



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 928**

51 Int. Cl.:
H02P 1/02 (2006.01)
H02P 21/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07111287 .4**
96 Fecha de presentación : **28.06.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1876698**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.01.2008**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de estimación de la velocidad de un motor eléctrico.**

30 Prioridad: **07.07.2006 FR 06 06224**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.11.2011

73 Titular/es:
SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER EUROPE S.A.S.
33, rue André Blanchet
27120 Pacy sur Eure, FR

72 Inventor/es: **Nguyen Phuoc, Vinh Tung**

74 Agente: **Polo Flores, Carlos**

ES 2 367 928 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

Procedimiento y dispositivo de estimación de la velocidad de un motor eléctrico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de estimación de la velocidad de rotación de un motor eléctrico, de tipo asíncrono o síncrono. Este procedimiento se realiza en el interior de un variador de velocidad y está destinado en particular para ser utilizado en el marco de una recuperación en movimiento rápido del control del motor después de un periodo de rodamiento libre. La invención se refiere también a un dispositivo de estimación de la velocidad de rotación de un motor que utiliza dicho procedimiento, así como a un variador de velocidad que
10 comprende dicho dispositivo de estimación de la velocidad.

Para funcionar a velocidad variable, un motor eléctrico está habitualmente pilotado por un variador de velocidad de tipo convertidor de frecuencia. Un variador de este tipo comprende un módulo rectificador que proporciona una tensión de bus continua a partir de una red alterna externa, y un módulo ondulator que comprende componentes
15 semiconductores de potencia con el fin de proporcionar al motor una tensión variable en Modulación de Impulsos en duración (PWM – Pulse Width Modulation) en las diferentes fases del motor, a partir de la tensión de bus continua.

Cuando un variador de velocidad quiere recuperar el control y el accionamiento del motor después de un periodo de tiempo más o menos largo de rodamiento libre durante el cual el motor continua girando debido a su inercia, es preciso poder conocer antes su velocidad de giro real. Esta operación puede producirse por ejemplo como consecuencia de un corte de suministro inesperado, una detención voluntaria del variador o de un defecto del variador. Si la velocidad está mal calculada, pueden entonces producirse en la recuperación en movimiento rápido saltos de corriente importantes produciendo un riesgo de frenado del motor antes de volver a arrancar así como tirones de velocidad indeseables en el momento de la recuperación. Cuando el variador de velocidad no comprende
20 sensor de velocidad, es preciso por consiguiente realizar un procedimiento de estimación de la velocidad de rotación del motor en rodamiento libre.

Existen ya diferentes soluciones para realizar esta estimación de velocidad. Una solución material consiste en utilizar un circuito de medición de tensiones que permite medir dos tensiones entre-fases (por ejemplo U-W y V-W). En razón de la fuerza electromotriz residual debida a la rotación del motor, estas tensiones son sinusoides desfasadas de $\pm 60^\circ$ cuya frecuencia corresponde a la velocidad eléctrica del motor. Un circuito de tratamiento adecuado permite entonces obtener la velocidad y el sentido de rotación del motor. El inconveniente de esta solución es la utilización de un circuito de medición de tensión que debe asegurar una gran dinámica, desde la tensión máxima a la salida del variador hasta la tensión más pequeña posible para las pequeñas velocidades. Este circuito de tensión
25 induce un coste suplementario penalizante. Además, este circuito debe inmunizarse respecto a las perturbaciones aportadas por las grandes longitudes y blindaje de los cables.

