



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 568**

51 Int. Cl.:
H02P 6/16 (2006.01)
H02P 6/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09160175 .7**
96 Fecha de presentación : **13.05.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2131486**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.12.2009**

54 Título: **Dispositivo de control de una máquina eléctrica giratoria polifásica y máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica provista de dicho dispositivo.**

30 Prioridad: **04.06.2008 FR 08 53700**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.05.2011

73 Titular/es:
VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR
2, rue André Boulle
94046 Créteil Cédex, FR

72 Inventor/es: **Bernard, François-Xavier;**
Louise, Christophe y
Doffin, Hugues

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 358 568 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

Dispositivo de control de una máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica y máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica provista de dicho dispositivo

5

[0001] La invención se refiere a un dispositivo de control para una máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica.

[0002] La invención se refiere más especialmente a un dispositivo de control de un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua asociado a una tal máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica y dispuesto entre esta y una unidad de almacenamiento de energía eléctrica, que comprende una batería recargable.

10

[0003] Se aplica más especialmente a unas máquinas reversibles, llamadas alternador-motor de arranque, utilizadas en la industria automóvil, tanto en modo alternador como en modo motor en el arranque o como ayuda al despegue (en modo llamado "boost"), típicamente a partir de 500 vueltas por minuto.

15

[0004] En el marco de la invención, el término "polifásico" se refiere más especialmente a máquinas eléctricas giratorias trifásicas o hexafásicas, y también puede referirse a máquinas eléctricas giratorias bifásicas o que funcionan con un número de fases más elevado.

20

[0005] Para fijar ideas, lo que se describe a continuación se sitúa en el contexto de la aplicación preferida de la invención, a saber el caso de una máquina eléctrica giratoria reversible trifásica del tipo alternador-motor de arranque, sin que ello limite en ningún caso el alcance de la invención.

[0006] Como es bien conocido, una máquina eléctrica giratoria reversible comprende un alternador que comprende:

25

- un rotor que constituye un inductor asociado clásicamente a dos anillos colectores y dos escobillas por las cuales se trae una corriente de excitación; y

30

- un estator polifásico que lleva varios devanados o arrollamientos, tres en el ejemplo de realización considerado, que constituyen un inducido, que están conectados en estrella, o la mayor parte del tiempo en triángulo en el caso de una estructura trifásica, y que suministran hacia un puente rectificador, en funcionamiento alternador, una potencia eléctrica convertida. La máquina comprende dos palieres, uno delantero y uno posterior, para fijarla al motor térmico y para fijar el estator. El estator envuelve al rotor. El rotor está soportado por un árbol a su vez soportado por los palieres delantero y trasero. Las escobillas están conectadas a un regulador del alternador para

35

mantener la tensión del alternador a una tensión deseada para una batería según esté vacía o cargada.

[0007] El alternador permite transformar un movimiento de rotación del rotor inductor, accionado por el motor térmico del vehículo, en una corriente eléctrica inducida en los devanados del estator.

40

[0008] El alternador también puede ser reversible y constituir un motor eléctrico, o máquina eléctrica giratoria, que permite hacer girar, mediante el árbol de rotor, el motor térmico del vehículo. A este alternador reversible se le denomina alternador-motor de arranque o también alternador-motor de arranque. Permite transformar la energía mecánica en energía eléctrica y viceversa.

45

[0009] Así, en modo alternador, el alternador-motor de arranque carga, en especial, la batería del vehículo mientras que en un modo motor de arranque el alternador-motor de arranque acciona el motor térmico llamado también motor de combustión interna, del vehículo automóvil para su arranque.

50

[0010] En las máquinas reversibles de la industria automóvil, por ejemplo, que funcionan según los modos motor o motor de arranque, el estator debe ser controlado en corriente para aplicar en todo momento al rotor el par necesario para inducir la rotación requerida para el funcionamiento del motor. El par aplicado al rotor, y por lo tanto la corriente a suministrar a las fases del estator, es una función sinusoidal de la posición angular, indicada por un ángulo θ , del rotor con respecto al estator.

55

[0011] La figura 1, colocada al final de la presente descripción, ilustra esquemáticamente un sistema completo 1 de determinación de la posición angular $\theta(t)$ del rotor de un alternador-motor de arranque trifásico y de control de este elemento, ya sea en modo alternador, o en modo motor (motor de arranque).

60

[0012] El sistema 1 comprende cuatro sub-sistemas principales: un alternador-motor de arranque 10, un convertidor 11 de corriente eléctrica alterna-continua reversible, un módulo 13 de control de este convertidor y un módulo 12 de

determinación de posición angular θ del rotor 100 (simbolizado por una flecha que gira alrededor de su eje de rotación Δ).

5 **[0013]** El convertidor 11 está generalmente constituido por un puente de rectificadores semi-conductores 110, que comprende tres ramas de dos transistores MOS-FET de potencia en serie, 1101 a 1103, que se denominarán a continuación, de manera arbitraria, "altos" y "bajos" una para cada fase. Una tal estructura es bien conocida del experto en la materia y es inútil describirla en lo que sigue. Los puntos medios de las ramas de salida, 1101 a 1103, constituyen las tres salidas del convertidor 11. Los extremos de las ramas, 1101 a 1103, están conectadas a las salidas positiva "+" y negativa "-" de un elemento de almacenamiento de energía eléctrica, por ejemplo una batería

10 Bat, de la cual está provisto el vehículo (no representado en la figura 1).

[0014] En modo alternador, el alternador-motor de arranque 10 alimenta con corriente alterna trifásica al convertidor 11 por sus tres salidas, 101 a 103, que corresponden a las uniones entre los tres devanados que constituyen el estator 104 del alternador-motor de arranque 10. Este convierte la corriente alterna trifásica en corriente continua de tal manera que pueda (re)cargar la batería Bat. Esta a su vez alimenta a diversos elementos de este vehículo: electrónica de a bordo, climatización, faros, etc.

15

[0015] La figura 1A ilustra de manera más detallada la configuración del alternador-motor de arranque 10 de la figura 1. El estator 104 comprende tres arrollamientos, 1010 a 1030, en configuración de triángulo, cuyos vértices están

20 conectados a las salidas 101 a 103.

[0016] En modo motor, es decir en modo motor de arranque, es el alternador-motor de arranque 10 el que es alimentado con energía eléctrica trifásica por el convertidor reversible 11, que funciona en modo generador de corriente trifásica.

25

[0017] En esta forma de realización de la invención relativa a una máquina eléctrica trifásica y por lo tanto un puente de transistores de tres ramas, los transistores MOSFET de las ramas, 1101 a 1103, son controlados según una secuencia apropiada de seis señales de control, SC1 a SC6, cualquiera que sea el modo considerado. Las seis señales de control, SC1 a SC6, son generadas por el módulo de control 13. Como es bien conocido también, estas señales, SC1 a SC6, deben ser generadas en sincronismo con la posición angular θ del rotor 100 que determina las fases relativas de las corrientes suministradas por las salidas, 101 a 103, del alternador-motor de arranque 10 (modo de funcionamiento alternador), o transmitidas a estas salidas (modo de funcionamiento motor de arranque).

30

[0018] Es necesario por ello determinar la posición angular θ del rotor 100 con una elevada precisión para obtener un funcionamiento correcto de los puentes rectificadores, 1101 a 1103, en especial para evitar cualquier riesgo de deterioro de los componentes semi-conductores, y también y sobre todo, en modo motor, o motor de arranque, un par optimizado suministrado por el alternador-motor de arranque 10.

35

[0019] Esa es la función asignada al módulo 12 de determinación de la posición angular del rotor 100, de tal manera que pueda generar una señal $\theta(t)$ que representa la variación instantánea de la posición angular medida y transmitirla a la entrada del módulo de control 13.

40

[0020] En el estado de la técnica conocido, se han propuesto diversos procesos con esta finalidad.

45 **[0021]** El Solicitante ha propuesto en especial en la solicitud de patente internacional WO 2006/010864 A2, un dispositivo y un procedimiento de determinación de la posición de un rotor de una máquina eléctrica giratoria que comprende un estator, que permite obtener la posición angular precisa deseada siendo a la vez poco costosa, de realización simple y poco sensible a las perturbaciones magnéticas.

50 **[0022]** El dispositivo mostrado en esta solicitud de patente comprende una pluralidad de sensores de campo magnético fijos con respecto al estator de la máquina eléctrica giratoria y capaces de suministrar una serie de primeras señales representativas de un campo magnético giratorio detectado por estos sensores, y medios de tratamiento de estas primeras señales por un operador capaz de suministrar una serie de segundas señales sinusoidales dependiendo de la posición angular alcanzada por el rotor.

55

[0023] En un ejemplo de realización, ilustrado por la figura 1 situada al final de la presente descripción, se utilizan tres sensores lineales de efecto Hall, CA1 a CA3, colocados a 120° eléctricos en la máquina eléctrica giratoria, en este caso el alternador-motor de arranque 10, enfrentados a un blanco (no representados en la figura 1) solidario del rotor 100 y magnetizado alternativamente Norte/ Sur para cada polo de la máquina. Para una descripción más amplia, se hará referencia a la descripción de la solicitud de patente internacional WO 2006/010864 A2 precitada.

