control de un módulo electrónico de potencia apto para funcionar como rectificador síncrono según la invención.

La figura 5 es un diagrama que muestra un primer control de modo de rectificación síncrona y un segundo control de modo de onda completa según la invención.

15 La figura 6 muestra una curva de rendimiento de una máquina eléctrica giratoria convencional y una curva de rendimiento de una máquina que implementa la invención.

DESCRIPCION DE LOS MODOS DE REALIZACION PREFERIDOS DE LA INVENCION

20 El tipo de máquina eléctrica giratoria 1 considerado por la invención es de preferencia un arrancador de corriente alterna polifásico 1 alimentado a partir de la red eléctrica de a bordo 2, cuando funciona como arrancador, o proporcionando energía eléctrica a esta red 2 cuando funciona como alternador.

Puede tratarse igualmente de un alternador 1 que comprende un módulo de potencia 3 con puente de transistores de potencia 4 de tipo MOSFET que funciona como rectificador síncrono.

Las figuras 1a, 1b, y 1c representan un ejemplo de máquina eléctrica giratoria 1 trifásica de excitación correspondiente bien sea por alternador de un arrancador de corriente alterna, o por un alternador convencional.

25 La excitación es proporcionada por un rotor 5 cuyo devanado rotórico 5 es recorrido por una corriente de excitación controlada de forma conocida por un dispositivo de regulación 6.

Las corrientes de fase inducidas en el estator 7 por la rotación del rotor 5 accionado por el motor térmico del vehículo son rectificadas por un puente rectificador 3 del módulo de potencia 3.

30 Este puente rectificador 3 está generalmente integrado en un cojinete posterior del alternador 1, como se ha representado esquemáticamente en la figura 2.

La figura 2 es una vista axial simplificada, por el lado opuesto a la polea de accionamiento, de un alternador 1 que comprende un dispositivo de control 8 según la invención del módulo de potencia 3 y que muestra los elementos de conmutación de semi-conductor 4 del módulo electrónico de potencia 3.

35 Los transistores MOSFET 4 están montados sobre radiadores 9 y conectados entre sí por una rejilla de conexión 10 («Lead frame» en inglés).

La rejilla de conexión 10 soporta igualmente los bornes eléctricos B+, B- de conexión con la red eléctrica de a bordo 2, un conector 11 de una red local de interconexión de tipo LIN, un portaescobillas 12 para la alimentación eléctrica del rotor 5, y el dispositivo de control 8.

40 Este dispositivo de control 8 está basado en un ASIC (acrónimo de “Application Specific Integrated Circuit” en inglés, es decir “circuito integrado para aplicación específica”) de tipo a la vez digital y analógico, que comprende particularmente una memoria de tipo Flash, o la asociación de un ASIC analógico y de un FPGA (acrónimo de “Field Programmable Gate Array” en inglés, que designa un “circuito integrado predifundido programable”).

El puente rectificador 3 comprende tres brazos H₁, L₁; H₂, L₂; H₃, L₃ que comprenden cada uno de forma conocida elementos de conmutación de semi-conductor 4 alto H₁, H₂, H₃ y bajo L₁, L₂, L₃.

45 En un alternador convencional de puente rectificador 3 de transistores 4, el dispositivo de control 8 genera, independientemente de una velocidad de rotación corriente Ω del alternador, un vector de control (H, L) de los elementos de conmutación de semi-conductor 4 alto H₁, H₂, H₃ y bajo L₁, L₂, L₃, con el fin de conmutar los devanados estatóricos 7 para proporcionar una corriente continua.

50 Un vector de control de este tipo conduce a un rendimiento limitado a las bajas velocidades de rotación corrientes Ω, como lo muestra una curva de rendimiento convencional (con línea de puntos 13) de la figura 3.

Esto no es satisfactorio, pues esta curva de rendimiento convencional 13 está muy alejada de una curva de rendimiento ideal (con línea de trazo interrumpido 14), que presentaría rápidamente un rendimiento constante y máximo I_{max} desde la velocidad de ralentí Ω_i del orden de 1000 r.p.m., deseada por los fabricantes de automóviles.

5 El procedimiento de control de un módulo de potencia 3 apto para funcionar como rectificador síncrono según la invención, representado en la figura 4, permite obtener, como lo muestra bien la figura 3, una curva de rendimiento teórico (con línea de trazo continuo) próximo a la curva ideal 14.

10 En el procedimiento de control según la invención, el puente rectificador 3 funciona como el puente rectificador 3 de transistores 4 de un alternador convencional si un ensayo 15 determina que la velocidad de rotación corriente Ω es superior a un valor predeterminado Ω_0 , del orden de las 3000 r.p.m., es decir que el dispositivo de control 8 construye un primer control 16 de modo de rectificación síncrona $(H,L)_1$ idéntico al vector de control (H,L) de un alternador convencional.

Después del arranque 17 de la máquina eléctrica 1, y en tanto el ensayo 15 determina que la velocidad de rotación corriente Ω es inferior o igual a este valor predeterminado Ω_0 , en el procedimiento de control según la invención, el dispositivo de control 8 construye un segundo control 18 de modo de onda completa $(H,L)_2$.

15 Como lo muestra el ejemplo de la figura 5, este segundo control 18 (con trazo de línea continua 19) está desfasado 20 por un desfase $\Delta\phi$ con relación a una fuerza electromotriz V (representada con líneas de trazo interrumpido 21) de la máquina eléctrica 1.

