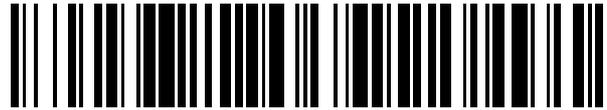


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 700**

51 Int. Cl.:

**H02P 6/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2000 E 00116147 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2012 EP 1075080**

54 Título: **Suministro de potencia electrónica para un motor síncrono con rotor de imán permanente que tiene dos pares de polos**

30 Prioridad:

**06.08.1999 IT PD990190**

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

**25.02.2013**

73 Titular/es:

**ASKOLL HOLDING S.R.L. (100.0%)  
VIA INDUSTRIA 30  
36031 DUEVILLE, IT**

72 Inventor/es:

**MARIONI, ELIO**

74 Agente/Representante:

**ARIZTI ACHA, Monica**

**ES 2 396 700 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**

Suministro de potencia electrónica para un motor síncrono con rotor de imán permanente que tiene dos pares de polos.

La presente invención se refiere a un motor síncrono de bajo nivel de ruido con rotor de imán permanente con dos pares de polos y un suministro de potencia electrónica suministrado directamente desde la red de distribución eléctrica.

5 Un motor síncrono con rotor de imán permanente tiene muchas aplicaciones, especialmente en el sector civil, en el que los niveles de potencia implicados son bajos o, como indicación aproximada, inferiores a 100 W.

10 En su estructura más básica, estos motores tienen una parte de estator fija y una parte que gira alrededor de su propio eje de simetría y se denomina rotor. En estos motores, el estator está constituido por un núcleo de hierro que tiene forma de diapasón y sobre el que se montan devanadoras que soportan los arrollamientos, alimentados por la red de distribución eléctrica con un dispositivo electrónico interpuesto.

El rotor está constituido, en su forma más simple, por un cilindro de material magnético que está acoplado de manera rígida al árbol de giro. Los arrollamientos de estator, suministrados por la red de distribución eléctrica, producen un campo magnético que interacciona con los polos magnéticos del rotor, provocando el giro del rotor y por tanto del dispositivo conectado al mismo, que puede ser por ejemplo el rodete de una bomba.

15 Las ventajas del motor síncrono con rotor de imán permanente con respecto a un motor de inducción son tanto técnicas como económicas. Técnicamente, este tipo de motor es más compacto, para un nivel de potencia igual, y es siempre mucho más eficiente que un motor asíncrono.

20 Otra razón para preferir motores síncronos es su bajo coste y la estructura simple del rotor y del estator. Este tipo de motor es monofásico, puesto que se suministra el único arrollamiento con potencia mediante la tensión de red de distribución eléctrica.

Por ejemplo, una patente estadounidense n.º 5.124.604 se refiere a un motor de una unidad de disco que incluye un rotor de imán giratorio y ocho arrollamientos de polos. Este motor está diseñado específicamente para aplicaciones de unidades de disco y se alimenta mediante un suministro de potencia de CC de 12 V.

25 Se proporciona un microprocesador para poner en marcha y accionar el motor. Se fuerza una corriente inicial en los arrollamientos durante un periodo de tiempo predeterminado para alcanzar una velocidad angular predeterminada del motor. El microprocesador controla la velocidad del motor controlando la magnitud de la corriente de accionamiento suministrada a los arrollamientos. Se determina esta corriente según un modo PWM. No se hace mención en la descripción de la estructura de motor de ningún condensador usado para variar la fase entre un arrollamiento y el otro para poner en marcha el motor.

30 Una solución de la técnica anterior adicional se da a conocer en la patente alemana n.º 1.538.893 para un motor que tiene un rotor de imán permanente y dos pares de polos con arrollamientos correspondientes. Un condensador se conecta entre los arrollamientos de las posiciones impar y par. Cada arrollamiento se acciona mediante un tiristor correspondiente; sin embargo las tensiones y corrientes de los arrollamientos no se gestionan mediante un dispositivo electrónico de suministro de potencia que usa señales de realimentación para accionar el motor.

35 Más específicamente, no hay señal de realimentación para comprobar la posición del rotor al ponerse en marcha y la polaridad del suministro de potencia para elegir la sincronización más favorable para poner en marcha el motor.

La patente estadounidense n.º 5.434.491 concedida a este solicitante se refiere a un motor síncrono con un rotor de imán permanente y que incluye un dispositivo electrónico para accionar la fase de puesta en marcha del motor. Este motor incluye dos polos de rotor y no proporciona ningún condensador entre los arrollamientos de motor.