Existe también una solución de conjunto de programas que consisten en aplicar una tensión pequeña al motor y en realiza un barrido de frecuencia desde la frecuencia máxima positiva hasta la frecuencia máxima negativa. Cuando la frecuencia barrida es igual a la frecuencia de la fuerza electromotriz residual del motor, se observa un paso a cero de la corriente de par I_q , lo cual permite obtener la velocidad del motor. Este método no requiere circuito de medición de tensión, pero presenta sin embargo el inconveniente de hacer pasar corriente no nula al motor durante esta fase de búsqueda, lo cual corre el riesgo de frenarlo ligeramente. Además, si la velocidad del motor es baja o en el sentido negativo, es preciso esperar todo el tiempo de barrido de la frecuencia que puede durar varios segundos antes de obtener la estimación de la velocidad, lo cual hace el método demasiado lento y por consiguiente difícil de utilizar.
40

Por otro lado, el documento JP2004040837, aplicado a un motor síncrono de imán permanente (PMSM – Permanent Magnet Synchronous Motor), describe una solución que utiliza una ecuación simplificada $W_m = V_{qref} / K_e$, en la cual W_m es la velocidad buscada del motor, V_{qref} es la componente de tensión de par en una base d,q que gira a la velocidad de sincronismo del motor y K_e es un parámetro motor que representa la constante de f.e.m. (fuerza electromotriz) del motor. Esta solución presenta el inconveniente de necesitar el conocimiento de esta constante de f.e.m. específica para cada tipo de motor. Ahora bien, sería deseable eludir el conocimiento de un parámetro motor de este tipo, con el fin de particularmente simplificar la utilización por el usuario del variador. Además, esta ecuación simplificada solo es valedera si la base d,q gira exactamente a la velocidad correcta de sincronismo del motor.
50

El documento EP 1221765 describe un circuito para calcular una velocidad estimada de rotación del motor a partir de un ángulo estimado de rotación que se calcula por una función $\text{Arctg}(\tan^{-1})$ aplicada sobre la relación de las tensiones V_{qref} / V_{drel} .
55

La invención tiene por consiguiente por objeto proponer un método programas de estimación de la velocidad del motor que sea sencillo, rápido de poner en práctica, que no necesite sensor de velocidad y que no presente los inconvenientes anteriormente citados. Este método se utilizará en particular en una recuperación en movimiento rápido del control del motor.
60

Para ello, la invención describe un procedimiento de estimación de la velocidad de rotación ω de un motor eléctrico de rodamiento libre, realizándose el procedimiento en un variador de velocidad destinado para controlar el motor generando tensiones alternas de referencia V_a , V_b . El procedimiento comprende una etapa de medición de las corrientes medidas de flujo I_d y de par I_q del motor en una base bifásica ortogonal d,q , una etapa de determinación de las indicadas tensiones alternas de referencia V_a , V_b , realizando una regulación de corriente a partir de las indicadas corrientes medidas, y a partir de corrientes de referencia I_{dref} e I_{qref} nulas en la indicada base d,q , y una etapa de cálculo en la cual la velocidad de rotación ω se calcula evaluando el ángulo de rotación del vector tensión cuyas componentes son las indicadas tensiones alternas de referencia V_a , V_b en una base bifásica ortogonal fija a , b . La etapa de cálculo utiliza un circuito de enganche de fase PLL que recibe en la entrada las tensiones alternas de referencia V_a , V_b y que proporciona a la salida la velocidad de rotación ω .

Así, la etapa de cálculo del procedimiento utiliza solamente la información de frecuencia y de desfase relativo de las tensiones alternas V_a , V_b para calcular la velocidad de rotación estimada, sin necesitar el conocimiento de parámetros del motor.

La invención describe también un dispositivo para un procedimiento de estimación de la velocidad de rotación ω para poner en práctica dicho procedimiento. El dispositivo comprende medios de medición que proporcionan una corriente medida de flujo I_d y una corriente medida de par I_q del motor en una base bifásica ortogonal d,q , medios de determinación que proporcionan a la salida las indicadas tensiones alternas de referencia V_a , V_b , a partir de las corrientes medidas de flujo I_d y de par I_q , y a partir de una corriente de referencia I_{dref} nula y de una corriente de referencia I_{qref} nula en la indicada base d,q , comprendiendo los medios de determinación un módulo regulador de corriente, y medios de cálculo que calculan la velocidad de rotación ω evaluando el ángulo de rotación del vector tensión cuyas componentes son las indicadas tensiones alternas de referencia V_a , V_b en una base bifásica ortogonal fija a,b . Los medios de cálculo comprenden un módulo de circuito de enganche de fase PLL.