Este desfase $\Delta\phi$ se ajusta en función 22 de la velocidad de rotación corriente Ω y de una temperatura T de la máquina eléctrica 1.

20 Se ajusta 22 con el fin de maximizar la intensidad I de la corriente continua suministrada por la máquina eléctrica 1.

Este desfase $\Delta\phi$ puede también modularse en función 22 de un valor de consigna I_0 de esta corriente continua demandada por la red 2 y/o una tensión de red de a bordo V_b .

En el procedimiento de control según la invención, se modula 23 un ángulo de apertura r (180° o menos) en función 24 de las características eléctricas M de la máquina y/o del valor de consigna I_0 de la corriente continua.

25 El desfase $\Delta\phi$ y el ángulo de apertura r son grados de libertad suplementarios que se utilizan para mejorar la dinámica de la máquina eléctrica 1 en caso de un salto de carga 25 (demanda o desconexión) en la red 2.

30 Este segundo control 18 de modo de onda completa $(H,L)_2$ es por consiguiente interesante utilizar con fuerte corriente con el fin de hacer variar más rápidamente la corriente continua I , como por ejemplo durante fases de frenado recuperativo o de desconexión de carga que conduce a una sobretensión en la red de a bordo (fenómeno designado por «load-dump» en inglés).

35 Se apreciará que el segundo control 18, debido a la posibilidad que proporciona de ajustar el desfase $\Delta\phi$ y/o el ángulo de apertura r , puede ser utilizado para limitar la corriente y/o la tensión de la red de a bordo, por ejemplo, en caso de sobretensión en la red debido a un «load-dump» o a un defecto de cortocircuito en el circuito de excitación 5, 6 de la máquina. Esta limitación de la corriente y/o de la tensión de la red de a bordo puede ser realizada en amplitud y/o en duración.

Con el fin de evitar un fenómeno de bombeo, un margen de histéresis comprendido entre una primera velocidad de rotación predeterminada Ω_1 y una segunda velocidad de rotación predeterminada Ω_2 alrededor del valor predeterminado Ω_0 es en variante introducido en una transición entre los primero 16 y segundo 18 controles.

40 En el caso de un arrancador de corriente alterna convencional, el segundo control 18 de modo de onda completa $(H, L)_2$ se realiza de forma sencilla, puesto que un control similar se ha realizado ya cuando el arrancador de corriente alterna funciona en modo motor (con un desfase $\Delta\phi$ diferente que sitúa la máquina eléctrica 1 en la esfera modo motor).

45 En el caso de un alternador convencional con puente rectificador 3 de transistores 4, la implementación del procedimiento de control según la invención mediante una simple modificación de la microprogramación del dispositivo de control 8 no es posible sin modificar el material.

Una primera solución para construir el segundo control 18 de modo de onda completa $(H, L)_2$ consiste en añadir una medición de posición angular θ del rotor 5 por medio de al menos un captador de posición 27 para implementar un primer modo de realización de la invención representado en la figura 1a.

50 Una segunda solución consiste en añadir una espira de medición 28 de la fuerza electromotriz V de la máquina eléctrica 1 para implementar un segundo modo de realización de la invención representado en la figura 1b.

Una tercera solución consiste en añadir medios de medición 29 de una corriente de fase i_p como un captador de efecto Hall para implementar un tercer modo de realización de la invención representado en la figura 1c.

En variante de esta tercera solución, una cuarta solución consiste en utilizar una imagen de la corriente de fase i_p (tensión drenaje-fuente de los transistores 4 correspondientes) o el signo de esta corriente de fase i_p para construir el segundo control 18 (no representado).

5 La temperatura T tomada en cuenta 22 por el procedimiento de control según la invención puede ser una medición directa, indirecta o una estimación de temperatura a partir de una o varias temperaturas de la máquina eléctrica 1 como, de forma no exhaustiva, la temperatura del estator, la temperatura de los transistores 4 o la de la rejilla de conexión 10. Un captador de temperatura 30 se muestra en la figura 2 y se utiliza para la obtención de esta temperatura T.

10 El procedimiento de control según la invención del módulo de potencia 3 introduce variaciones de corriente en el conductor común continuo de la rejilla de desconexión 10 que necesita un filtrado. Para ello, la máquina eléctrica 1 según la invención comprende un bloque de condensadores 31 integrado en el módulo electrónico de potencia 3 y conectado a los bornes B+, B- del conductor común continuo. El bloque de condensadores 31 está integrado a nivel del cojinete posterior de la máquina 1 como lo muestra bien la figura 2.

15 La Tabla I y la Figura 6 presentan resultados de ensayos realizados por la entidad inventora en un arrancador de corriente alterna convencional cuya microprogramación del ASIC ha sido modificada para implementar el procedimiento de control según la invención.

La capacidad del bloque de condensadores 31 es del orden de 8 mF.

El segundo control 18 del modo onda completa $(H, L)_2$ con un ángulo de apertura r de 180° fue aplicado en el modo alternador entre 1000 r.p.m. y 2200 r.p.m. por paso de 200 r.p.m. con una corriente de excitación de 8 A.

20 El desfase $\Delta\phi$ es variable y se controla según el punto de funcionamiento de la máquina 1. Los valores aplicados en el desfase $\Delta\phi$ fueron determinados para maximizar la intensidad I de la corriente continua generada por la máquina eléctrica 1.