40 El documento EP 0 400 455 muestra un motor síncrono que incluye un estator y arrollamientos. Se conecta un circuito electrónico a un suministro de tensión principal y para accionar los arrollamientos y un condensador se conecta en serie a uno de los arrollamientos para actuar como variador de fase de 90° cuando se suministran los arrollamientos con la tensión principal. Los conmutadores estáticos se accionan mediante el circuito electrónico y se conectan en serie para accionar los arrollamientos según la polaridad de la tensión principal.

45 Sin embargo, este motor tiene límites de aplicación, particularmente cuando se requiere un bajo nivel de ruido en funcionamiento.

Debido a su característica de funcionamiento, el momento de torsión generado de hecho no es constante en cada instante durante el giro.

50 En particular, el momento de torsión oscila alrededor de un valor medio y la frecuencia de oscilación depende de la frecuencia de la tensión de suministro.

El momento de torsión que oscila alrededor del valor medio puede considerarse como la suma de un término constante, que es responsable de mover la carga, y de un término por pulsos, que produce vibraciones en el motor.

5 Adicionalmente, la asimetría del grupo de estator significa que existe una dirección preferencial para la fuerza de atracción que se aplica en cualquier caso entre el estator, constituido por laminaciones de hierro, y el rotor, que está hecho de material magnético.

Esta interacción axial y la naturaleza por pulsos del momento de torsión, conducen a tensiones por pulsos y por tanto a vibraciones que se generan en el estator del motor.

10 El estator está siempre acoplado de manera rígida a una estructura de soporte y por tanto la estructura se ve afectada por estas vibraciones a menos que se proporcione una atenuación, asumiendo por supuesto que esto sea posible; tal atenuación es cara en cualquier caso.

En algunas aplicaciones, por ejemplo en una bomba de circulación para sistemas de calentamiento, estas vibraciones están en el intervalo de frecuencia audible y por tanto producen un ruido no deseable e inaceptable.

15 Estas vibraciones pueden reducirse, al menos teóricamente, por medio de diferentes mejoras electrónicas o mecánicas, pero tales mejoras son caras y apenas fiables y en cualquier caso son sólo paliativas, puesto que tienden a reducir el efecto, pero no hacen frente a la causa del ruido.

El fin de la presente invención es proporcionar un suministro de potencia para un motor síncrono con un rotor de imán permanente que permita eliminar las vibraciones y por consiguiente el ruido del motor.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de puesta en marcha electrónico que permita una simetría estructural completa, que es una garantía adicional de la eliminación de vibraciones y de ruido.

20 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un suministro de potencia electrónica para un motor síncrono con rotor de imán permanente que sea simple y seguro.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un suministro de potencia electrónica para un motor síncrono con rotor de imán permanente y un motor síncrono con rotor de imán permanente y dos pares de polos de estator que sea muy eficiente, económico y seguro.

25 Estos y otros objetos que resultarán más evidentes a continuación en el presente documento se consiguen mediante un motor síncrono de bajo nivel de ruido que incluye un rotor de imán permanente y dos pares de polos de estator, según la presente invención, comprendiendo este motor:

- un arrollamiento para cada polo de estator;

30 - un dispositivo de potencia electrónica para accionar los arrollamientos de cada par de polos, recibiendo dicho dispositivo de potencia electrónica directamente como entrada de potencia un suministro de tensión principal;

- un condensador conectado en serie a un arrollamiento de sólo un par para actuar como variador de fase de 90°;

- al menos un conmutador estático accionado por dicho dispositivo (19) de potencia electrónica y conectado para accionar un arrollamiento de otro par de polos;

35 - un sensor de posición conectado a una entrada de dicho dispositivo de potencia electrónica para detectar la posición y polaridad del rotor.

Con el fin de optimizar el rendimiento del motor, particularmente durante la puesta en marcha, puede ser conveniente dotar al menos uno de los circuitos electrónicos de una bobina de elevación de tensión que se engancha durante la puesta en marcha y se desconecta cuando se consigue el funcionamiento en estado estacionario.

#### 40 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Características y ventajas adicionales de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de una realización preferida de la misma, facilitada a modo de ejemplo no limitativo y mostrada en los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista en sección del diagrama de un motor según la presente invención;

45 la figura 2 es un diagrama básico del circuito de suministro de potencia electrónica según la presente invención;

la figura 3 es un diagrama básico del circuito de suministro de potencia con el sensor de posición de rotor;

la figura 4 es un diagrama de un variador de fase para la señal que llega desde el sensor de posición de rotor;

las figuras 5 y 6 son vistas de dispositivos lógicos para accionar el conmutador estático;

la figura 7 es un diagrama para accionar una bobina de puesta en marcha auxiliar;

la figura 8 es un diagrama del control de ambas bobinas de conmutadores estáticos;

- 5 las figuras 9 y 10 son vistas del control de una de las dos bobinas y de la bobina de puesta en marcha por medio de conmutadores estáticos.