60

- [0024]** Los sensores, CA1 a CA3, suministran a la salida una serie de tres señales, CH1 a CH3, cuando el alternador motor de arranque 10 está girando. Se constata experimentalmente que estas señales, que se calificarán de "brutas", comprenden generalmente una elevada tasa de armónicos, en especial una tasa considerable de armónico 3 y que sus amplitudes relativas son diferentes. Es por lo tanto difícil de construir a partir de estas tres señales brutas, muy imperfectas, dos señales que se parezcan a una función sinusoidal ideal (es decir exentas de armónicos), de amplitudes idénticas, de offsets nulos y desfasadas de manera no trivial (desfase no múltiple de 180°), que constituyen las segundas señales precisadas.
- [0025]** Para dar remedio a esta dificultad, el principio de base es hallar dos combinaciones lineales distintas que permitan obtener las dos sinusoides deseadas, evitando a la vez al máximo posible los problemas mencionados más arriba.
- [0026]** En primera aproximación, es posible suponer que los sensores, CA1 a CA3, tienen unas características idénticas o al menos muy parecidas, que están colocados en un mismo entorno térmico y electromagnético y por lo tanto que las señales suministradas por estos sensores presentan características comunes. Estas hipótesis llevan a considerar que:
- sus offsets evolucionan al mismo tiempo en función de un campo perturbador eventual (como, por ejemplo, la magnetización del rotor);
 - sus tasas de armónicos de orden 3 son muy semejantes y están en fase con sus armónicos fundamentales; y
 - las señales eléctricas generadas por estos sensores están desfasadas en aproximadamente 120°.
- [0027]** Estas hipótesis permiten la elección de dos combinaciones lineales que anulan en parte el armónico de orden 3 y los offsets. De manera simple, escogiendo para combinaciones lineales la diferencia entre dos señales de salida de sensores se obtienen dos señales desfasadas en 60° y que responden a los criterios de elección expresadas más arriba.
- [0028]** Se constata entonces que las señales obtenidas se parecen a funciones sinusoidales ideales: están de nuevo centradas y contienen menos armónicos que las señales brutas.
- [0029]** Sin embargo, las amplitudes de estas señales no son completamente idénticas y sus offsets no son perfectamente nulos. Ello hace necesario una etapa de calibración en fábrica, al final de la cadena de fabricación.
- [0030]** Para ello, se puede restar un valor regulable a cada una de las señales con la finalidad de anular cada offset. Este valor consignado puede obtenerse de manera puramente analógica, por ejemplo con ayuda de un potenciómetro o un puente resistivo ajustable (por ejemplo empleando un procedimiento llamado de "recorte láser"), o semi-analógico utilizando un valor numérico convertido en valor analógico. Finalmente, también es posible una solución completamente numérica si las señales son convertidas en señales numéricas.
- [0031]** En lo que se refiere a la calibración de la amplitud, es necesario un único ajuste ya que es suficiente que las amplitudes de las señales sean iguales. Para ello se puede recurrir a un amplificador de ganancia regulable. Este amplificador de ganancia variable puede ser puramente analógico, semi-analógico o completamente numérico. Hay que destacar que la calibración en amplitud se podría haber realizado previamente en dos de las señales brutas suministradas por los sensores, CA1 a CA3, con la finalidad de que las combinaciones lineales ulteriores sean más eficaces para eliminar el armónico de orden 3. El inconveniente de este procedimiento reside en el hecho de que es necesario un ajuste suplementario y que no se corrigen las disparidades de amplificación eventuales de las propias combinaciones lineales.
- [0032]** Una vez obtenidas las dos sinusoides, se vuelve posible extraer directamente el valor de la posición angular θ . Para ello, dividiendo las dos señales nos deshacemos de la amplitud, y luego, con ayuda de una función matemática o una tabla, se puede invertir la función y determinar el cuadrante angular gracias a los signos de las señales. Para fijar ideas, a título de ejemplo no limitativo, si el desfase entre señales es de $\theta = 90^\circ$ por ejemplo, se trata de una función ArcoTangente. De nuevo, para una descripción más amplia del procedimiento, se hará referencia a la descripción de la solicitud de patente internacional WO 2006/010864 A2 precisada.
- [0033]** En el marco de la invención, se puede recurrir a este procedimiento o a cualquier otro procedimiento conocido que permita determinar la posición angular θ del rotor 100 con una buena precisión.

[0034] El módulo 12 de determinación de posición angular θ del rotor 100 suministra por su salida una señal $\theta(t)$ representativa de esta posición angular. Esta señal puede ser de tipo analógico, o, preferentemente de tipo numérico si el módulo 12 está provisto de un circuito de conversión analógico-numérico (no representado).

5 **[0035]** La señal es transmitida a la entrada de un módulo de control 13 destinado a elaborar una serie de señales de control de los elementos de conmutación del convertidor de corriente eléctrica alterna-continua reversible 11, elementos de conmutación generalmente constituidos por unos transistores MOS-FET de potencia 110, como ya se ha mencionado. En este caso, al tratarse de un alternador motor de arranque trifásico 10, el convertidor reversible 11 comprende tres ramas de dos transistores MOS-FET en serie dispuestos entre los polos "+" y "-" de la batería Bat.

10 **[0036]** Por lo tanto, en esta forma de realización para una máquina eléctrica trifásica, el módulo de control 13 debe generar una serie de seis señales de control, SC1 a SC6, que deben estar, como ya se ha dicho, en perfecto sincronismo con la posición angular θ del rotor 100 que determina las fases relativas de las corrientes suministradas por las salidas, 101 a 103, del alternador-motor de arranque 10, según una secuencia temporal apropiada, de tal manera que se pueda obtener un funcionamiento correcto de los puentes rectificadores, en especial para evitar cualquier riesgo de deterioro de los componentes semi-conductores, y también y sobre todo, en modo motor o motor de arranque, un par optimizado suministrado por el alternador-motor de arranque 10.

15 **[0037]** Ya son conocidos circuitos numéricos que permiten generar señales de control, de tipo "todo o nada", con configuración cuadrada o rectangular.

20 **[0038]** Sin embargo, se siente la necesidad de poder no solamente generar estas señales, sino también poder modificar a voluntad su configuración, de manera muy flexible, sin aumentar significativamente el coste y la complejidad de los circuitos del módulo de control 12, en especial para poder pasar de un funcionamiento llamado de "onda completa" a otro modo de funcionamiento, sin necesidad de modificar sustancialmente los circuitos que constituyen este módulo, incluso tener que cambiarlos completamente (por ejemplo por sustitución de toda una tarjeta de circuitos electrónicos o del módulo propiamente dicho otro).

25 **[0039]** Tal como se ha mencionado, en el marco de la invención el término "polifásico" se refiere indiferentemente tanto a máquinas bifásicas, trifásicas, o hexafásicas, que funcionan de manera más general con un número de fases igual a n (que es un entero superior a 1). Por lo tanto también hay la necesidad de poder acomodar estas máquinas diversas cualquiera que sea n , también sin tener que modificar "materialmente" o cambiar los circuitos que constituyen el módulo de control.

30 **[0040]** La invención tiene por objeto responder a las necesidades expuestas más arriba.

[0041] Para ello, según una primera característica, el dispositivo según la invención explota el valor numérico de la posición angular para direccionar una tabla que contiene órdenes de control de los elementos de conmutación de potencia del convertidor de corriente eléctrica alterna-continua.

40 **[0042]** De manera ventajosa, la tabla precitada está constituida por una memoria de lectura solamente, del tipo llamada R.O.M. (siglas de "Read Only Memory").

45 **[0043]** La ventaja de un tal dispositivo es el de poder fácilmente pasar de una máquina polifásica de orden n , por ejemplo trifásica, a una máquina polifásica de orden superior o inferior, por ejemplo hexafásica, solamente cambiando esta tabla lo cual constituye una versatilidad importante en el caso de aplicaciones destinadas a varios tipos de máquinas. Por ejemplo, con una tabla de palabras de n bits se puede, sin cambiar la estructura de la tarjeta, controlar una máquina con un número n fases cualquiera, controlando cada bit una sola fase.

50 **[0044]** Según un modo de realización práctica del cual se darán más detalles a continuación, los elementos de conmutación de potencia, llamados bajo y alto de cada rama, es decir de cada fase están controlados por un mismo bit pero de manera opuesta con clásicamente un tiempo muerto que realiza de este modo un control llamado de « onda completa ».

55 **[0045]** Según un modo de realización suplementario del dispositivo según la invención, si un control de onda completa no es apropiado, es posible adjuntar a la primera tabla una tabla suplementaria direccionada de manera idéntica, lo cual permite controlar separadamente los elementos de conmutación de potencia bajo y alto de cada rama.

60 **[0046]** También es posible utilizar solamente una tabla que contiene a las dos series de órdenes de control y dos series de salidas, una primera serie de salidas que controla a los elementos de conmutación de potencia alto de

cada rama y una segunda serie de salidas que controla a los elementos de conmutación de potencia bajo de cada rama.