Velocidad de rotación Ω (r.p.m.)	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
Rendimiento rectificación síncrona (A)	9	61	98	127	145	160	175
Rendimiento de onda completa (A)	95	143	170	184	190	200	203
Desfase $\Delta\phi$ ($^\circ$)	43,6	47,8	54,8	60,4	60,4	67,4	67,4

Tabla I

25 La figura 6 muestra claramente que la curva de caudal medido (con línea de trazo continuo 32) cuando el dispositivo de control 8 funciona con el segundo control 18 del modo onda completa $(H, L)_2$ está por encima de la curva de caudal convencional 13 (con línea de puntos), y se aproxima a la curva de caudal ideal 14 mostrada en la figura 3, a las bajas velocidades de rotación Ω comprendidas entre aproximadamente 1000 r.p.m. y 2200 r.p.m.

Como se puede entender, la invención no se limita a los únicos modos de realización preferenciales descritos anteriormente.

30 Particularmente, la máquina eléctrica trifásica de excitación 1 descrita solo se facilita a título de ejemplo. Una descripción similar podría referirse a otros tipos de máquinas eléctricas 1 como máquinas 1 que tienen un número de fases superior o inferior a seis y a máquinas 1 con imanes permanentes o híbridos.

Los valores numéricos de las velocidades de rotación Ω citados aquí solo son facilitados a título indicativo y variarán según los modelos de máquinas eléctricas utilizadas.

35 La invención abarca por consiguiente al contrario todas las variantes posibles de realización que estarían dentro del marco definido por las reivindicaciones dadas a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control de un módulo electrónico de potencia (3) apto para funcionar como rectificador síncrono que suministra con corriente continua (I) una red eléctrica de a bordo (2) de un vehículo automóvil a partir de una corriente alterna polifásica proporcionada por una máquina eléctrica giratoria polifásica (1), que comprende un control del módulo eléctrico de potencia (3) por un primer control (16) en modo de rectificación síncrona (H, L)₁ o por un segundo control (18) en modo de onda completa (H, L)₂ que presenta un desfase ($\Delta\phi$) con relación a una fuerza electromotriz (V) de la indicada máquina (1), en función del valor (Ω , V) de al menos un parámetro de funcionamiento de la máquina eléctrica giratoria polifásica (1) entre la velocidad de rotación corriente (Ω) y la fuerza electromotriz (V) de la mencionada máquina (1), siendo el indicado primer control (16) seleccionado cuando el indicado valor de parámetro de funcionamiento (Ω , V) es superior a un valor predeterminado (Ω_0) y seleccionándose el indicado segundo control (18) en el caso contrario, caracterizado por que un ángulo de apertura (r) del indicado segundo control (18) es función de un valor de consigna (I_0) de dicha corriente continua.
2. Procedimiento de control de un módulo electrónico de potencia (3) apto para funcionar como rectificador síncrono según la reivindicación 1, caracterizado por que una transición entre los indicados primero y segundo controles (16, 18) presenta un margen de histéresis comprendido entre un primer valor de parámetro de funcionamiento predeterminado (Ω_1) superior al indicado valor predeterminado (Ω_0), y un segundo valor de parámetro de funcionamiento predeterminado (Ω_2) inferior al indicado valor predeterminado (Ω_0).
3. Procedimiento de control de un módulo electrónico de potencia (3) apto para funcionar como rectificador síncrono según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 anteriores, caracterizado por que el indicado desfase ($\Delta\phi$) es variable y es función, alternativamente o en cualquier combinación, de una intensidad (I) de dicha corriente continua, del valor de consigna de dicha corriente continua (I_0), de la indicada velocidad de rotación corriente (Ω), de una temperatura (T) de la indicada máquina (1) y de una tensión eléctrica de a bordo (Vb).
4. Procedimiento de control de un módulo electrónico de potencia (3) apto para funcionar como rectificador síncrono según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 anteriores, caracterizado por que el indicado desfase ($\Delta\phi$) y/o el indicado ángulo de apertura (r) del mencionado segundo control (18) son determinados con el fin de limitar la corriente y/o la tensión en la indicada red de a bordo (2), siendo la indicada limitación realizada en amplitud y/o en duración.
5. Procedimiento de control de un módulo electrónico de potencia (3) apto para funcionar como rectificador síncrono según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 anteriores, caracterizado por que el ángulo de apertura (r) del indicado segundo control (18) es función del valor de consigna (I_0) de dicha corriente continua y de al menos una característica eléctrica (M) de la indicada máquina
6. Dispositivo de control (8) de un módulo electrónico de potencia (3) apto para funcionar como rectificador síncrono, comprendiendo el indicado módulo electrónico de potencia (3) un puente rectificador que comprende elementos de conmutación de semi-conductor (4) formando varios brazos (H₁, L₁; H₂, L₂; H₃, L₃) destinados para ser conectados con los devanados estáticos (7) de un estator de una máquina eléctrica giratoria polifásica (1) y que suministra con corriente continua (I) una red eléctrica de a bordo (2) de un vehículo automóvil, caracterizado por que comprende:
- primeros medios de adquisición de una velocidad de rotación (Ω) de la indicada máquina (1);
 - medios de construcción de un primer control (16) de modo de rectificación síncrono (H,L)₁ cuando el indicado valor de parámetro de funcionamiento (Ω) es superior a un valor predeterminado (Ω_0), y de un segundo control (18) de modo onda completa (H,L)₂ en el caso contrario;
 - medios de pilotaje de los indicados elementos de conmutación de semi-conductor (4) por los indicados primero y segundo controles (16, 18), estando el dispositivo de control (8) caracterizado por que está adaptado para la puesta en práctica del procedimiento de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 anteriores.
7. Dispositivo de control (8) de un módulo electrónico de potencia (3) apto para funcionar como rectificador síncrono según la reivindicación 6, caracterizado por que los indicados medios de construcción comprenden alternativamente:
- al menos un captador de posición (27) de una posición angular (θ) de un rotor (5) de la indicada máquina;
 - al menos una espira de medición (28) de la indicada fuerza electromotriz (V) dispuesta en el mencionado estator (7);
 - medios de medición/estimación (29) de al menos una corriente de fase (i_p) de la indicada máquina (1) o del signo de ésta.
8. Dispositivo de control (8) de un módulo electrónico de potencia (3) apto para funcionar como rectificador síncrono según la reivindicación 6 o 7, caracterizado por que los indicados medios de construcción comprenden además, alternativamente o en cualquier combinación:
- segundos medios de adquisición de una intensidad (I) de dicha corriente continua;

