



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 290 750**

51 Int. Cl.:
F04D 15/00 (2006.01)
F04D 13/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04764388 .7**
86 Fecha de presentación : **23.08.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1660777**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **31.05.2006**

54 Título: **Dispositivo de control electrónico para una bomba síncrona.**

30 Prioridad: **22.08.2003 IT MI03A1661**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2008

73 Titular/es: **Askoll Holding S.R.L.**
Via Industria, 30
36031 Povolaro di Dueville, Vicenza, IT

72 Inventor/es: **Marioni, Elio**

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 290 750 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).

ES 2 290 750 T3

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de control electrónico para una bomba síncrona.

5 **Campo de aplicación**

En su aspecto más general la presente invención se refiere a una bomba de circulación accionada por un motor eléctrico síncrono de imán permanente y equipada con un dispositivo de accionamiento electrónico para controlar las fases de encendido y apagado.

10 Más especialmente, la invención se refiere a una bomba de inmersión síncrona especialmente, pero no exclusivamente, adecuada para una instalación sumergida en cuencas o tanques de drenaje o en un aliviadero de crecidas de aguas residuales. La siguiente descripción se hace con referencia a este campo de aplicación específico por comodidad de ilustración solamente.

15 La invención se refiere a un dispositivo electrónico de encendido y apagado de una bomba síncrona, especialmente una bomba que comprende un motor eléctrico síncrono con un rotor de imán permanente, del tipo que comprende al menos un interruptor de alimentación estático insertado en serie entre el motor y una fuente de alimentación de energía eléctrica de CA y una unidad de procesamiento que tiene al menos una entrada que recibe una señal de sincronismo y una salida de control conectada a dicho interruptor.

20 **Técnica anterior**

Como es bien conocido para el experto en la materia, las bombas de inmersión se usan para vaciar por bombeo rápidamente tanques de recogida de aguas residuales o cuando hay la necesidad de descargar fluidos que están fluyendo en un hueco y cuyo drenaje requiere que el fluido sobrepase una altura dada.

Una aplicación típica en el campo civil se representa mediante el vaciado por bombeo de cuencas o tanques de recogida de aguas residuales posicionados en espacios subterráneos ubicados a un nivel inferior que la red de alcantarillado.

Otras aplicaciones se producen en el campo de la construcción para vaciar pozos acuíferos formados tras las excavaciones para hacer cimentaciones.

35 Un dispositivo de control de flotador que comprende un sensor de nivel del fluido que se va a descargar es asociado generalmente a una bomba de inmersión; el sensor permite que se arranque la bomba cuando el nivel de fluido se mantiene por encima de un umbral predeterminado y que la bomba se detenga cuando el nivel de fluido alcanza un valor mínimo.

40 Tales bombas se realizan de forma ventajosa con motores asíncronos, pero el coste de las mismas y el coste de los componentes asociados con las mismas ha pasado a ser desmesurado con respecto a los rendimientos que se pueden obtener con este tipo de motores.

Una solución se indica en la solicitud de patente europea número 1-054-506 en la que se describe un circuito de control para un sistema de bomba que tiene un tanque para almacenar líquido y un accionamiento por motor de velocidad variable.

En los últimos años las bombas de inmersión más fiables, estables, duraderas, y prácticas de usar han sido realizadas con motores síncronos de imán permanente.

50 Aunque son ventajosos bajo diversos aspectos con respecto a los motores asíncronos, estos motores tienen el inconveniente de una fase de arranque difícil en el encendido puesto que el rotor debe pasar rápidamente desde un estado de inicio a velocidad cero hasta un estado estacionario, o de sincronismo, en el que la frecuencia de rotación se pone en fase con la frecuencia de la fuente de alimentación de energía eléctrica.

55 En otras palabras, en la frecuencia normal de 50 o 60 Hz de la red de distribución de energía eléctrica, el rotor debe ser capaz de alcanzar la velocidad de sincronismo en un periodo de tiempo correspondiente a un periodo de la señal de alimentación de energía eléctrica dividido por el número de pares de polos.