- 5 **[0047]** Según otro modo de realización suplementario, el dispositivo de control según la invención genera señales de control moduladas en anchura de impulsión ("MLI" o "PWM" siglas de "Pulse Width Modulación según la denominación anglo-sajona corrientemente utilizada). A tal efecto, comprende unos circuitos suplementarios que efectúan un "ET lógico" entre las señales de control generadas por la tabla y una señal al cuadrado con una relación cíclica variable de frecuencia más elevada que la frecuencia eléctrica de la máquina eléctrica giratoria.
- 10 **[0048]** Por lo tanto, la invención tiene por objeto principal un dispositivo de control de un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua asociado a una máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica que comprende un rotor y un estator provistos de una pluralidad de arrollamientos conectados entre sí en sus extremos, en número igual al número de fases, estando dicho convertidor de corriente eléctrica alterna-continua dispuesto entre dicha máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica y una unidad de almacenamiento de energía eléctrica continua que comprende
- 15 unos bornes llamados positivo y negativo, comprendiendo dicho convertidor de corriente eléctrica alterna-continua, para cada fase, una rama de dos conmutadores de potencia en serie, llamados alto y bajo, dispuesta entre dichos bornes positivo y negativo, constituyendo el punto medio entre dos conmutadores de potencia, alto y bajo, unas entradas y/o unas salidas de dicho convertidor de corriente eléctrica alterna-continua y que están conectadas a los llamados extremos de conexión de dichos arrollamientos, comprendiendo el dispositivo de control medios de
- 20 generación de una señal de salida que representa la posición angular de dicho rotor.
- [0049]** Según la invención, el dispositivo de control de convertidor comprende al menos una tabla numérica que comprende una pluralidad de emplazamientos de memoria donde se almacenan unas palabras numéricas
- 25 direccionadas por dicha señal de posición angular de rotor y que suministra por su salida unas señales binarias de control en número igual al número de dichas fases, controlando cada señal binaria de control la conmutación de dichos conmutadores de potencia, altos y bajos, según una secuencia temporal predeterminada en función del valor instantáneo de dicha señal de posición angular de rotor que direcciona a dichas palabras numéricas.
- 30 **[0050]** Según otro aspecto, la invención también se refiere a una máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica provista de un tal dispositivo.
- [0051]** La invención se describirá a continuación de manera más detallada haciendo referencia a los dibujos adjuntos, entre los cuales:
- 35 - la figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de realización de un dispositivo de determinación de la posición angular de un rotor de un alternador-motor de arranque y de control de un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua según el estado de la técnica conocido;
- 40 - la figura 1A es una figura detallada que ilustra la configuración del alternador-motor de arranque de la figura 1;
- la figura 2A ilustra esquemáticamente un dispositivo de control de un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua de una máquina eléctrica giratoria síncrona trifásica según la invención, en un modo de funcionamiento llamado de "onda completa";
- 45 - la figura 2B ilustra un diagrama de bloques de las funciones de un módulo de filtrado por histéresis empleado en el dispositivo de la figura 2A que implementa un sistema de filtrado por histéresis;
- la figura 3 es un diagrama que ilustra dos modos de control;
- 50 - las figuras 4A y 4B ilustran esquemáticamente dos variantes de realización de un dispositivo de control de un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua de una máquina eléctrica giratoria síncrona trifásica según la invención, en un modo de funcionamiento diferente del modo llamado de "onda completa";
- la figura 5 ilustra esquemáticamente un dispositivo de control de un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua de una máquina eléctrica giratoria síncrona trifásica según la invención, en un modo de funcionamiento que emplea una modulación de anchura de impulsión; y
- 55 - la figura 6 ilustra esquemáticamente un ejemplo de realización completa de un dispositivo de control de un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua de una máquina eléctrica giratoria síncrona trifásica según la
- 60 invención, que permite diversos modos de funcionamiento.

[0052] En lo que sigue, sin limitar su alcance de ningún modo, la descripción se sitúa a continuación en el marco de la aplicación preferida de la invención, excepto indicación contraria, es decir en el caso de un dispositivo de control de un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua para un alternador-motor de arranque trifásico.

5 **[0053]** También en lo que sigue, los elementos comunes a varias figuras llevan las mismas referencias y no se volverán a describir a menos que sea necesario.

10 **[0054]** La figura 2A ilustra esquemáticamente un dispositivo de control 2 de un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua reversible para un alterno-motor de arranque trifásico, en modo de funcionamiento llamado de "onda completa".

15 **[0055]** Según una de las características esenciales de la invención, el dispositivo de control 2 emplea una tabla numérica 20 direccionada por una señal numérica que representa la posición angular $\theta(t)$ del rotor 101 (figura 1, suministrada por el módulo 21. Como ya se ha mencionado, esta posición angular puede determinarse según diversos procedimientos, por ejemplo mediante el procedimiento descrito por la solicitud de patente internacional precitada WO 2006/010864 A2 a nombre del Solicitante.

20 **[0056]** De manera práctica, la tabla numérica 20 puede consistir en una memoria de lectura solamente, del tipo llamada "R.O.M." (siglas de "Read Only Memory"). Esta memoria almacena palabras de n bits. Con una memoria donde se almacenan palabras de n bits, es posible, sin cambiar la estructura, controlar un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua para una máquina eléctrica giratoria síncrona de hasta n fases, controlando cada bit una única fase (en el ejemplo descrito n = 3).

25 **[0057]** En el ejemplo de la figura 2A, la memoria 20 es una memoria de 8 bits de salida, de los cuales solamente se utilizan realmente tres bits de salida, 200 a 202.

30 **[0058]** En la figura 2A, se ha representado un circuito 25 constituido por los elementos de conmutación de potencia (figura 1: ramas, 1101 a 1103) del convertidor de corriente eléctrica alterna-continua reversible (figura 1: 11), a partir de ahora referenciados 250H a 252H, para los elementos de conmutación de potencia llamados "altos", y 250B a 252B, para elementos de conmutación de potencia llamados "bajos". Cada rama de conmutadores, alta y baja respectivamente, está controlada de manera conocida de por sí por una serie de circuitos 24, llamados "pilotos" o "drivers" según la terminología anglo-sajona corrientemente utilizada, en este caso tres, 240 a 242. Por lo tanto, cada driver, 240 a 242, comprende dos entradas, correspondientes a los conmutadores altos y bajos respectivamente.

35 **[0059]** En un modo de funcionamiento llamado de "onda completa", cada bit de salida o señal binaria, 200 a 202, de la memoria 20, controla una de las ramas, dicho de otro modo una de las fases. De manera más precisa, cada bit, 200 a 202, controla a los dos elementos de conmutación de potencia, bajo y alto, pero de manera invertida. A tal efecto, se prevén unos circuitos suplementarios 23 constituidos por n inversores o circuitos lógicos "NOT" según la terminología anglo-sajona, tres en este caso para el trifásico, 230 a 231. Los bits directos y sus inversos son transmitidos a las entradas primeras y segundas de los drivers, 240 a 242, respectivamente. A título de ejemplo, el bit 200 y su inverso controlan, a través del driver 240, los elementos de conmutación de potencia alto y bajo, 250H y 250B, respectivamente de la rama que corresponde a una de las fases, que se llamará por ejemplo "fase 1" de manera arbitraria.

40 **[0060]** Tal como se ha mencionado, la realización de la tabla 20, ventajosamente una memoria "R.O.M.", permite una gran versatilidad de adaptación, puesto que cada bit se dedica a controlar una sola fase. Por lo tanto es posible, sin modificar la estructura de la tarjeta electrónica en la cual se implementarán los componentes del dispositivo de control según la invención, adaptarse a diversas máquinas eléctricas giratorias, hasta n fases (n = 8 en el caso del ejemplo descrito).

45 **[0061]** En determinadas circunstancias de funcionamiento (por ejemplo, debido al ruido o la inestabilidad de alta frecuencia en el bucle), pueden aparecer fluctuaciones intempestivas del valor de la posición angular calculada perjudiciales para el buen funcionamiento del convertidor 11 de corriente eléctrica alterna-continua reversible, e incluso susceptibles de ocasionar el deterioro de elementos de conmutación de potencia constituidos si estos son controlados en unos instantes inapropiados (señales de control incorrectamente desfasadas, que producen por ejemplo corto-circuitos).

50 **[0062]** También, según un modo de realización preferido, se aplica a esta posición angular un filtrado del tipo llamado "por histéresis" (módulo 22) antes de transmitirla a la memoria 20. Se obtiene en la salida filtrada del sistema por histéresis 22 una señal representativa para direccionar las posiciones de la memoria 20.

[0063] La figura 2B es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de realización de un sistema de filtrado por histéresis 22 que se puede emplear en el dispositivo 2 de la figura 2A.

5 **[0064]** El sistema de filtrado por histéresis funciona, por analogía, como un juego mecánico en un engranaje: durante un cambio de sentido de velocidad, un piñón accionado solamente ve que su posición retrocede cuando el juego eventual entre los dientes se ha recuperado, es decir cuando el cambio de sentido de velocidad ha ocasionado un desplazamiento del piñón accionador igual al juego. Es posible reproducir ce comportamiento implementando las iteraciones descritas por el diagrama de bloques de la figura 2B. Se denominará a continuación "juego" el valor de este juego, valor que depende de un determinado número de parámetros físicos ligados a los elementos empleados en un sistema real 1 de la figura 1.

10 **[0065]** En el bloque 2200, se calcula el valor de la separación, es decir la "Separación", entre la posición filtrada en la etapa (n-1), es decir la "PosiciónFiltrada(n-1)", y la posición en la etapa n, es decir la "Posición(n)", siendo n un número entero arbitrario. En el bloque 2202, se compara el valor "Separación" con el valor "-juego". Si el resultado de la comparación es inferior o igual a "-juego" (rama "SI"), se transmite el valor "Separación" al bloque 2204, en el caso contrario (rama "NO"), se la transmite al bloque 2205. En el bloque 2204, se fuerza el valor "PosiciónFiltrada(n)", al valor "Posición(n) + juego". En el bloque 2205, se fuerza el valor "PosiciónFiltrada(n)", al valor "PosiciónFiltrada(n-1)". Las salidas de los bloques 2204 y 2205 son sumadas en un bloque 2206 y la salida de este bloque 2206 es realimentada en la entrada del bloque 2200 para realizar una nueva iteración (etapa n+1).

15 **[0066]** El sistema de filtrado por histéresis 22 conforme al diagrama de bloques de la figura 2B permite aprehender un funcionamiento de una máquina eléctrica susceptible de girar en los dos sentidos, es el caso de alternador-motor de arranque 10 de la figura 1.

20 **[0067]** En el caso en que el sentido de control de la máquina eléctrica giratoria solamente puede ser unidireccional, es suficiente con retener un valor "juego" infinito, con el fin transmitir solamente la posición cuando este se incrementa (dispositivo de tipo anti-retorno equivalente al de una rueda llamada "de trinquete" en mecánica).