- terceros medios de adquisición de un valor de consigna (I_0) de dicha corriente continua;
- cuartos medios de adquisición (30) de una temperatura (T) de la indicada máquina (1);
- quintos medios de adquisición de una tensión (V_b) de red eléctrica de a bordo del vehículo.

5 **9.** Máquina eléctrica giratoria (1) de vehículo automóvil de tipo alternador o arrancador de corriente alterna, caracterizada por que comprende un dispositivo de control (8) de un módulo electrónico de potencia (3) apto para funcionar como rectificador síncrono integrado según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8 anteriores.

10. Máquina eléctrica giratoria (1) de vehículo automóvil de tipo alternador o arrancador de corriente alterna, según la reivindicación 9, caracterizada por que comprende además un bloque de condensadores de filtrado (31) integrado en el mencionado módulo electrónico de potencia (3).

10

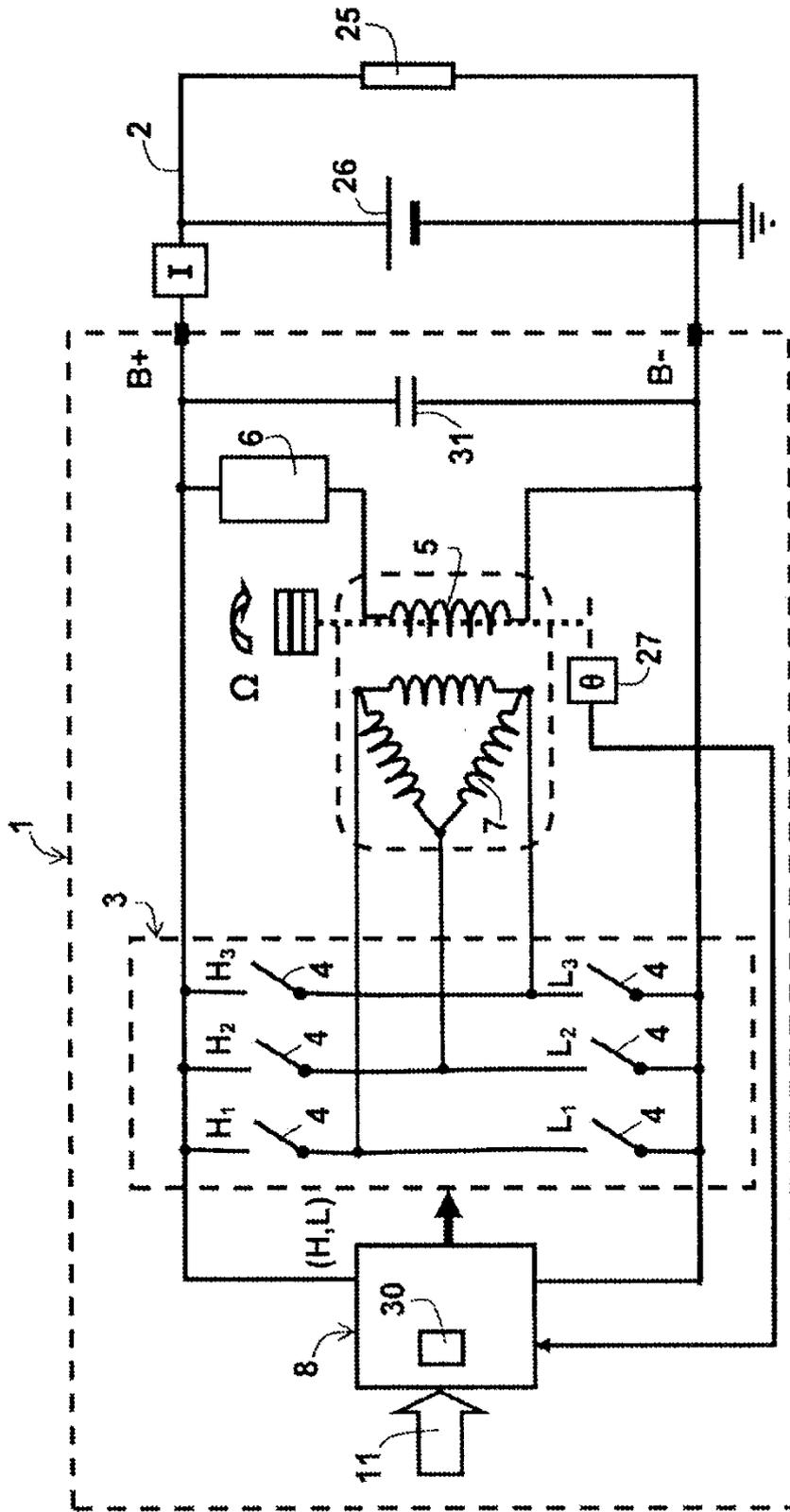


FIG. 1a

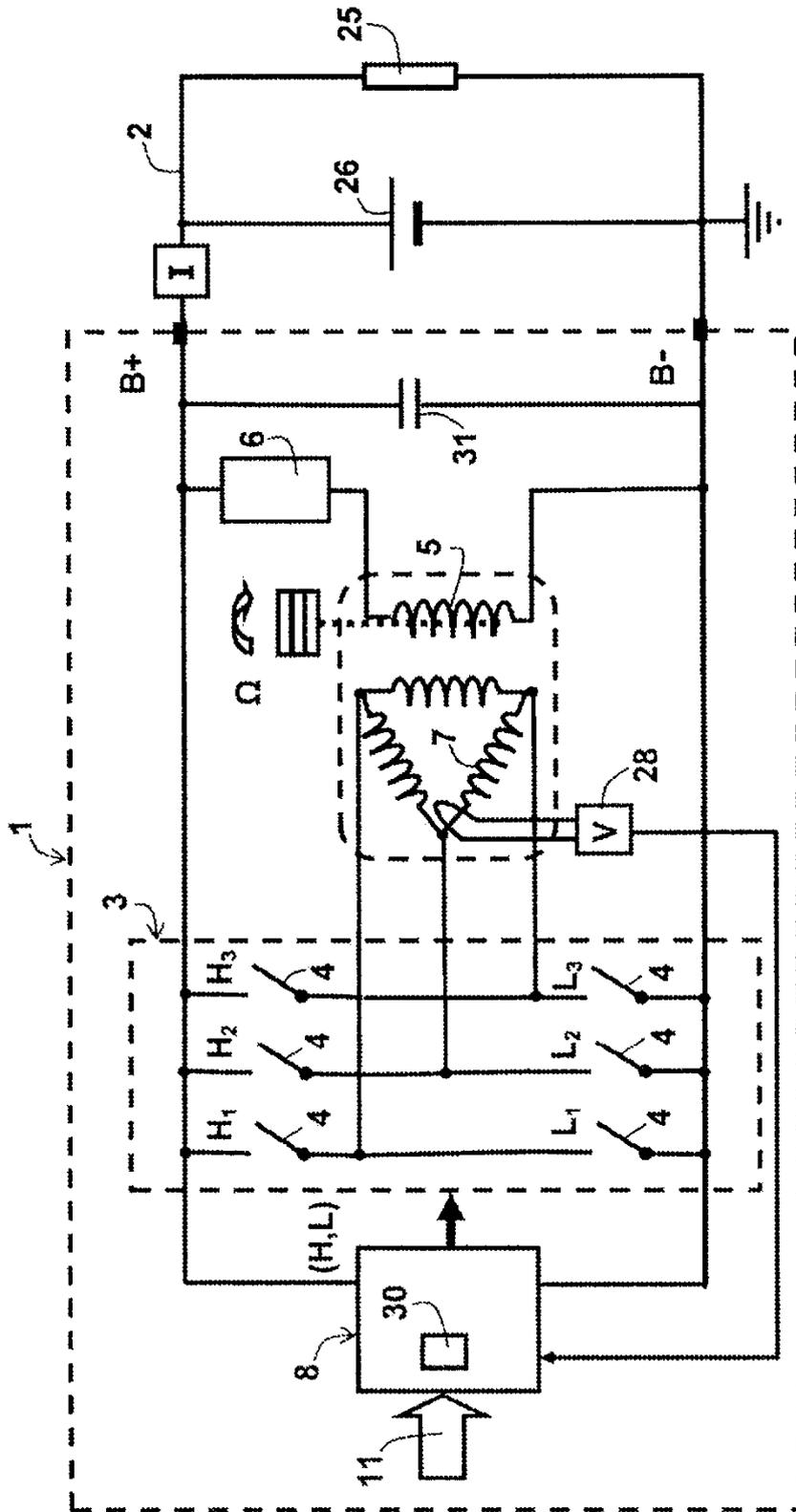


FIG. 1b

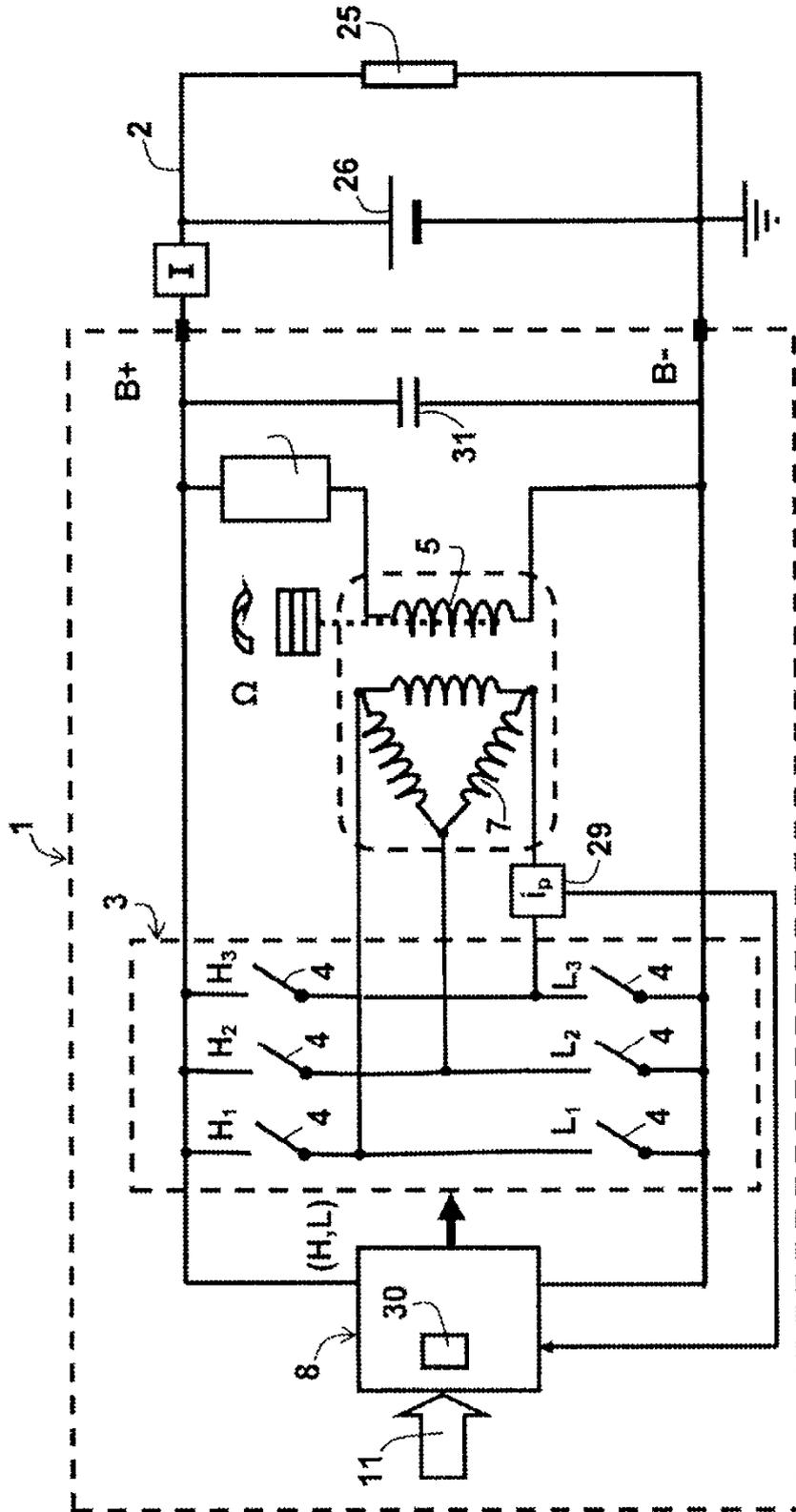