60 Este requisito es objetivamente difícil de satisfacer, principalmente cuando el rotor también debe superar una inercia de carga inicial.

Se han adoptado diversas soluciones para superar este inconveniente; la mayoría de ellas proporcionan el uso de circuitos de accionamiento electrónico complejos y complicados que regulan el flujo de corriente suministrado por las bobinas del estator durante el transitorio de arranque del motor.

Estas soluciones no se pueden adoptar en motores síncronos que se vayan a usar en bombas de bajo coste.

ES 2 290 750 T3

Además, las bombas de inmersión también tienen el problema de con cuánta eficacia se regula la fase de apagado, para evitar daños a la bomba, por ejemplo cuando inicia la toma de algo de aire.

5 Los dispositivos de accionamiento conocidos no siempre son capaces de regular de forma eficaz también la fase de apagado.

Más especialmente, la fase de accionamiento de apagado a menudo no toma en correcta consideración el estado de fatiga de la bomba debido, por ejemplo, a la toma de mezclas de agua/aire con el posterior riesgo de funcionamiento bajo condiciones de vacío.

10 El problema técnico fundamental de la presente invención es proporcionar un dispositivo de accionamiento electrónico para las fases de encendido y apagado de una bomba síncrona, especialmente para una bomba de inmersión, que tenga tales características estructurales y funcionales como para garantizar un alcance rápido del estado de sincronismo tras una rápida fase de encendido y un alcance eficaz del estado de apagado evitando sobrecargar a los componentes del dispositivo y superando los límites de las soluciones proporcionadas actualmente por la técnica anterior.

Otro objetivo de la invención es realizar una bomba que pueda lograr dichas características a un coste muy bajo, con un número inferior de componentes, y optimizando el consumo de corriente en todas las condiciones de funcionamiento.

20

Resumen de la invención

25 La idea de solución fundamental de la presente invención es aprovechar, para la fase de encendido y para la fase de apagado, tanto una señal de habilitación procedente de un primer sensor de nivel de flotador, que habilita el encendido de la bomba, como una señal de un segundo sensor que controla la posición del rotor. En dicha fase de apagado la recuperación de la posición del flotador es controlada por medio del primer sensor y el ángulo de carga crítico se mide calculando el desplazamiento de fase entre la señal de dicho primer sensor de posición del rotor (también adecuado para controlar el motor) y una señal procedente del sincronismo de la red eléctrica. Más especialmente, el cálculo del desplazamiento de fase se lleva a cabo indirectamente entre una señal correspondiente a la fuerza contraelectromotriz y una señal correspondiente al voltaje de alimentación de la red eléctrica.

30 Según esta idea de solución, el problema técnico se soluciona mediante un dispositivo como se indica previamente y caracterizado porque se une a un sensor de nivel de flotador y porque comprende un sensor de posición para detectar la polaridad y posición del rotor y para enviar una señal correspondiente a dicha unidad de procesamiento; siendo regulado el apagado de la bomba según una señal emitida por dicho sensor de nivel, recibida en una entrada de dicha unidad y a la medida de un ángulo de carga crítico obtenido por el desplazamiento de fase entre la señal del sensor de posición y dicha señal de sincronismo.

40 Las características y ventajas del dispositivo electrónico para accionar las fases de encendido y apagado según la invención serán evidentes por la siguiente descripción de una forma de realización de la misma dada a modo de ejemplo no excluyente con referencia a los dibujos adjuntos.