Con referencia a las figuras indicadas anteriormente, el motor para el que está diseñado el dispositivo de suministro de potencia electrónica es un motor síncrono con al menos dos pares de polos con un rotor de imán permanente, designado por el número de referencia 10 en la figura 1.

- 10 El motor se compone de un estator 11 que tiene cuatro expansiones polares, designadas por los números de referencia 12a y 12b para el primer par y 13a y 13b para el segundo par.

Dos pares de arrollamientos, designados respectivamente por los números de referencia 14a y 14b y 15a y 15b, están presentes adicionalmente en cada uno de los dos pares.

- 15 En las páginas siguientes de la descripción o en los diagramas eléctricos, el par 14a y 14b se ilustra como una única bobina 14 y el par 15a y 15b se ilustra como una única bobina 15.

Un rotor 16 del tipo imán permanente se dispone, y puede girar, entre las expansiones 12a, 13a, 12b y 13b polares.

El motor según la presente invención se suministra con potencia directamente mediante la red de distribución eléctrica por medio de un circuito electrónico.

- 20 Tal circuito se muestra esquemáticamente en la figura 2 y comprende sustancialmente las dos bobinas 14 y 15, mostradas también gráficamente estando desplazadas 90 grados geométricos; la bobina designada por el número de referencia 14 se suministra por medio de un TRIAC 18 que se acciona mediante un dispositivo 19 electrónico, mientras que la bobina designada por el número de referencia 15 se suministra con potencia por medio de un condensador 17 que varía de fase a lo largo de 90° la corriente que circula en la bobina 15 con respecto a la corriente que circula en la bobina 14.

- 25 Tal como se muestra con más claridad en la figura 3, el circuito 19 electrónico tiene una primera entrada de potencia que recibe una señal que llega desde la tensión de red de distribución eléctrica y una segunda entrada de señal que recibe una señal que llega desde un sensor 20 de posición que detecta la posición y polaridad del rotor.

- 30 El accionamiento se produce cuando la polaridad de la red de distribución eléctrica puede producir un momento de torsión que es favorable para ponerse en marcha, según la polaridad del rotor enfrenteado a la expansión polar. Esta asociación se consigue por medio de la función lógica XOR mostrada en las figuras 4 y 5. La corriente sobre las dos bobinas desviadas mutuamente 90° se produce por medio del condensador 17.

Con el fin de mejorar el rendimiento del motor, dependiendo de la posición del sensor de posición de rotor o de la variación de fase de corriente-tensión, puede ser necesario aplicar, por medio del dispositivo 21 de la figura 4, una variación de fase a la señal que llega desde el sensor de posición.

- 35 Con el fin de mejorar además la eficiencia de los sistemas electrónicos, se adquiere la información relacionada con el cruce por cero de corriente del motor para accionar el TRIAC 18 sólo cuando sea necesario.

La información de cruce por cero de corriente puede adquirirse o bien mediante la medición directa de la corriente a través del sensor 28 de corriente o bien mediante otros métodos, por ejemplo midiendo la caída de tensión a lo largo del TRIAC, tal como se muestra en las figuras 5 y 6.

- 40 La información de cruce por cero de corriente se pasa a través de una función lógica Y junto con la salida de la función XOR, y la salida de la función Y se usa para accionar el TRIAC 18, tal como se muestra en la figura 5 y en la figura 6.

Con el fin de mejorar además la eficiencia del motor, es posible usar una bobina adicional, designada por el número de referencia 22 en la figura 7, que constituye una bobina de elevación de tensión que está diseñada para elevar la tensión del campo de estator sólo durante la puesta en marcha.

- 45 Tras la puesta en marcha, el funcionamiento se produce sólo por medio de la bobina en estado estacionario, mientras que la transición desde la bobina 22 de elevación de tensión a la bobina 14 en estado estacionario puede producirse por medio de un temporizador o por medio de un bloque, designado por el número de referencia 23 en la figura 7, que puede detectar cuándo alcanza el rotor 16 la velocidad síncrona.

Además el dispositivo puede implementarse con varias configuraciones en la sección de potencia, mostrada a modo de ejemplo en las figuras 8, 9 y 10.

En particular, en la figura 8 ambas bobinas 14 y 15 se controlan por medio de TRIAC, designados por los números de referencia 24 y 25 respectivamente.

5 En la figura 9, el control se produce por medio de TRIAC 26 y 27 ambos en la bobina de elevación de tensión y en la bobina en estado estacionario, tal como se muestra en la figura 9, mientras que la figura 10 es una vista de una realización similar en la que la bobina de elevación de tensión es una fracción de la bobina en estado estacionario y ambas están controladas por TRIAC.

10 Con una configuración de este tipo, el campo resultante es un campo giratorio que es equivalente a un par de polos que también giran alrededor del mismo eje de giro que el rotor.