25 **[0068]** El dispositivo de control de la figura 2A permite obtener un modo de funcionamiento del convertidor de corriente eléctrica alterna-continua reversible (figura 1: 11) en modo llamado de "onda completa". El diagrama de la figura 3 ilustra este modo de funcionamiento mediante la curva referenciada C180. La alternancia positiva representa la tensión suministrada por uno de los elementos de conmutación de potencia de una rama, por ejemplo el elemento alto 250H, la alternancia negativa la tensión suministrada por el elemento bajo 250B. Se trata aquí de semi-periodos completos y consecutivos, y de ahí el índice "180" utilizado. Naturalmente, los pares de señales de control, SC1-SC2 a SC5-SC6 (figura 1), que provienen de los bits, 200 a 202, deben estar desfasados en 120° en el caso considerado (corriente trifásica).

30 **[0069]** Si el modo de funcionamiento de "onda completa" no es apropiado, es posible modificar la configuración de las tablas (memorias "R.O.M.").

35 **[0070]** La figura 4A ilustra un primer ejemplo de dispositivo de control modificado 2a en el que se emplean dos memorias "R.O.M.", referenciadas 20H y 20B, para "Alto" y "Bajo". Las dos tablas, 20H y 20B, están direccionadas por una misma señal numérica que representa la posición angular $\theta(t)$ del rotor 101 (figura 1). Esta configuración permite controlar separadamente los elementos de conmutación de potencia, respectivamente alto y bajo, de cada rama, 1101 a 1103, mediante una de las tablas, 20H o 20B. De este modo, la fase puede permanecer flotante durante un intervalo de tiempo determinado. Los bits 200H a 202H generados por la memoria 20H están destinados a controlar los elementos de conmutación de potencia altos de cada rama, por lo tanto de cada fase, y los bits 200B a 202B los elementos de conmutación de potencia bajos. Estas dos series de bits son transmitidas directamente a las dos series de entradas correspondientes de los drivers 240 a 241.

40 **[0071]** Para fijar ideas, la curva C120 de la figura 3 ilustra un ejemplo de modo de funcionamiento diferente del modo llamado de "onda completa". En el ejemplo ilustrado por esta curva C120, los elementos de conmutación de potencia altos y bajos, por ejemplo 250H y 250B, solamente durante 120° de los 180° de una alternancia.

45 **[0072]** Los otros componentes del dispositivo 2a de la figura 4A son idénticos a los del dispositivo 2 de la figura 2, y no es necesario volver a describirlos.

50 **[0073]** Igual que antes, se puede emplear un filtro por histéresis 22 si es necesario (descrito de manera detallada con referencia a la figura 2A).

[0074] Obviamente las tablas constituidas por las memorias, 20H y 20B, deben estar codificadas para evitar controlar los dos elementos de conmutación de potencia separadamente incluso si es preferible bloquear este funcionamiento prohibido directamente al nivel de los drivers, 240 à 242, de los elementos de conmutación de potencia 25.

5

[0075] Sin embargo, esta configuración presenta el inconveniente de necesitar la presencia de dos memorias, aunque estas memorias puedan ser idénticas en lo que se refiere a su configuración material (pins de salida).

[0076] Sin embargo, es posible utilizar solamente una memoria, como lo muestra la figura 4B que ilustra un segundo ejemplo de dispositivo de control modificado. Según este modo de realización, solamente se utiliza una única tabla constituida por una memoria "R.O.M." única de 20HB. Se utilizan en este caso un más elevado número de bits de salida de la memoria 20HB, precisamente el doble, con un número de fases controladas idéntico. De manera correlativa, las posibilidades de extensión, con un número de patas de salida constante se verán limitadas en la misma cantidad.

10

[0077] Los bits 200H a 202H, por un lado, y los bits, 200B a 202B, por otro lado, realizan una función idéntica a la de los bits correspondientes del dispositivo 2b de la figura 4A. Es suficiente con codificar consecuentemente la memoria 20HB y almacenar en ella las palabras necesarias para obtener este resultado. Los otros componentes del dispositivo 2b funcionan de manera idéntica que los del dispositivo 2a. Es por lo tanto inútil volver a describirlos.

15

[0078] Igual que antes, se puede emplear un filtro por histéresis 22 si es necesario (descrito de manera detallada frente a la figura 2A).

20

[0079] Finalmente, es posible controlar los elementos de conmutación de potencia 25 del convertidor de corriente eléctrica alterna-continua reversible 11 (figura 1) recurriendo a una modulación de anchura de impulsión ("MLI" o "PWM" para "Pulse Width Modulation según la denominación anglo-sajona corrientemente utilizada).

[0080] La figura 5 ilustra un ejemplo de dispositivo de control 2" según la invención de este tipo.

[0081] La estructura del dispositivo de control 2" es similar a la del dispositivo de control 2 de la figura 2, en el sentido en que se emplea una memoria única 20 y una serie 23 de circuitos lógicos "NOT", 230 a 232. Sin embargo, una serie 26 de circuitos lógicos "ET", 260 a 262, o "AND" según la terminología anglo-sajona corrientemente utilizada, está intercalada entre la memoria única 20 y la serie 23 de circuitos lógicos "NOT" y la serie 24 de drivers. Los circuitos lógicos "AND", 260 a 262, reciben los bits de salida, 200 a 202, de la memoria 20 en una primera entrada.

30

[0082] De manera análoga al dispositivo 2 de la figura 2, los bits de salida, 2600 a 2602, de los circuitos "AND", 260 a 260, controlan cada uno los elementos de conmutación de potencia alto y bajo de una de las ramas de conmutadores, por lo tanto de una fase. Son transmitidas directamente a una primera entrada de los drivers, 240 a 242, por un lado, y en forma invertida, a una segunda entrada de estos mismos drivers, 240 à 242, por otro lado.

35

[0083] Las segundas entradas de los circuitos lógicos "AND", 260 a 262, reciben de un módulo 27 una misma señal de control 2720 generada por un circuito umbral 272. De manera bien conocida de por sí, este circuito 272 recibe, en una primera entrada, una señal de control de relación cíclica 2700, ajustable a voluntad, generada por un circuito 270, y en una segunda entrada, una señal en diente de sierra 2710 generada por unos circuitos de reloj 271 de frecuencia elevada. En función de la duración de la señal de control de relación cíclica 2700, los circuitos "AND" dejan pasar los valores lógicos de los bits de control, 200 a 202, presentes en las salidas de la memoria 20, durante unas fracciones más o menos largas de cada semi-alternancia (entre 0° y 180°), cuando la señal 2700 está en un primer estado lógico, por ejemplo en el "1" lógico, y los bloquean cuando está en el segundo estado lógico, "0" lógico. Los impulsos de control, 2600 a 2602, de los elementos de conmutación de potencia, se modulan por lo tanto por longitud de impulso ("MLI" o "PWM").

40

[0084] Igual que antes, se puede emplear un filtro por histéresis 22 si es necesario (descrito de manera detallada con referencia a la figura 2A).

45

[0085] Se describirá a continuación un ejemplo de realización práctica de un dispositivo de control completo 2" según la invención con referencia a la figura 6. El dispositivo de control 2" permite diversos modos de funcionamiento.

[0086] En primer lugar, la disposición de la figura 6 permite funcionar, o no, en modo llamado de "onda completa". También está provisto de funciones suplementarias que se detallarán a continuación.

50

- 5 **[0087]** Para ello, comprende, según una de las características esenciales de la invención, unas tablas constituidas de memorias "R.O.M.", direccionables por el valor numérico de la posición angular del rotor 101 (figura 1). De manera más precisa, el dispositivo 2" está provisto de dos memorias, 20H y 20B, que realizan una función similar a las memorias de idénticas referencias de la figura 4A cuando son utilizadas simultáneamente.
- [0088]** El dispositivo 2" comprende, como anteriormente, una serie de elementos de conmutación de potencia 25 y de drivers 24 de estos elementos de conmutación de potencia. Por lo tanto, es innecesario volver a describirlos.
- 10 **[0089]** También igual que antes, se puede emplear un filtro por histéresis 22 si es necesario (descrito de manera detallada frente a la figura 2A).
- 15 **[0090]** También se ha representado en la figura 6 un módulo 4 que comprende a los sensores CA1 a CA3 de la figura 1 y que suministra por sus salidas (referencia única 40) las señales generadas por estos sensores, tres en el caso de una máquina trifásica, n en el caso general. Las señales 40 son transmitidas a un módulo 5 de estimación de la posición angular del rotor 101: señal numérica de salida 50. El módulo 5 realiza una función análoga al módulo 12 de la figura 1, estimándose la señal de salida 50 a partir de combinaciones lineales de las señales 40, tal como se ha mencionado.
- 20 **[0091]** El dispositivo 2" comprende además un módulo de control de funciones 3 que suministra cuatro señales de control distintas en la salida, en el ejemplo descrito, 30 a 33.
- 25 **[0092]** La primera señal de control, 30, es una señal de control de avance de fase. Es transmitida a una segunda entrada de un sumador numérico 6 que recibe en su primera entrada a la señal numérica estimada 50 de posición angular del rotor 101. En función del valor numérico de la señal 30, se modificará la posición angular estimada del rotor 50, lo cual equivaldrá a modificar la fase de las señales de control de los elementos de conmutación de potencia 25.
- 30 **[0093]** La señal de salida 60 del sumador 6 es transmitida al módulo de filtrado por histéresis 22, que suministra a la salida un valor numérico filtrado $\theta(t)$ de la posición angular de rotor eventualmente modificada por la señal de control de avance de fase 30. Este valor $\theta(t)$ se utiliza para direccionar las memorias 20H y 20B.
- 35 **[0094]** El dispositivo 2" comprende finalmente cuatro bancos de tres conmutadores, referenciados K1 a K4, que funcionan como un direccionador de dos vías, cuya utilidad se explicará a continuación.
- 40 **[0095]** Ante todo, aunque estén representados en forma de conmutadores galvánicos, debe entenderse que puede tratarse de conmutadores de cualquier tecnología, en especial de conmutadores electrónicos.
- 45 **[0096]** Los conmutadores de los bancos K3 y K4 son controlados por una señal binaria 33 proveniente del módulo de control de funciones 3. Esta señal tiene por función permitir la parada o el bloqueo de los bits de control generados por las memorias 20H y 20B: función "MARCHA/PARO" o "ON/OFF" según la terminología anglo-sajona corrientemente utilizada. Cuando la señal 33 está en el estado lógico arbitrario "1", la vía superior de los conmutadores K3 y K4 es pasante. Cuando la señal 33 está en el estado lógico "0", la vía inferior de los conmutadores K3 y K4 es pasante.
- 50 **[0097]** Los conmutadores del banco K1 reciben una señal de control binaria 31 proveniente del módulo de control de funciones 3. El valor lógico, "1" o "0", de la señal 31 determina si el dispositivo 2" debe funcionar en modo llamado de "onda completa" o no. Por lo tanto, los conmutadores del banco K1 permiten seleccionar uno de estos dos modos de funcionamiento.
- 55 **[0098]** En el primer caso, la vía superior de los conmutadores K1 es pasante y solamente se tienen en cuenta los bits de salida, 200H a 202H, de la memoria 20H. Efectivamente, los bits, 200H a 202H, son transmitidos directamente, por un lado, a las primeras entradas de los drivers, 240 a 242, a través de las vías superiores pasantes de los conmutadores K1, y, por otro lado, en forma invertida, por la acción de los circuitos "NOT", 230 a 232, a las segundas entradas de estos mismos drivers, 240 a 242, por las vías superiores pasantes de los conmutadores K4. Con esta hipótesis, el funcionamiento es por lo tanto totalmente similar al del dispositivo de la figura 2.
- 60 **[0099]** En el segundo caso, la vía inferior de los conmutadores K1 es pasante. De ello resulta que los bits de salida, 200H a 202H, de la memoria 20H son transmitidos a las primeras entradas de los drivers, 240 a 242, por las vías superiores pasantes de los conmutadores K3, y los bits, 200B a 202B, de la memoria 20B son transmitidos a las