45 Breve descripción de los dibujos

la fig. 1 es una vista esquemática de un motor síncrono con un rotor de imán permanente y un estator bipolar incorporados en una bomba de inmersión accionada por el dispositivo electrónico según la presente invención;

50 la fig. 2 es una vista esquemática a escala ampliada de un detalle del motor de la fig. 1;

la fig. 3 es una vista de bloques esquemática de un dispositivo electrónico para accionar la fase de encendido y apagado del motor de la fig. 1;

55 la fig. 4 es una vista esquemática de un diagrama vectorial concerniente a las cantidades implicadas en el motor de la fig. 1;

la fig. 5 es una vista en sección de un dispositivo sensor de nivel de flotador asociado a la bomba de inmersión de la presente invención;

60

la fig. 6 es una vista en sección de una bomba de inmersión que incorpora el motor de la fig. 1, el dispositivo electrónico de la fig. 3 y el dispositivo sensor de la fig. 5;

65 la fig. 7 es un diagrama de flujo que muestra las etapas de accionamiento del dispositivo electrónico de la presente invención según las indicaciones del sensor de nivel de flotador y las condiciones de funcionamiento del motor eléctrico síncrono de la bomba.

ES 2 290 750 T3

Descripción detallada

Con referencia a las figuras, y especialmente a los ejemplos de las figs. 1 y 2, un motor eléctrico síncrono para una bomba de circulación 15, por ejemplo una bomba de inmersión instalada de manera sumergida en cuencas o tanques de recogida de fluido es indicado globalmente y esquemáticamente con 1.

El motor 1 puede ser tanto del tipo de encendido mecánico como del tipo de encendido asistido por electrónica.

La bomba 15 es iniciada por el motor eléctrico síncrono 1 que es accionado por un dispositivo electrónico de accionamiento 20 realizado según la presente invención.

Un sensor de nivel 40 del fluido en el que la bomba está sumergida es asociado al dispositivo electrónico 20. Este sensor 40 puede ser realizado de diversas maneras, por ejemplo: mecánico o electromecánico, magnético (sensor de efecto Hall o READ), óptico, piezoeléctrico o de radar. Preferentemente, se usa un sensor de nivel magnético 40 en la bomba de la presente invención, que se describirá en detalle a continuación con referencia particular a la fig. 5.

Independientemente de la tecnología del sensor de nivel, para los objetivos de la presente invención es suficiente considerar este sensor 40 como el elemento que habilita a la bomba para ser accionada tanto en la fase de encendido como en la fase de apagado.

El motor eléctrico 1 de la bomba 15 comprende un estator 10 y un rotor central de imán permanente sustancialmente cilíndrico 8. El estator 10 comprende dos piezas polares desequilibradas 2, 3 con dos regiones de entrehierro 4, 5 opuestas más amplias con respecto a otras dos regiones de entrehierro 6, 7 opuestas que son consecutivas y asimétricas con respecto a las previas.

Los polos N, S de rotor están divididos por un plano ideal indicado en los dibujos con la línea 9 y cuya posición, en la etapa de reposo, no coincide con un eje medio X-X del motor 1, sino que está inclinado con respecto al último por un ángulo predeterminado, por ejemplo 20°.

Con esta configuración el rotor 8 es unidireccional puesto que está favorecido para moverse en una dirección predeterminada en la fase de encendido o arranque.

Dos devanados estatóricos 13, 14 son proporcionados en las bases 11, 12 respectivas de las dos expansiones polares 2, 3 y conectados en serie el uno al otro para ser suministrados por una misma fuente de alimentación de energía eléctrica de CA Vp.

El dispositivo electrónico de encendido y apagado 20 se muestra esquemáticamente en la fig. 3 y comprende una unidad de procesamiento 16 que tiene una unidad de control conectada para accionar un interruptor de alimentación estático 17, por ejemplo un TRIAC conectado en serie a uno de los devanados estatóricos. En la forma de realización que se describe aquí a modo de ejemplo no excluyente, el interruptor 17 es insertado en serie entre la fuente de alimentación de energía eléctrica Vp y el motor 1.

La unidad de procesamiento 16 recibe en una entrada 24 una primera señal V derivada de la fuente de alimentación de energía eléctrica Vp. Esta señal V es sustancialmente un indicador de sincronismo.