FIG. 1c

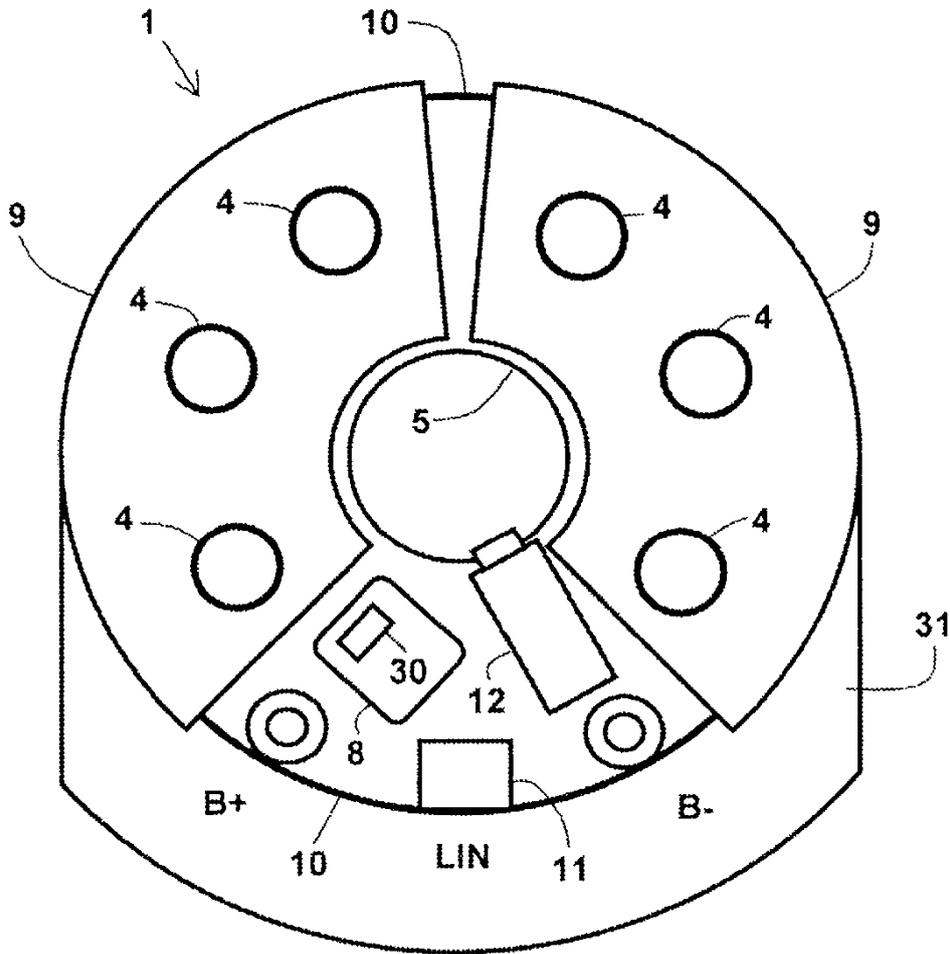


FIG. 2

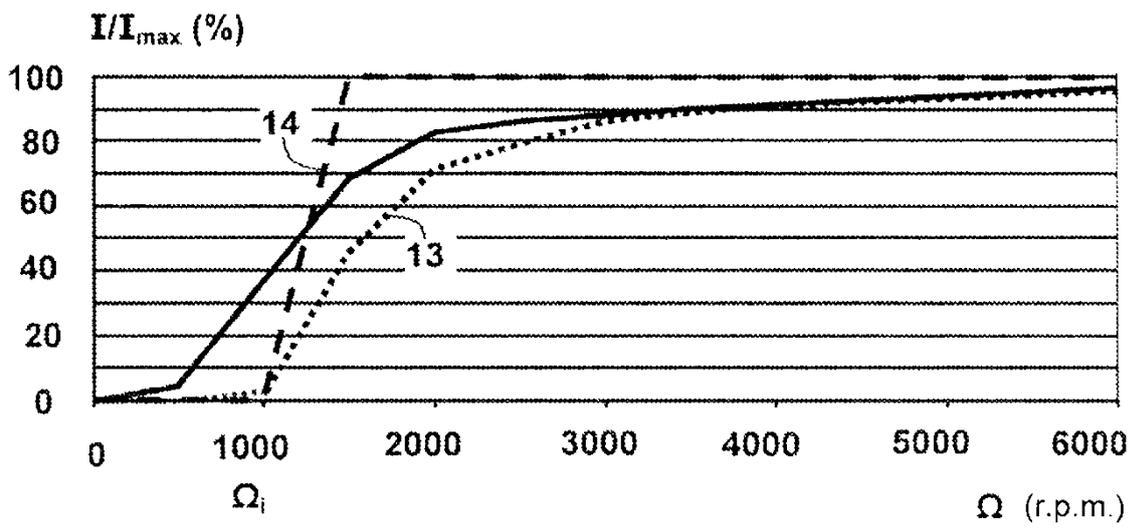


FIG. 3

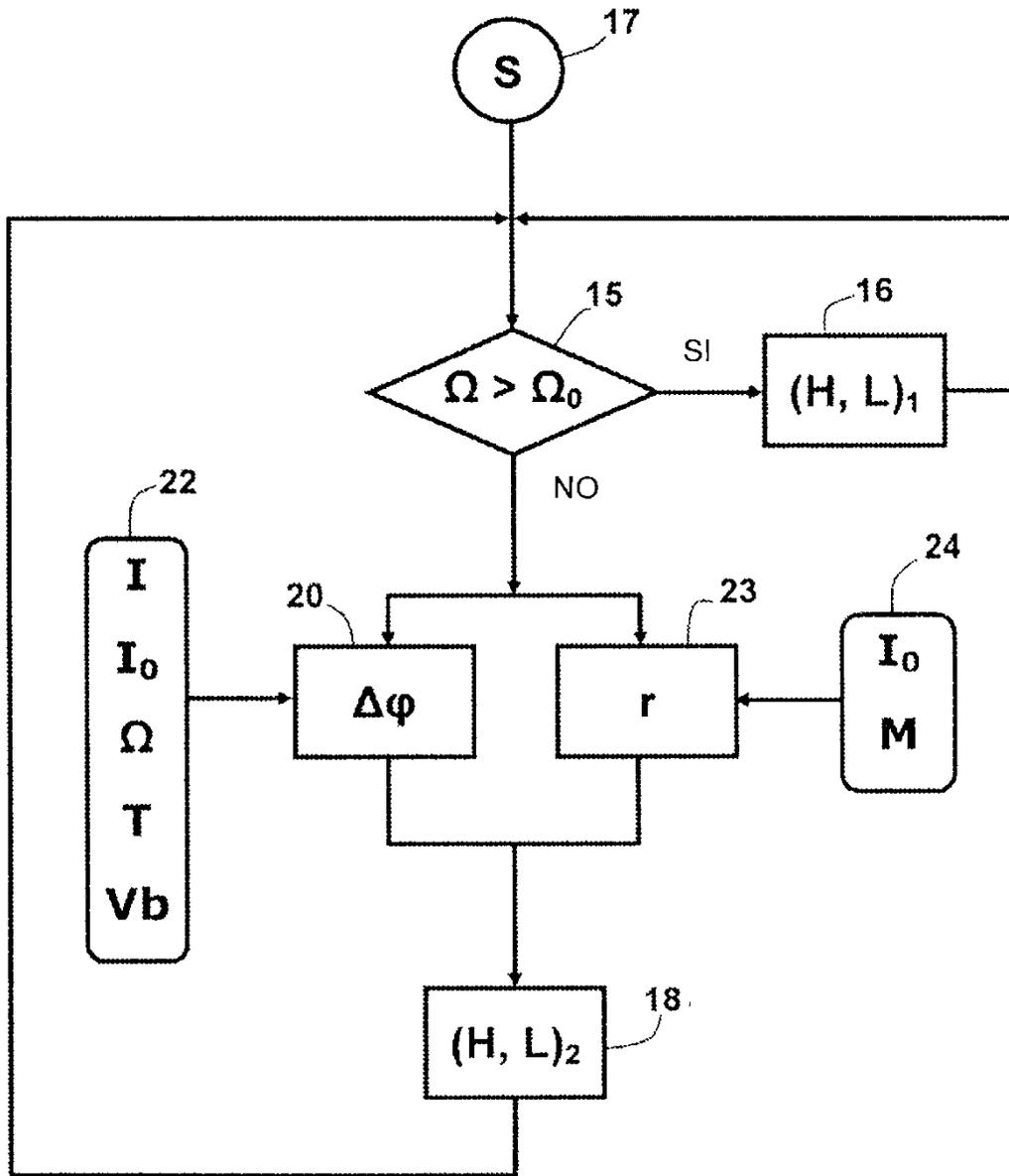


FIG. 4

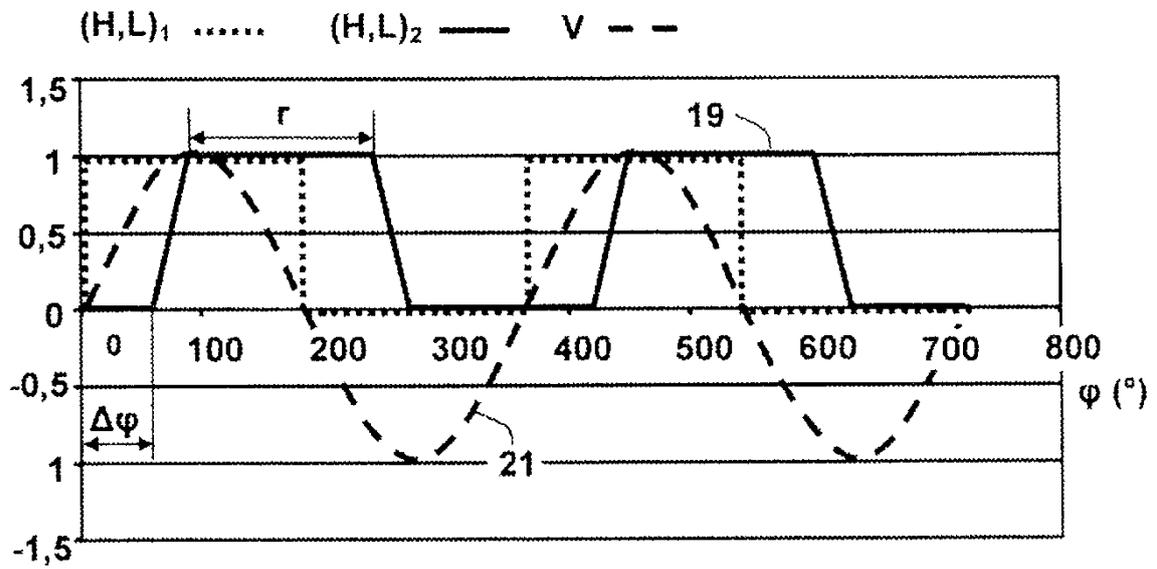


FIG. 5

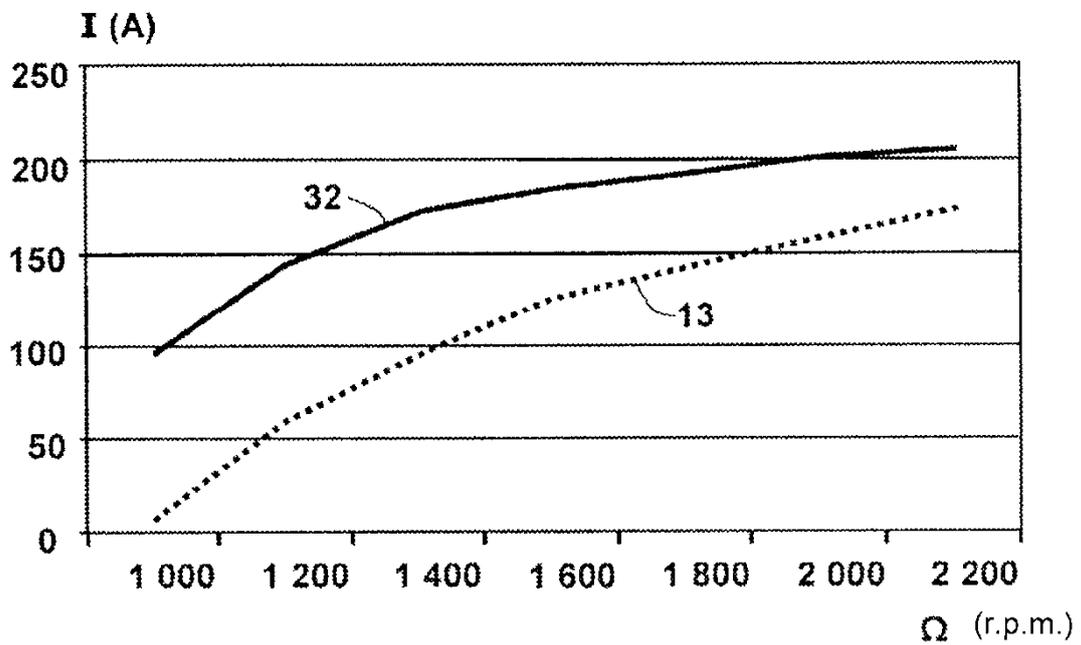


FIG. 6