La interacción del par giratorio de polos de estator con el par de polos del rotor produce un momento de torsión en el eje que es constante en cada instante y por tanto está libre de vibraciones.

15 El motor resultante tiene todas las ventajas del motor síncrono de alta eficiencia con rotor de imán permanente, mientras que la vibración se elimina completamente puesto que el momento de torsión ya no es por pulsos sino ahora es constante.

Otra ventaja es que este motor síncrono con rotor de imán permanente con dos pares de polos de estator tiene un momento de torsión constante que tiende a hacerlo girar en una única dirección.

Durante la etapa de puesta en marcha transitoria, el motor tiende a acelerarse de manera monótona en una dirección que se determina mediante la fase de las tensiones de suministro de potencia.

20 El sistema de control obtiene la variación de fase pretendida entre las corrientes de suministro de potencia de las diversas fases usando un condensador apropiado, y también permite el suministro de potencia directo desde la red de distribución eléctrica sin conversión CA/CC.

25 Las consecuencias de esta técnica son el bajo coste, debido a la reducción en componentes de potencia, la simplificación del circuito de control, y la gran reducción en requisitos de filtrado para evitar los armónicos que se introducirían como ruido en la red.

El sistema se basa en el reconocimiento de la posición y polaridad del rotor y de la polaridad de la tensión de suministro de potencia.

El suministro de potencia de la bobinas se permite sólo cuando el momento de torsión transitorio generado en ese instante es adecuado para poner en marcha el motor.

30 De esta manera es posible conseguir una buena captación y alta eficiencia en estado estacionario.

Partiendo del mismo concepto inventivo, es posible producir motores con rotores y estatores multipolo en los que el número de pares de estator es dos veces el número de pares de polos de rotor.

Las dimensiones, los materiales y los componentes pueden por supuesto ser cualquiera según los requisitos.

35 Las descripciones en la solicitud de patente italiana n.º PD99A000190 a partir de la que esta solicitud reivindica prioridad se incorporan en el presente documento por referencia.

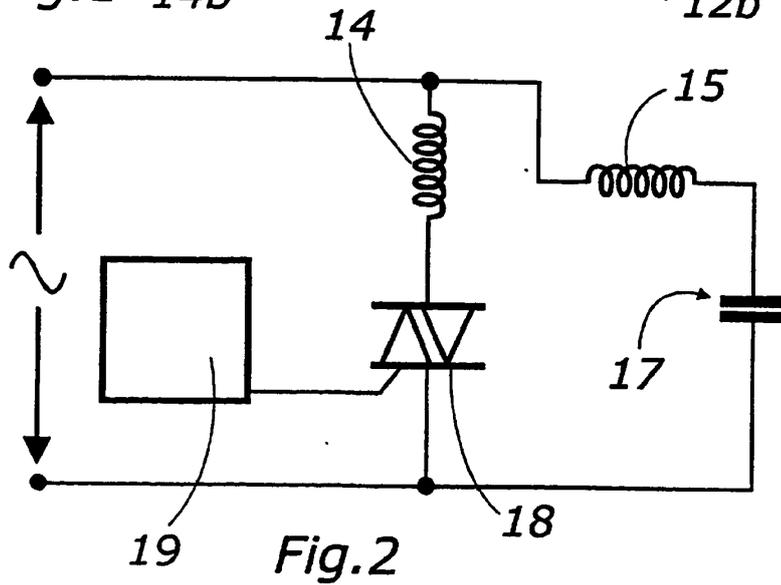
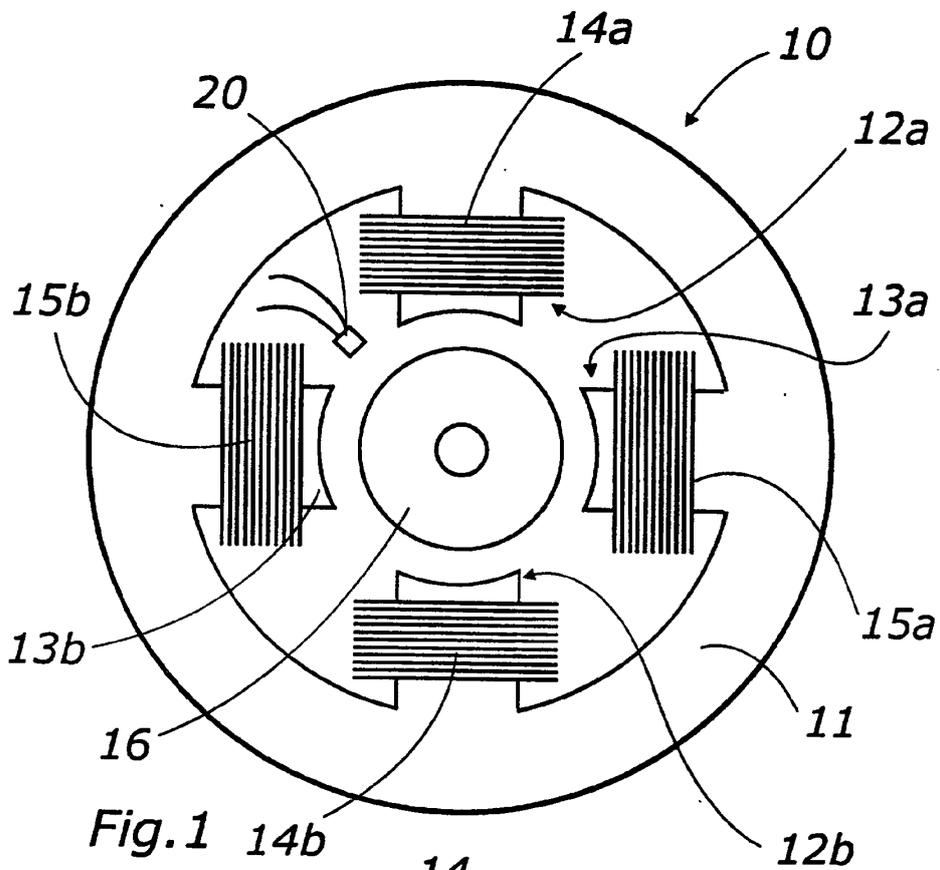
Cuando las características técnicas mencionadas en cualquier reivindicación van seguidas de símbolos de referencia, esos símbolos de referencia se han incluido para el fin exclusivo de aumentar la inteligibilidad de las reivindicaciones y por consiguiente, tales símbolos de referencia no tienen ningún efecto limitativo sobre la interpretación de cada elemento identificado a modo de ejemplo mediante tales símbolos de referencia.