segundas entradas de los drivers, 240 a 242, por las vías inferiores pasantes de los conmutadores K1 y superiores de los conmutadores K4. Entonces, el funcionamiento es totalmente similar al obtenido con el dispositivo 2a de la figura 4A. Sería naturalmente posible, en una variante de realización suplementaria remplazar las dos memorias 20H y 20B por una memoria única, como en el caso del dispositivo 2b de la figura 4B.

5

[0100] Finalmente, es posible forzar el convertidor de corriente eléctrica alterna-continua reversible 11 (figura 1), cuando funciona como generador de corriente (modo de funcionamiento alternador), en un modo de corto-circuito de los devanados de fases del estator del alternador-motor de arranque 10 (figura 1), de manera más general, de los devanados de las fases del estator de la máquina eléctrica giratoria síncrona. Este modo de corto-circuito presenta un interés en especial para un frenado de un motor térmico durante la parada de este.

10

[0101] El modo de corto-circuito está controlado a través de las señales binarias 32 y 33 que controla los conmutadores K2, K3 y K4.

15

[0102] La disposición del circuito de los conmutadores K2, K3 y K4 es tal como cuando la señal 33 está en el estado lógico « 1 », las memorias 20H y 20B están operativas y definen el control de los conmutadores de potencia del convertidor.

20

[0103] Cuando la señal 33 está en el estado lógico "0", es el estado lógico de la señal 32 el que fuerza el estado de conmutadores de potencia a un estado « abierto » o « cerrado ». Estando la señal 33 en el estado lógico "0", si la señal 32 está en el estado lógico "0", los conmutadores de potencia están abiertos y los devanados del estator están entonces en un estado de desconexión. Estando la señal 33 en el estado lógico "0", si la señal 32 está en el estado lógico "1", los conmutadores de potencia están abiertos y los devanados del estator están entonces en un estado de corto-circuito.

25

[0104] Según lo expuesto anteriormente, se constata fácilmente que la invención alcanza los objetivos fijados, que será innecesario recordar completamente.

30

[0105] Sin embargo, la invención no se limita solamente a los dispositivos conformes a los modos de realización explícitamente descritos con referencia a las figuras 2 a 6, ni solamente a la aplicación preferida relativa al control del convertidor 11 de corriente eléctrica alterna-continua reversible asociado a un alternador-motor de arranque trifásico.

35

[0106] Sin salir del marco de la invención, el dispositivo se aplica a cualquier máquina giratoria polifásica, por ejemplo bifásicas, trifásica, hexafásica, etc., en modo motor (motor de arranque) y/o alternador (generador de corriente), lo cual permite precisamente la utilización de tablas numéricas direccionadas por el valor numérico de la posición angular de rotor, según una de las características esenciales de la invención. Estas tablas están ventajosamente constituidas por memorias fijas, de tipo "R.O.M.", pero podrían igualmente constituirse a base de memorias reprogramables del tipo "P.R.O.M" (siglas de "Programmable Read Only Memory") o similares.

40

[0107] Finalmente, debe quedar claro que los valores numéricos se han ofrecido únicamente para poner mejor de manifiesto las características de la invención y que no constituyen en ningún caso limitación alguna de su alcance. Dependen, en especial, de la aplicación precisa prevista y su elección queda al alcance de experto en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de control de un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua asociado a una máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica que comprende un rotor y un estator provistos de una pluralidad de arrollamientos conectados entre sí en sus extremos, en número igual al número de fases, estando dicho convertidor de corriente eléctrica alterna-continua dispuesto entre dicha máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica y una unidad de almacenamiento de energía eléctrica continua que comprende unos bornes llamados positivo y negativo, comprendiendo dicho convertidor de corriente eléctrica alterna-continua, para cada fase, una rama de dos conmutadores de potencia en serie, llamados alto y bajo, dispuesta entre dichos bornes positivo y negativo, constituyendo el punto medio entre dos conmutadores de potencia, alto y bajo, unas entradas y/o unas salidas de dicho convertidor de corriente eléctrica alterna-continua y que están conectados a los llamados extremos de conexiones de dichos arrollamientos, comprendiendo el dispositivo de control medios de generación de una señal de salida que representa la posición angular de dicho rotor, **caracterizado por el hecho de que** comprende al menos una tabla numérica (20) que comprende una pluralidad de emplazamientos de memoria donde se almacenan unas palabras numéricas direccionadas por dicha señal de posición angular de rotor ($\theta(t)$) y que suministra por su salida unas señales binarias de control (200 - 202) en número igual al número de dichas fases, controlando cada señal binaria de control (200 - 202) la conmutación de dichos conmutadores de potencia, altos y bajos (250H a 252B), según una secuencia temporal predeterminada en función del valor instantáneo de dicha señal de posición angular de rotor ($\theta(t)$) que direcciona a dichas tablas numéricas (20).
2. Dispositivo de control según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** comprende una tabla numérica única (20) direccionada por dicha señal de posición angular de rotor ($\theta(t)$) y una pluralidad de circuitos lógicos inversores (230 - 232), en número igual al número de dichas fases, **por el hecho de que** cada una de dichas señales binarias de control (200 - 202), llamado directo, es transmitida, por un lado, a la entrada de uno de dichos circuitos lógicos inversores (230 - 232) para generar una señal binaria de control, llamada inversa, y, por otro lado, como señal de control de conmutación, a uno de los conmutadores de potencia, llamado alto (250H - 252H), de una de dichas ramas de dicho convertidor de corriente eléctrica alterna-continua (11), y por el hecho de que dicha señal binaria de control inversa es transmitida como señal de control de conmutación, al conmutador de potencia, llamado bajo (250B - 252B), de esta misma rama, para obtener un modo de funcionamiento llamado de "onda completa" (C180) de dichos conmutadores de potencia (250H a 252B), estando cada uno de estos conmutadores de potencia controlado en todo o nada, en alternancia durante dos semi-periodos enteros consecutivos.
3. Dispositivo de control según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** comprende unas tablas numéricas primera (20H) y segunda (20B), direccionadas ambas por dicha señal de posición angular de rotor ($\theta(t)$) y que suministra por sus salidas el mismo número de dichas señales binarias de control (200H - 202B), asociadas par pares, **por el hecho de que** cada una de dichas señales binarias de control (200H - 202B) suministrada por dicha primera tabla numérica (20H) es transmitida como señal de control de conmutación a uno de los conmutadores, llamado alto (250H - 252H), de una de dichas ramas, por el hecho de que dicha señal binaria de control (200B - 202B) suministrada por dicha segunda tabla numérica (20B) que le está asociada es transmitida como señal de control de conmutación al conmutador de potencia, llamado bajo (250B - 252B), de esta misma rama, para que dichos conmutadores de potencia (250H a 252B) sean controlados, en todo o nada, en alternancia durante una fracción determinada de semi-periodos consecutivos (C120) en función de una codificación particular de dichas palabras numéricas almacenadas en dichas tablas numéricas primera y segunda y obtener un modo de funcionamiento diferente de dicho modo "onda completa".
4. Dispositivo de control según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** comprende una tabla numérica única (20HB) direccionada por dicha señal de posición angular de rotor ($\theta(t)$), **por el hecho de que** memoria única (20HB) suministrada a la salida de la primera (200H - 202H) y de la segunda (200B - 202B) serie de señales binarias de control en número igual al número de dichas fases y asociados par pares, **por el hecho de que** dichas señales binarias de control de cada uno de dichos pares (200H - 202H, 200B - 202B) son transmitidas como señales de control de conmutación a los llamados conmutadores de potencia, llamados altos y bajos (250H a 252B), de una misma rama, para que estos llamados conmutadores de potencia sean controlados en todo o nada, en alternancia, durante una fracción determinada de semi-periodos consecutivos (C120) en función de una codificación particular de dichas palabras numéricas almacenadas en dicha tabla numérica única y obtener un modo de funcionamiento diferente de dicho modo "onda completa".
5. Dispositivo de control según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** comprende una tabla numérica única (20) direccionada por dicha señal de posición angular de rotor ($\theta(t)$), una pluralidad de circuitos lógicos "ET" (260 - 262) y de circuitos inversores (230 - 232), siendo el número de dichos circuitos igual al número de dichas fases, **por el hecho de que** de dichos circuitos lógicos "ET" (260 - 262) recibe en una primera entrada una señal de control (2720) llamada de duración de impulsión en un primer estado lógico durante unos periodos de

lógicos, llamados "MARCHA/PARO", respectivamente, que permiten la transmisión a los llamados conmutadores de potencia, altos y bajos (250H a 252B), de las señales binarias de control (200H - 202H) suministradas por dicha primera tabla numérica (20H) y presentes en las salidas de dichos primeros conmutadores de dos vías (K1), cuando está en el llamado primer estado, y las bloquea cuando está en el llamado segundo estado.