Ventajosamente, el procedimiento y el dispositivo descritos se aplican a los motores asíncronos así como a los motores síncronos de imanes permanentes.

Según una característica, los medios de medición proporcionan las corrientes medidas de flujo I_d y de par I_q en la base d,q girando a una velocidad estimada de sincronismo del motor síncrono. El módulo regulador de corriente proporciona a la salida señales continuas V_{dref} , V_{qref} con relación a la indicada base d,q que gira y los medios de determinación comprenden un módulo transformador que recibe las indicadas señales continuas para proporcionar las mencionadas tensiones alternas de referencia V_a , V_b .

Según otra característica adaptada a un motor asíncrono, los medios de medición proporcionan las corrientes medidas de flujo I_d y de par I_q en la base d , q fija.

La invención se refiere también a un variador de velocidad destinado para el control de un motor eléctrico y que comprende dicho dispositivo de estimación de la velocidad de rotación del motor.

Otras características y ventajas aparecerán en la descripción detallada que sigue haciendo referencia a un modo de realización dado a título de ejemplo y representado por los dibujos adjuntos en los cuales:

- la figura 1 representa un esquema simplificado de un primer modo de realización de la invención adaptado a un motor síncrono M ,
- la figura 2 representa un esquema simplificado del primer modo de realización de la invención, adaptado a un motor asíncrono M' ,
- la figura 3 detalla los medios de cálculo del dispositivo descrito en la invención.
- la figura 4 esquematiza el vector tensión V_{123} en una base fija a,b .

Haciendo referencia a las figuras 1 & 2, un variador de velocidad, de tipo convertidor de frecuencia, comprende una unidad de control (no representada en las figuras) encargada de pilotar y de vigilar el control de un motor eléctrico M , M' . Esta unidad de control integra un dispositivo destinado para estimar la velocidad de rotación ω del motor cuando este se encuentra en rodamiento libre. En el ejemplo presentado, este motor M , M' es un motor trifásico controlado de forma conocida por una tensión variable V_{123} aplicada en Modulación de Impulsos en duración (PWM) en las tres fases del motor, por medio de componentes semi-conductores de potencia (no representado en las figuras) del variador de velocidad pilotados por la unidad de control.

En el marco de la figura 1, el motor M es preferentemente un motor síncrono de imanes permanentes y en el marco de la figura 2, el motor M' es preferentemente un motor asíncrono.

Es posible que, como consecuencia por ejemplo de un corte de alimentación del variador de velocidad, de una parada voluntaria del control del variador o de un defecto cualquiera del variador, la unidad de control del variador no controle ya el motor. El motor continua entonces girando en rodamiento libre debido a su inercia durante un tiempo

más o menos largo. Si el variador puede recuperar el control y el mando del motor durante este tiempo de rodamiento libre, la unidad de control debe entonces previamente estimar la velocidad de rotación real del motor gracias a un dispositivo de estimación de la velocidad motor.

5 El dispositivo de estimación de la velocidad descrito en la invención comprende medios de medición 17 de una corriente de flujo I_d y de una corriente de par I_q del motor. De forma clásica, estas corrientes I_d e I_q se calculan en una base bifásica ortogonal d,q a partir de la medición de las corrientes I_{123} que circulan en al menos dos de las tres fases del motor.

10 En el caso del motor síncrono M , la base d,q gira a la velocidad de sincronismo del motor M . Los medios de medición 17 deben por consiguiente recibir también una señal 18 que representa el valor del ángulo estimado θ_E de rotación del motor. Las corrientes I_d e I_q son entonces señales substancialmente continuas pues la velocidad estimada converge muy deprisa (del orden de algunos mseg) hacia la velocidad real de sincronismo.

15 En el caso del motor asíncrono M' , la base d,q no gira y se mantiene fija. La señal 18 es por consiguiente forzada a cero y las corrientes I_d e I_q resultantes son por consiguiente señales alternas desfasadas de $\pm 90^\circ$.