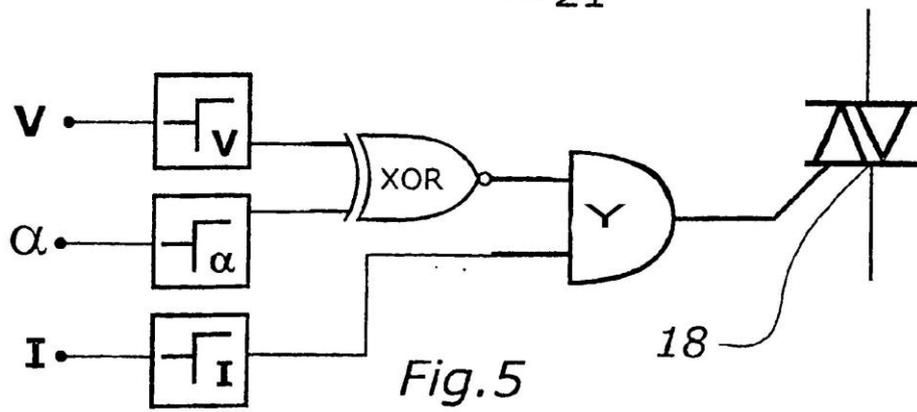
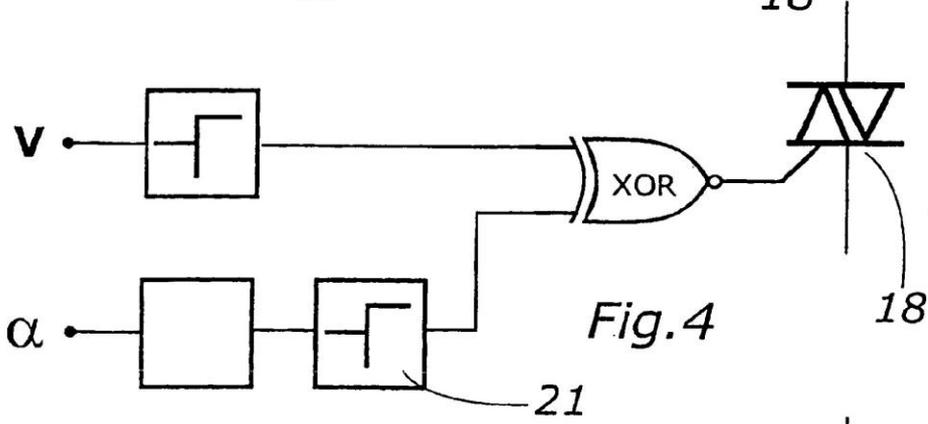
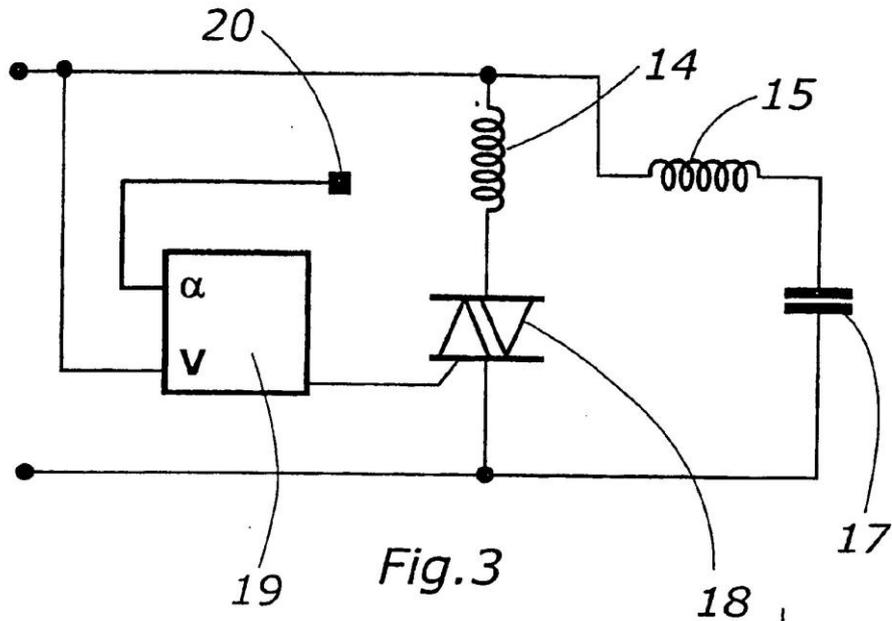
40