- 5
9. Dispositivo de control según la reivindicación 8, **caracterizado por el hecho de que** comprende medios de memorización en dos posiciones binarias (7), llamados estados lógicos "1" y "0", **por el hecho de que** comprende una pluralidad de cuartos conmutadores de dos vías (K2), en número igual al número de dichas fases, que comprende dos entradas de señales, llamadas superior e inferior, y una entrada de control para dirigir selectivamente dichas señales de entrada hacia una salida única, permitiendo dichos medios de memorización en dos posiciones binarias (7) y dicha pluralidad de cuartos conmutadores de dos vías (K2), en función de estados lógicos de señales dedicadas de control de modo (32, 33), un modo de corto-circuito de devanados de estator o un modo de desconexión de dichos devanados de estator.
- 10
10. Dispositivo de control según la reivindicación 7, **caracterizado por el hecho de que** comprende medios (6) de modificación de la fase de dicha señal de posición angular de rotor ($\theta(t)$), **por el hecho de que** dichos medios de control de función (3) generan una señal suplementaria (30) llamada de avance de fase, **por el hecho de que** dichos medios de modificación de fase (6) reciben en una primera entrada dicha señal de avance de fase (30) y en una segunda entrada la señal de salida (50) de dichos medios de generación (5) de una señal que representa la posición angular de dicho rotor, para generar por su salida una señal de posición angular de rotor (60) cuya fase está modificada en función del valor de dicha señal de avance de fase (30).
- 20
11. Dispositivo de control según la reivindicación 10, **caracterizado por el hecho de que** siendo dicha señal de avance de fase (30) y dicha señal de posición angular de rotor (50) numéricas, consistiendo dichos medios de modificación de fase en un sumador numérico (6) de dos entradas por las cuales son transmitidas dichas señales (30, 50).
- 25
12. Dispositivo de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** la salida de dichos medios de generación de una señal que representa la posición angular de dicho rotor está conectada a la entrada de unos medios de filtrado por histéresis (22) **y por el hecho de que** la salida de estos llamados medios de filtrado por histéresis genera una señal que representa la posición angular de rotor filtrada ($\theta(t)$) utilizada para direccionar dichas tablas numéricas.
- 30
13. Dispositivo de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** dichas tablas numéricas (20) son unas memorias de lectura solamente del tipo llamada "R.O.M.", que comprende un número determinado de salidas que suministra las mencionadas señales binarias de control.
- 35
14. Dispositivo de control según la reivindicación 13, **caracterizado por el hecho de que** dichas memorias (20) comprenden ocho salidas que suministran unas señales binarias de control.
- 40
15. Dispositivo de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** dicha máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica es un alternador-motor de arranque (10).
- 45
16. Dispositivo de control según la reivindicación 15, **caracterizado por el hecho de que** dicho convertidor de corriente eléctrica alterna-continua es un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua reversible (11).
- 50
17. Dispositivo de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** dichos conmutadores de potencia de dicho convertidor de corriente eléctrica alterna-continua son unos transistores MOS-FET de potencia (110).
- 55
18. Dispositivo de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** dicha máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica (10) es una máquina trifásica.
19. Máquina eléctrica giratoria polifásica (10) que comprende un rotor (100) y un estator (104) **caracterizada por el hecho de que** comprende un dispositivo de control de un convertidor de corriente eléctrica alterna-continua (11) asociado a una tal máquina eléctrica giratoria síncrona polifásica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

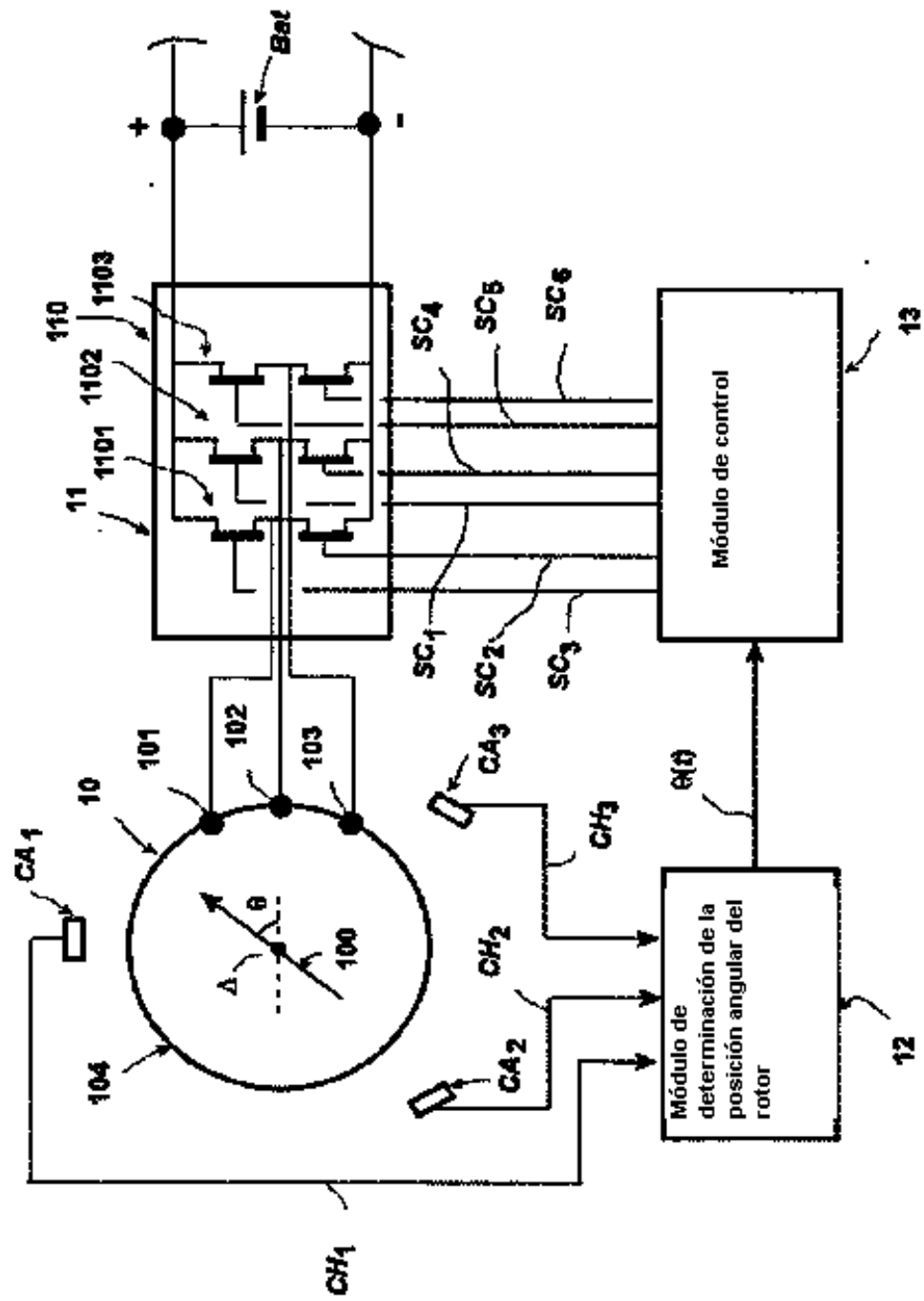
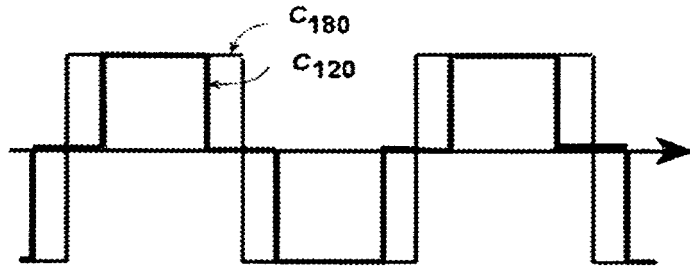
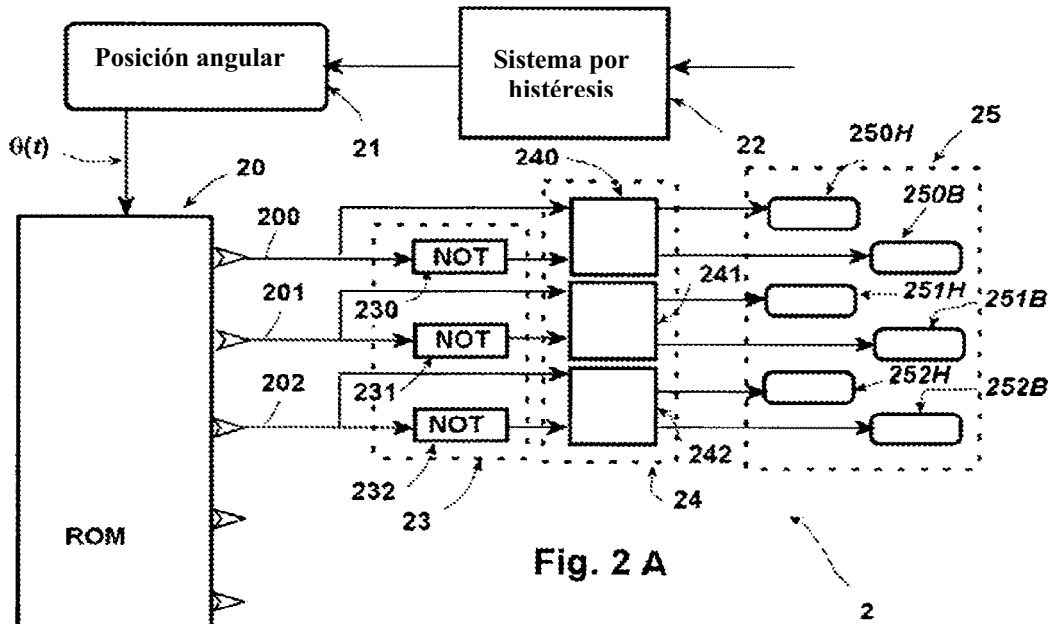