El dispositivo de estimación de la velocidad comprende seguidamente medios de determinación 10, que tienen por función proporcionar tensiones alternas de referencia V_a y V_b que se aplicarán al motor M , M' . Estas tensiones alternas de referencia V_a y V_b se calculan en una base bifásica ortogonal a,b fija. Los medios de determinación 10 comprenden un módulo regulador de corriente 11. El módulo regulador de corriente 11 (o módulo IDC: Injection of Direct Current) (Inyección de Corriente Continua) recibe a la entrada las corrientes medidas de flujo I_d y de par I_q procedentes de los medios de medición 17. El módulo regulador de corriente 11 recibe igualmente a la entrada una referencia de corriente nula según las dos componentes de la base d, q , es decir una corriente de referencia I_{dref} nula y una corriente de referencia I_{qref} nula. A la salida, el módulo regulador de corriente 11 genera señales de referencia V_{dref} y V_{qref} en la base d,q .

Para estimar la velocidad del motor, el variador de velocidad realiza por consiguiente una inyección y una regulación de la corriente nula en fase de rueda libre con el fin de estimar rápida y simplemente la velocidad del motor de forma

30 logicial sin perturbar el funcionamiento del motor, antes de realizar una recuperación en movimiento rápido del control del motor.

En el caso del motor síncrono M , el motor M presenta una f.e.m. (fuerza electro motriz) permanente y proporciona a la velocidad. Si la inyección de corriente nula se realiza en ángulo fijo, entonces se producirá el frenado del motor en

35 rueda libre. Es por lo que, las corrientes de referencia I_{dref} e I_{qref} son nulas en la base d,q que gira a la velocidad de sincronismo del motor. Como la base d,q gira, las señales V_{dref} y V_{qref} son por consiguiente señales continuas en esta base. Los medios de determinación 10 comprenden entonces un módulo transformador 12 para transformar las señales V_{dref} y V_{qref} en la base giratoria d,q en tensiones alternas de referencia V_a y V_b en la base fija a,b . El módulo transformador 12 recibe igualmente la información del valor del ángulo estimado θ_E de rotación del motor para realizar esta transformación.

40

En el caso del motor asíncrono M' , como la base d,q no gira, las corrientes de referencia I_{dref} e I_{qref} son nulas en esta base fija d,q y las señales V_{dref} y V_{qref} son por consiguiente señales alternas. El módulo transformador 12 recibe entonces un valor de ángulo de rotación nulo y las señales alternas V_{dref} y V_{qref} procedentes del módulo

45 regulador 11 son por consiguiente directamente las tensiones alternas de referencia V_a y V_b a aplicar al motor.

Las tensiones alternas de referencia V_a y V_b proporcionadas a la salida por los medios de determinación 10 son por consiguiente señales sinusoidales cuya media es nula, que están desfasadas de $\pm 90^\circ$ una con relación a la otra. El desfase relativo entre las tensiones V_a y V_b es la imagen del sentido de rotación del motor y la frecuencia de las

50 tensiones V_a y V_b es la imagen de la velocidad del motor. Las mismas serán seguidamente convertidas de forma clásica en una tensión trifásica V_{123} en una referencia trifásica por un módulo convertidor 15, siendo esta tensión V_{123} seguidamente aplicada a las diferentes fases del motor por los componentes semi-conductores de potencia del módulo ondulator del variador.

El dispositivo de estimación de la velocidad comprende seguidamente medios de cálculo 13 de la velocidad de rotación ω del motor. Según la invención, estos medios de cálculo 13 están implantados en la unidad de control del variador y solo reciben en la entrada las tensiones alternas de referencia V_a y V_b sin tener necesidad de utilizar otras

55 informaciones tales como parámetros relacionados con las características del motor. Los medios de cálculo utilizan el hecho de que las tensiones de referencia V_a y V_b son tensiones alternas para evaluar el ángulo θ de rotación del vector tensión V_{123} cuyas componentes son las indicadas tensiones V_a , V_b .