**REIVINDICACIONES**

1. Motor (10) síncrono de bajo nivel de ruido que incluye un rotor (16) de imán permanente y un estator (11) con dos pares de polos (12a, 12b; 13a, 13b) de estator, que comprende:
- un arrollamiento (14a, 14b; 15a, 15b) para cada polo de estator;
  - 5 - un circuito (19) electrónico para conectarse a un suministro de tensión principal (V) para detectar la polaridad de dicha tensión principal (V) y accionar los arrollamientos (14a, 14b) del primer par de polos de estator;
  - un condensador (17) conectado en serie a cada uno de los arrollamientos (15a, 15b) del otro par de polos para actuar como variador de fase de 90°, estando suministrados dichos arrollamientos (15a, 15b) con dicha tensión principal (V);
  - 10 - un sensor (20) de posición conectado a una entrada de dicho dispositivo (19) de potencia electrónica para detectar la polaridad del rotor (16);
  - al menos un conmutador (18) estático accionado por medio de dicho circuito (19) electrónico y conectado en serie para accionar los arrollamientos (14a, 14b) de dicho primer par de polos según dicha polaridad de la tensión principal (V) y la posición y polaridad de dicho rotor (16) al ponerse en marcha, eliminando por tanto vibraciones y ruido.
  - 15
2. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 1, en el que dicho circuito (19) electrónico recibe además como entrada una medida de la corriente que fluye a través de dicho conmutador (18) estático para accionar dicho conmutador estático sólo cuando sea necesario.
3. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 1, en el que dicho circuito (19) electrónico comprende además:
- una primera entrada que recibe directamente una referencia de suministro de tensión principal (V);
  - una segunda entrada conectada a dicho sensor (20) de posición;
  - una tercera entrada conectada a un sensor (28) de detección de cruce por cero asociado a dicho conmutador (18) estático;
  - 20
- estando accionado dicho conmutador (18) estático cuando la polaridad del suministro de potencia principal es favorable para ponerse en marcha y según la detección de cruce por cero.
4. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 3, en el que se aplica una variación (21) de fase a la señal recibida en dicha segunda entrada.
5. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 3, en el que una puerta XOR recibe como entradas las señales de dichas entradas primera y segunda y una puerta Y recibe como entradas la salida de la puerta XOR y la señal recibida por dicha tercera entrada, accionando la salida de la puerta Y dicho conmutador (18) estático.
- 30
6. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 1, en el que se proporciona una bobina (22) de elevación de tensión adicional para elevar la tensión de dichos arrollamientos (14a, 14b) del primer par al ponerse en marcha, estando conectada dicha bobina (22) de elevación de tensión en paralelo a cada arrollamiento (14a, 14b) de dicho primer par.
- 35
7. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 6, en el que se acciona dicha bobina (22) de elevación de tensión mediante un conmutador estático correspondiente que está conectado en serie a dicha bobina (22) de elevación de tensión y a una salida adicional de dicho dispositivo (19) de suministro de potencia.
- 40
8. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 6, en el que dicha bobina (22) de elevación de tensión es una fracción de una bobina en estado estacionario que forma los arrollamientos (14a, 14b) a los que se conecta en paralelo.
9. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 6, en el que se desengancha dicha bobina (22) de elevación de tensión cuando se alcanza una velocidad de sincronización.
- 45
10. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 6, que incluye un conmutador accionado mediante un temporizador (23) para desenganchar dicha bobina de elevación de tensión tras un periodo de tiempo predeterminado.

11. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 3, en el que dicho sensor de detección de cruce por cero mide una corriente que fluye a través de dicho conmutador (18) estático.
12. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 3, en el que dicho sensor de detección de cruce por cero mide una caída de tensión en dicho conmutador (18) estático.
- 5 13. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 3, en el que se acciona dicho conmutador (18) estático según una función de la posición angular del rotor (16), según los valores de la tensión principal (V) del suministro de potencia y un valor de una corriente que fluye en dicho conmutador (18) estático.
- 10 14. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 1, que comprende una estructura con un rotor multipolo con un estator en el que el número de pares de estator es dos veces el número de pares de polos de rotor.
- 15 15. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 6, en el que dicha bobina (22) de elevación de tensión adicional está conectada en serie a dichos otros arrollamientos (14) y dicho conmutador (18) estático está conectado al nodo de interconexión entre dicha bobina de elevación de tensión y dichos arrollamientos (14).
16. Motor síncrono de bajo nivel de ruido según la reivindicación 15, que incluye un sensor de corriente asociado a dicho conmutador (18) estático para detectar el cruce por cero y direccionar una señal correspondiente a dicho dispositivo (19) de potencia electrónica.





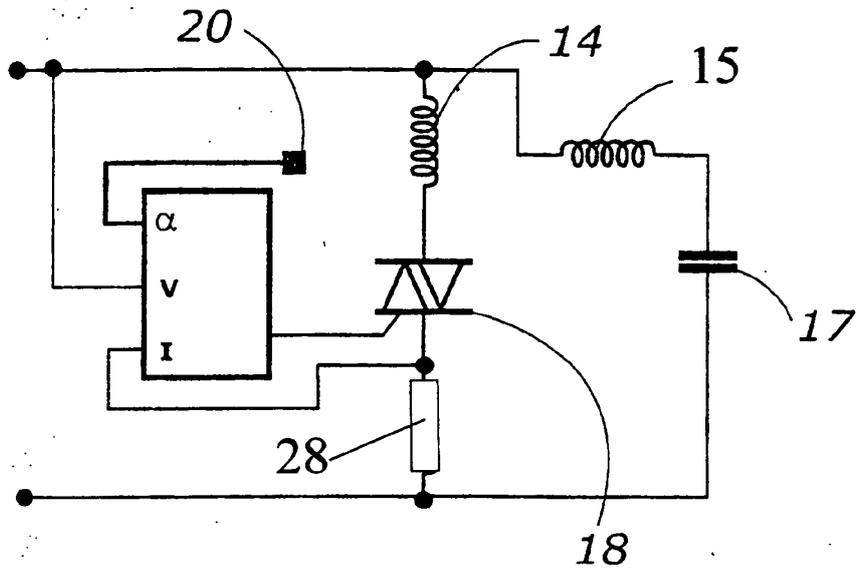


Fig. 6

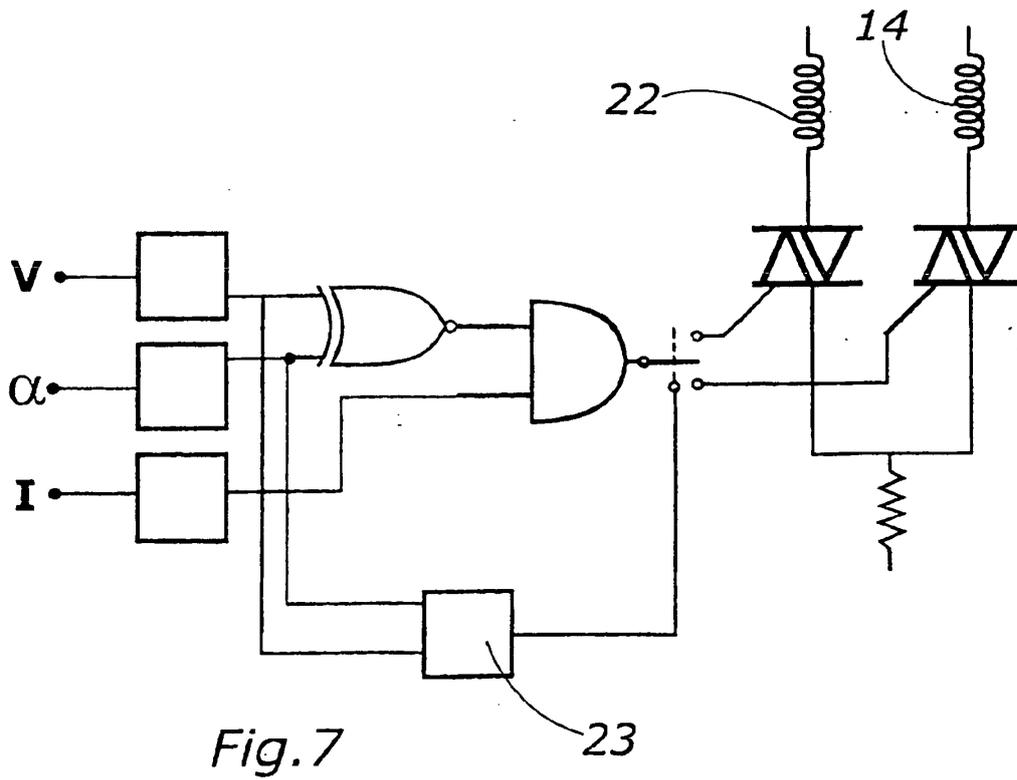


Fig. 7

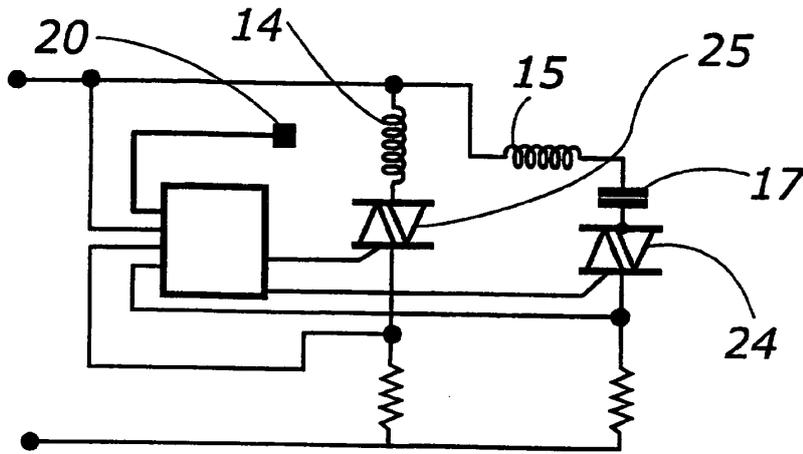


Fig. 8

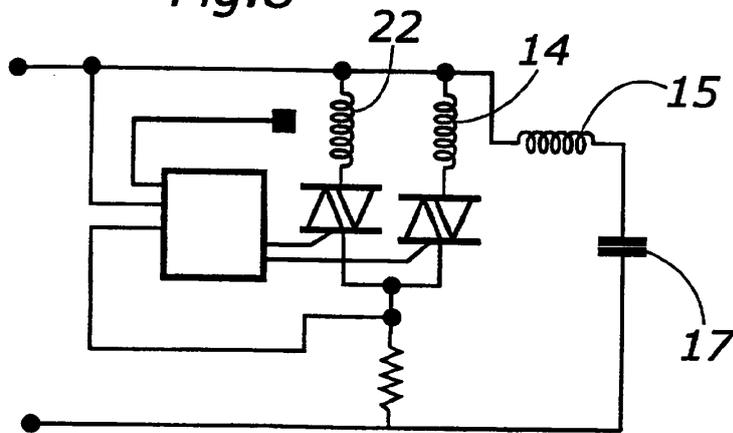


Fig. 9

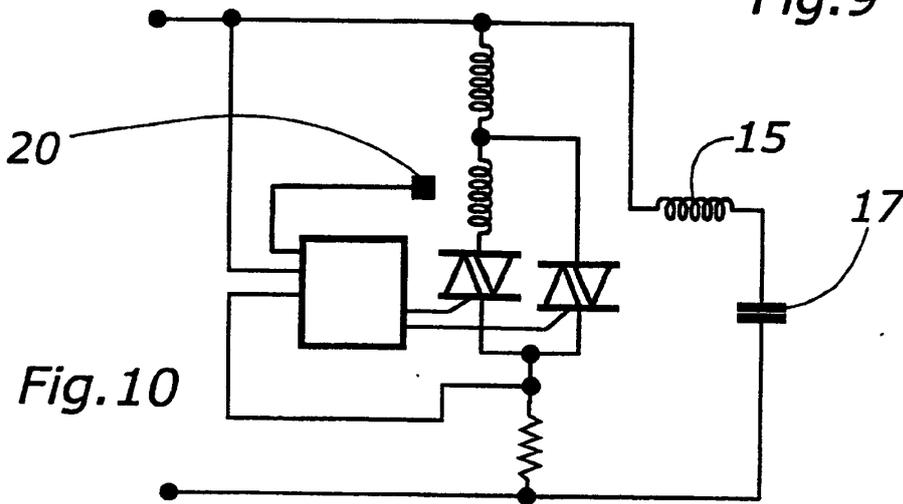


Fig. 10