Fig. 1



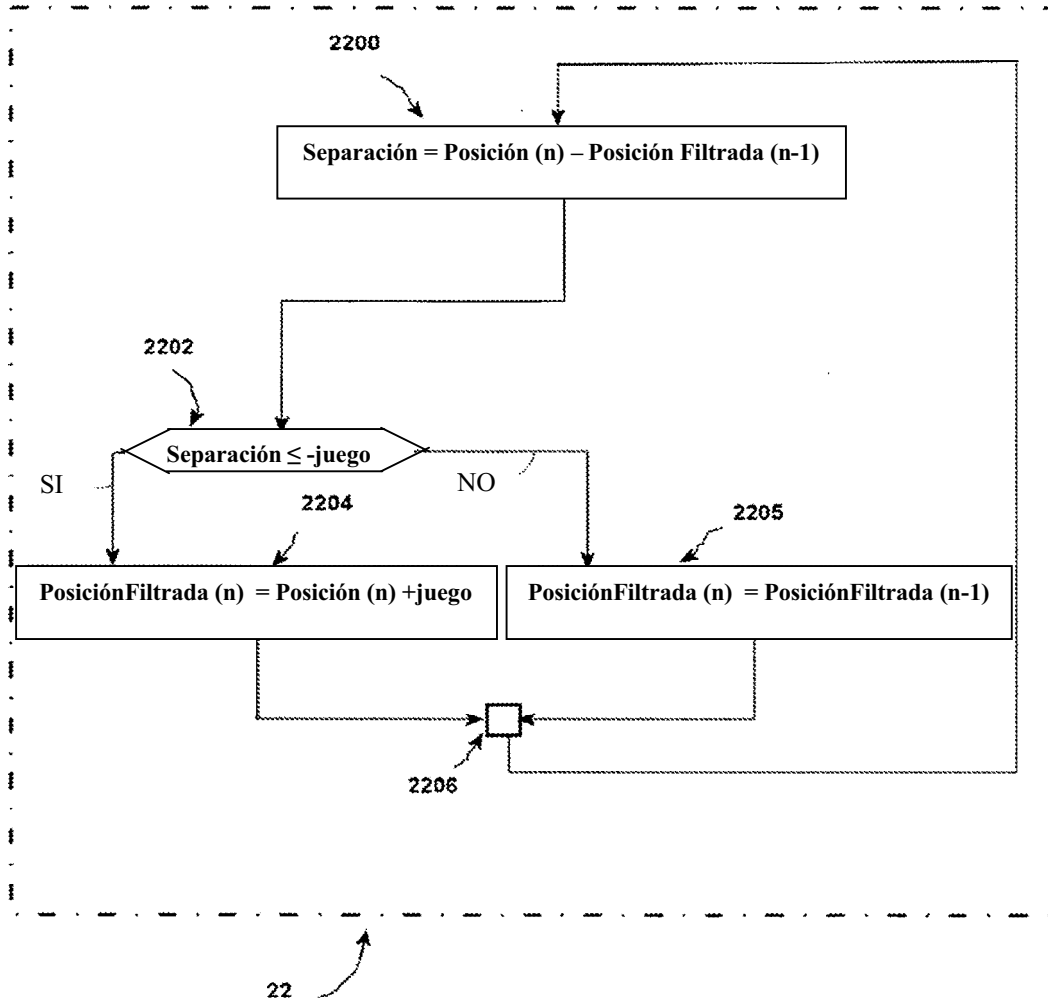


Fig. 2B

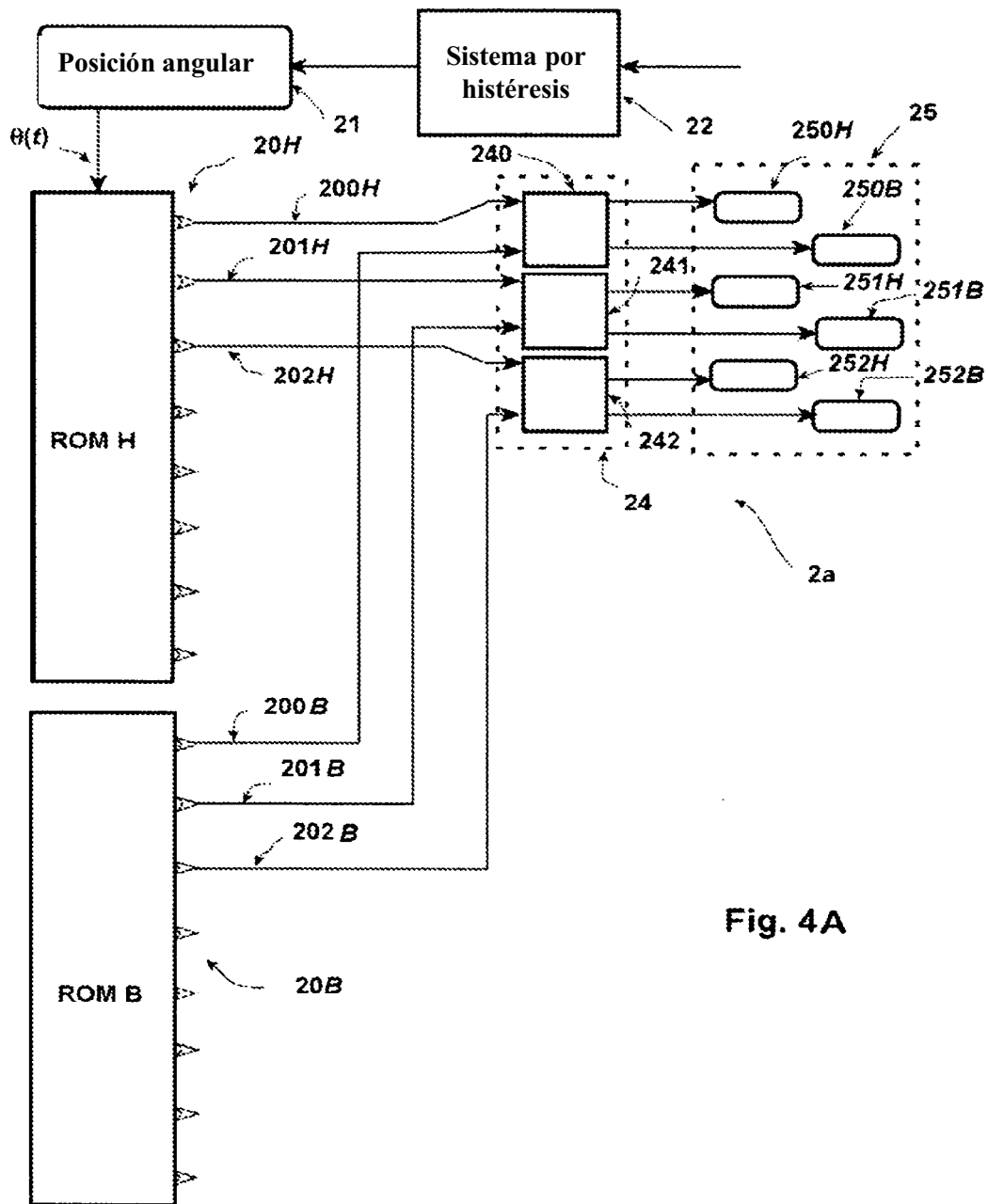
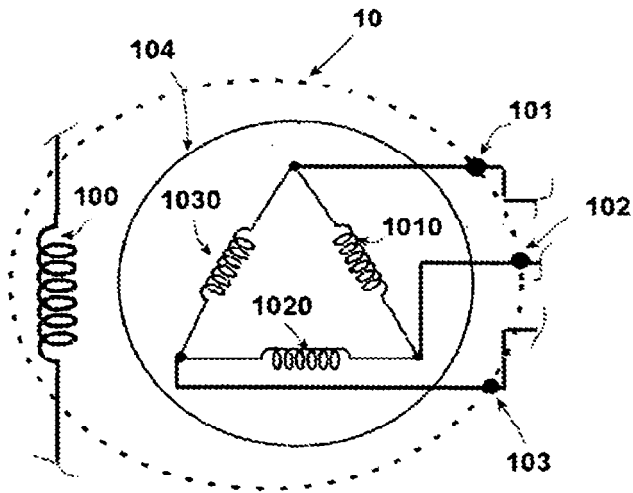
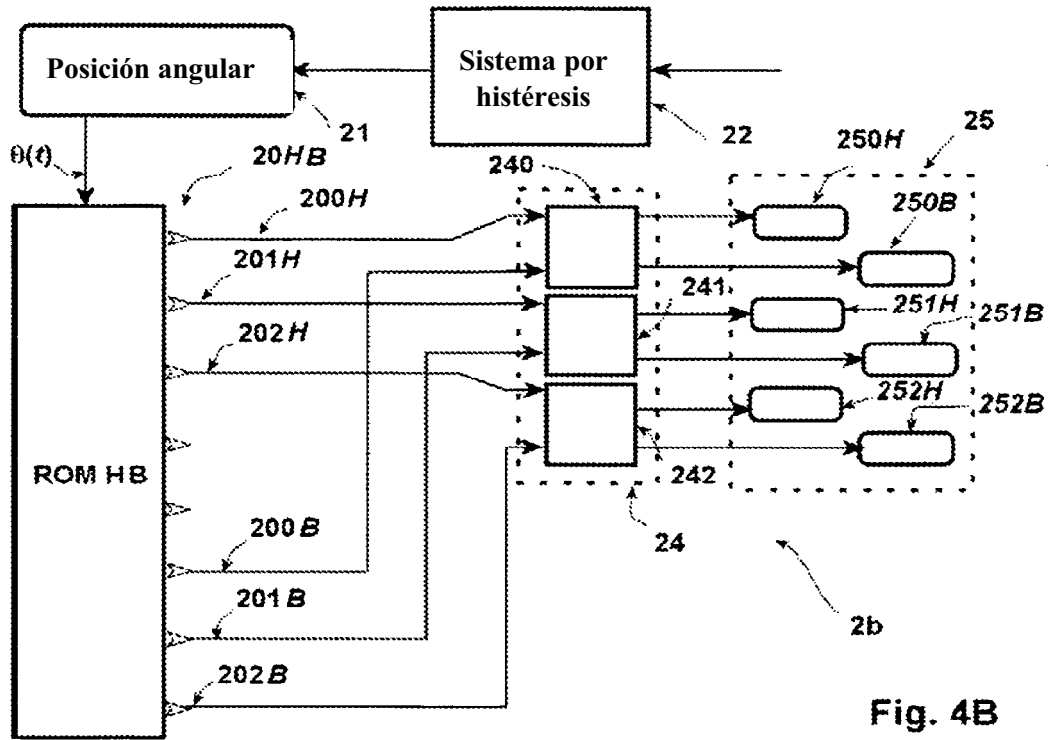