60

Según la invención que se detalla en la figura 3, los medios de cálculo 13 utilizan un circuito PLL (Phase Locked Loop) (Circuito de Enganche de Fase). Cuando la misma es baja, el error entre el valor estimado θ_E del ángulo de rotación del motor y el valor θ del ángulo del vector tensión V_{123} puede escribirse de la forma siguiente:

65

$$\text{sen}(\theta - \theta_E) = (V_a \cdot \cos\theta_E - V_b \cdot \text{sen}\theta_E) / V_{\text{MOD}}$$

5 en la cual V_{MOD} representa el módulo de V_{123} ($V_{\text{MOD}} = \text{SQR}(V_a^2 + V_b^2)$), siendo V_{123} el vector de la tensión trifásica aplicada al motor y cuyas componentes en la base fija a, b son respectivamente V_a y V_b , como se ha indicado en la figura 4. El papel del circuito PLL es entonces reducir el error entre el valor θ_E y el valor θ . Cuando este error tiende a cero, entonces el valor θ_E obtenido corresponde al valor estimado del ángulo de rotación del motor.

10 Para ello, el circuito PLL calcula $(\theta - \theta_E)$ y luego lo amplifica con la ayuda de un regulador PI (Proporcional Integral). La salida de este regulador PI se filtra seguidamente para proporcionar a la salida la velocidad de rotación estimada ω , y es por otro lado reintroducida en un bloque integrador (indicado 1/s) para proporcionar a la salida el ángulo de rotación estimado θ_E . El ángulo de rotación θ_E es igualmente reenviado a los medios de medición 17 y al módulo transformador 12 en el caso de un dispositivo adaptado para un motor síncrono M.

15 Así, sea cual fuere el valor de la velocidad del motor, la invención permite una estimación rápida de la velocidad de rotación del motor con un tiempo sustancialmente constante y determinado principalmente por el filtrado de la señal ω (del orden de algunas décimas de segundos).

20 Según otro modo de realización conocido en el estado de la técnica, los medios de cálculo 13 pueden igualmente determinar directamente el valor estimado θ_E del ángulo de rotación del motor utilizando la fórmula siguiente:

$$\theta_E = \text{arctg}\left(\frac{V_b}{V_a}\right)$$

25 La velocidad de rotación estimada ω se obtiene seguidamente por derivación del valor calculado de θ_E . Sin embargo, este modo de realización es menos robusto pues podría estar más sujeto a los ruidos de las señales, particularmente para V_{dref} , V_{qref} y V_a , V_b .

30 El procedimiento y el dispositivo de estimación de la velocidad de rotación ω del motor en rodamiento libre según la invención están definidos por las reivindicaciones 1 y 5.

35 En el caso de un motor asíncrono M', es preferible esperar a que se elimine el flujo del motor antes de iniciar este procedimiento de estimación de la velocidad, con el fin de no perturbar el motor durante la inyección de corriente nula. Es por lo que, el procedimiento puede comprender una etapa de espera de eliminación del flujo del motor, realizada antes de la etapa de medición. En fase de rodamiento libre, el flujo en un motor asíncrono disminuye exponencialmente según la constante rotórica del motor (del orden de aproximadamente 100 mseg para un motor de 4 kW). En el modo de realización presentado, esta etapa de espera se realiza simplemente mediante el desarrollo de una simple temporización de valor predeterminado entre la decisión de realizar una estimación de la velocidad de rotación del motor y el inicio efectivo de la etapa de medición.

45 El valor de la temporización puede bien ser fijo y suficiente para asegurarse una buena eliminación del flujo de todos los tipos de motores asíncronos, o preferentemente tener en cuenta el nivel del flujo inicial y la constante rotórica del motor para optimizar el tiempo de espera en función de la potencia del motor.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de estimación de la velocidad de rotación (ω) de un motor eléctrico (M, M') en rodamiento libre, realizándose el procedimiento en un variador de velocidad destinado para controlar el motor generando tensiones alternas de referencia (Va, Vb), comprendiendo el procedimiento:
- 5
- Una etapa de medición de una corriente de flujo (Id) y de una corriente de par motor (Iq) en una base bifásica ortogonal (d,q),
 - Una etapa de determinación de las indicadas tensiones alternas de referencia (Va, Vb), realizando una regulación de corriente a partir de corrientes medidas de flujo (Id) y de par (Iq), y a partir de una corriente de referencia (Idref) nula y de una corriente de referencia (Iqref) nula en la indicada base (d,q),
- 10 caracterizándose el procedimiento por:
- Una etapa de cálculo en la cual la velocidad de rotación (ω) se calcula evaluando el ángulo de rotación del vector de tensión cuyas componentes son las indicadas tensiones alternas de referencia (Va, Vb) en una base bifásica ortogonal fija (a, b), utilizando la etapa de cálculo un circuito de enganche de fase (PLL) que recibe en la entrada las tensiones alternas de referencia (Va, Vb) y que proporciona a la salida la velocidad de rotación (ω).
- 15
2. Procedimiento de estimación de la velocidad según la reivindicación 1, caracterizado porque el procedimiento comprende una etapa de espera de eliminación del flujo del motor realizada antes de la etapa de medición.
- 20
3. Procedimiento de estimación de la velocidad según la reivindicación 2, caracterizado porque la etapa de espera consiste en una temporización de un valor predeterminado que depende de un nivel de flujo inicial y de una constante rotórica del motor (M').
- 25
4. Procedimiento de estimación de la velocidad según la reivindicación 1, caracterizado porque el procedimiento se realiza en una recuperación de movimiento en movimiento rápido del control del motor (M, M').
5. Dispositivo de estimación de la velocidad de rotación (ω) de un motor eléctrico (M,M') en rodamiento libre, estando el dispositivo integrado en un variador de velocidad destinado para controlar el motor por medio de tensiones alternas de referencia (Va, Vb), comprendiendo el dispositivo:
- 30
- Medios de medición (17) de una corriente medida de flujo (Id) y una corriente medida de par motor (Iq) en una base difásica ortogonal (d, q),
 - Medios de determinación (10) que proporcionan a la salida las indicadas tensiones alternas de referencia (Va, Vb), a partir de las corrientes medidas de flujo (Id) y de par (Iq), y a partir de una corriente de referencia (Idref) nula y de una corriente de referencia (Iqref) nula en la indicada base (d,q), comprendiendo los medios de determinación (10) un módulo regulador de corriente (11),
- 35 caracterizándose el dispositivo por:
- Medios de cálculo (13) que calculan la velocidad de rotación (ω) evaluando el ángulo de rotación del vector de tensión cuyas componentes son las indicadas tensiones alternas de referencia (Va, Vb) en una base difásica ortogonal fija (a, b), comprendiendo los medios de cálculo (13) un módulo de circuito de enganche de fase (PLL) que recibe en la entrada las tensiones alternas de referencia (Va, Vb) y que proporcionan a la salida la velocidad de rotación (ω).
- 40
6. Dispositivo de estimación de la velocidad según la reivindicación 5, caracterizado porque los medios de medición (17) proporcionan las corrientes medidas de flujo (Id) y de par (Iq) en la base (d,q) que gira a una velocidad de sincronismo del motor (M).
- 45
7. Dispositivo de estimación de la velocidad según la reivindicación 6, caracterizado porque el módulo regulador de corriente (11) proporciona a la salida señales continuas (Vdref, Vqref) con relación a dicha base giratoria (d,q) y los medios de determinación (10) comprenden un módulo transformador (12) que transforma las indicadas señales continuas en las mencionadas tensiones alternas de referencia (Va, Vb).
- 50
8. Dispositivo de estimación de la velocidad según la reivindicación 5, caracterizado porque los medios de medición (17) proporcionan las corrientes medidas de flujo (Id) y de par (Iq) en la base (d, q) fija.
- 55
9. Dispositivo de estimación de la velocidad según la reivindicación 5, caracterizado porque el dispositivo se utiliza en una recuperación de movimiento rápido del control del motor (M,M').
- 60
10. Variador de velocidad destinado para el control de un motor eléctrico (M,M'), caracterizado porque comprende un dispositivo de estimación de la velocidad de rotación del motor según una de las reivindicaciones 5 a 9.