Fig. 4A



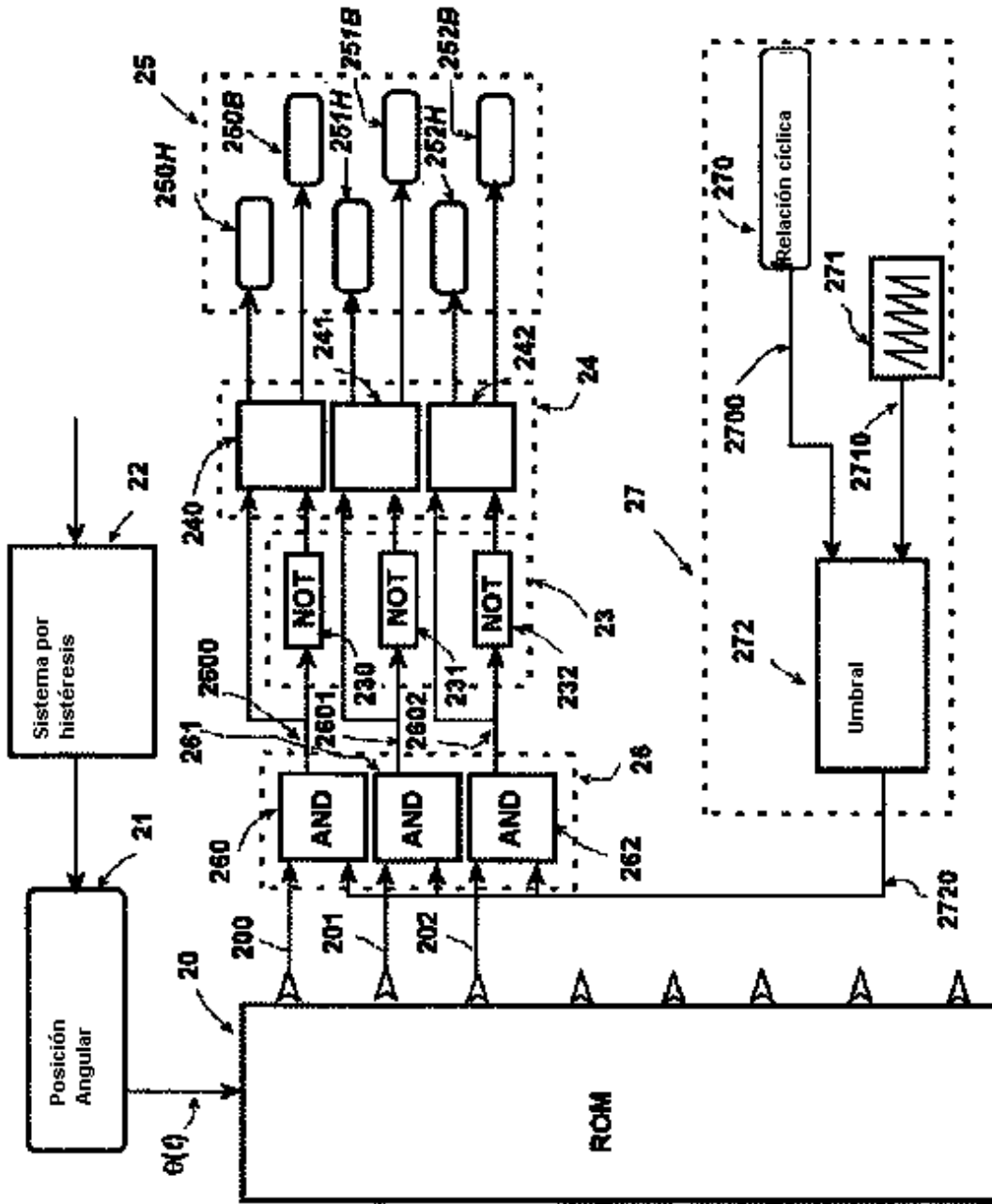


Fig. 5

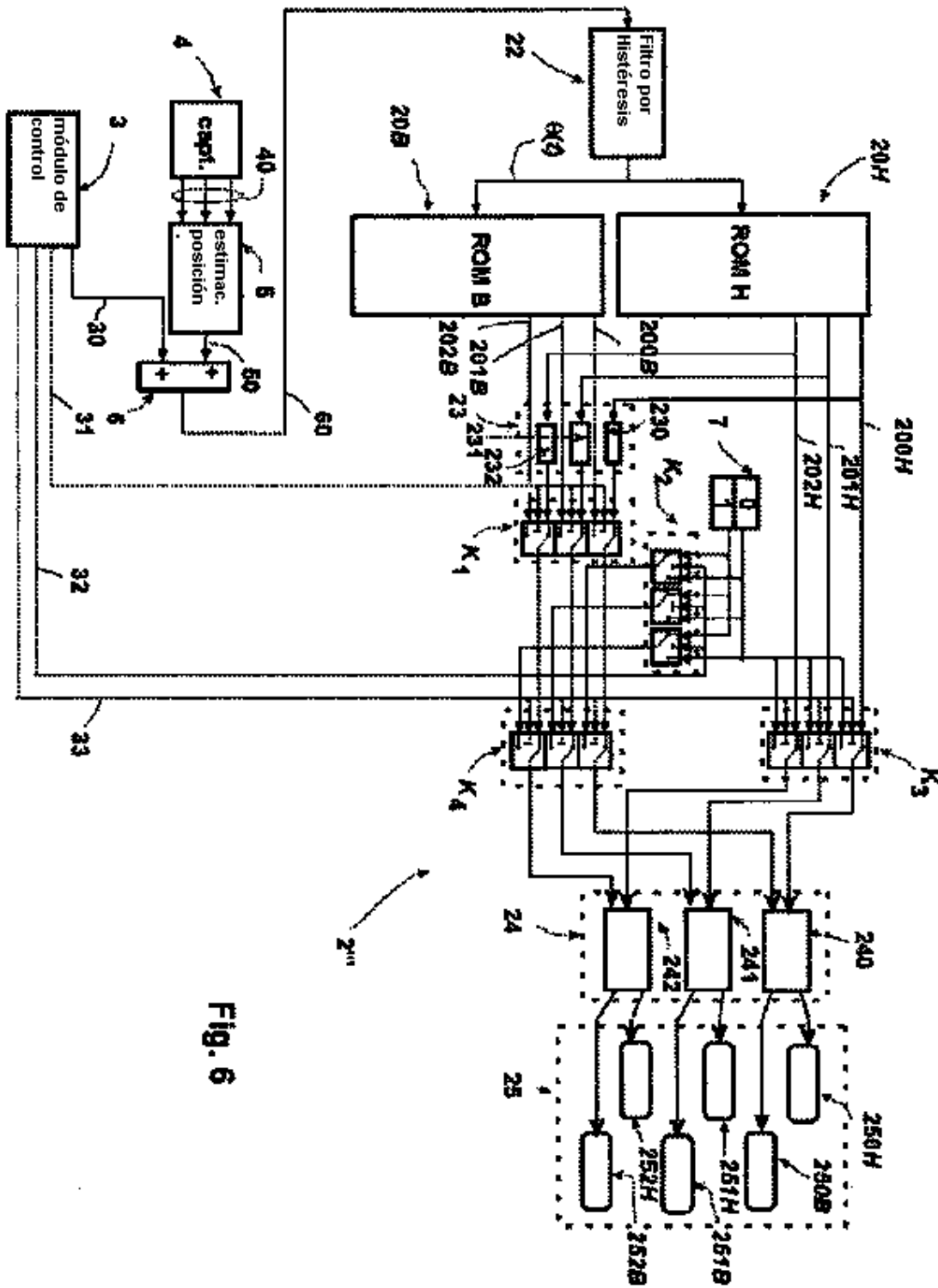


Fig. 6