FIG. 1

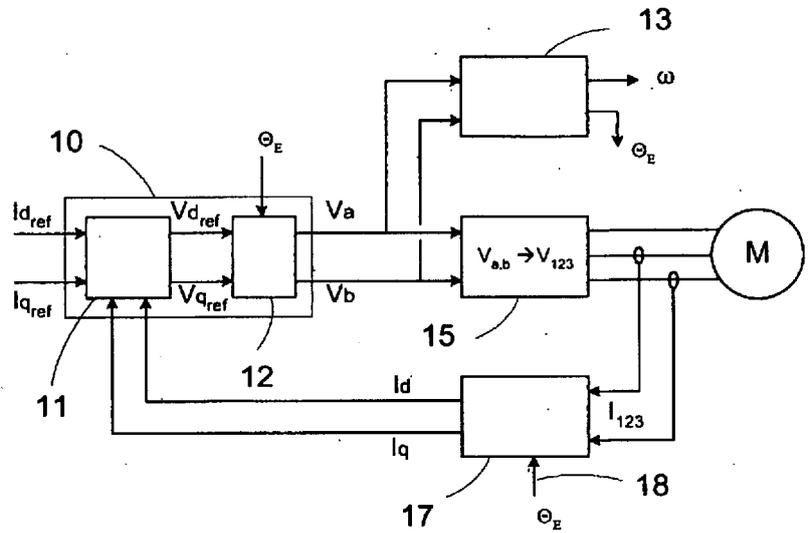


FIG. 2

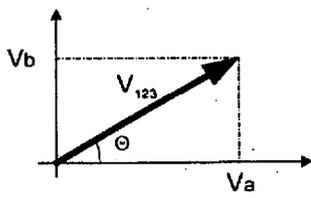
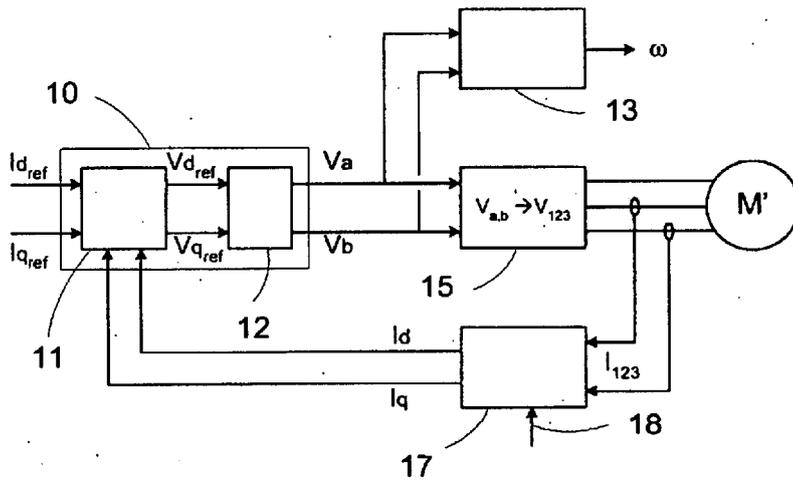


FIG. 4

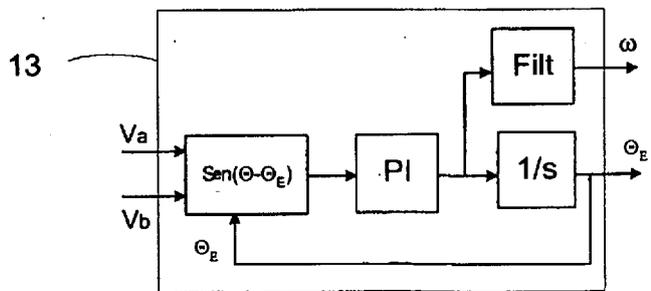


FIG. 3

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha tenido gran cuidado al recopilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones, y la OEP renuncia a cualquier obligación a este respecto.

Documentos patentes citados en la descripción

- JP 2004040837 B [0006]
- EP 1221765 A [0007]