La unidad 16 recibe en una entrada 23 también una segunda señal α procedente de un sensor 21 que detecta la polaridad y posición del rotor 8 tanto en la etapa de rotación como en la etapa de parada.

El sensor 21 es preferentemente un sensor magnético de efecto de campo, por ejemplo un sensor Hall, incluso si se pueden usar otras tipologías de sensores diferentes.

La unidad 16 recibe en una tercera entrada 26 una señal de habilitación procedente del sensor de nivel 40 del fluido que se va a descargar, que se describirá en detalle a continuación.

La unidad 16 comprende esencialmente convertidores del tipo de analógico a digital, para convertir las señales V y α en señales digitales, contadores digitales y una red lógica, no mostrados en los dibujos, que permiten que se lleven a cabo cálculos en dichas señales digitales según un algoritmo de accionamiento que se describirá con referencia al diagrama de flujo de la fig. 7. Como alternativa, la unidad 16 puede incluir un microcontrolador electrónico para ejecutar el algoritmo de accionamiento.

El dispositivo electrónico 20 es habilitado por el sensor de nivel 40 que, como se ha mencionado previamente, se puede realizar de diversas maneras, por ejemplo: mecánico o electromecánico, óptico, piezoeléctrico o de radar.

Sin embargo, según la invención y como se muestra en las figs. 5 y 6, el sensor 40 es preferentemente un sensor magnético de efecto Hall.

De forma ventajosa, el sensor 40 comprende una porción alojada en una envoltura 31 ubicada en la parte superior del cuerpo de la bomba.

ES 2 290 750 T3

La envoltura 31 comprende una porción de base en forma de copa sustancialmente cilíndrica 33 montada de forma rotativa en la parte superior del cuerpo de la bomba, como bien se muestra en la fig. 6.

5 La base 33 tiene una porción lateral equipada con una rejilla 43 que pone a la parte interna de la envoltura 31 en comunicación de fluido con el entorno externo. Internamente, cerca de esta porción lateral, se proporciona un elemento de filtro en forma de semicilindro 34 cuya función se explicará a continuación. El filtro 34 es mantenido en su posición por dos tabiques 42 opuestos que se proyectan parcialmente hacia la parte interna de la envoltura 31.

10 Un flotador 36 está alojado dentro de la envoltura 31.

El flotador 36 está formado por un cuerpo plástico cilíndrico hueco y está equipado en su parte inferior con un imán permanente 29.

15 Una tapa 30 se ajusta en la base 33 que define con la misma una cámara de la envoltura 31 en la que el flotador 36 se puede mover libremente en la porción que no está ocupada por el filtro 34. La tapa 30 tiene un botón 32 que puede ser manejado por un usuario para regular, con un ángulo predeterminado, por ejemplo entre 90° y 180°, la posición del flotador 36 en el plano horizontal.

20 Más especialmente, el flotador 36 se puede mover libremente en la cámara delimitada por los dos tabiques 42 que se proyectan dentro de la envoltura 31.

25 El flujo de entrada de agua que determina el movimiento del flotador 16 es garantizado por la pared en forma de rejilla 43. El filtro 34 está ubicado dentro de la pared en forma de rejilla 43 para evitar que cuerpos suspendidos u otros contaminantes entren en contacto con el flotador 36 y pongan en peligro el movimiento libre del mismo.

Una placa electrónica 38, adecuada para alojar el dispositivo electrónico de encendido y apagado 20 de la bomba, está alojada de forma ventajosa dentro del cuerpo 25 de la bomba en una posición justo por debajo del sensor de flotador 40.

30 Como bien se muestra en la fig. 5, la placa 38 está equipada en un extremo con una sonda Hall 37 alojada en una superficie de la placa en una posición que mira al imán permanente 29 del flotador 36.

35 Sin embargo, la posición móvil del flotador 16 puede proporcionar una separación y aproximación recíprocas del imán 29 con la sonda Hall 37, pero también una desalineación entre la sonda 37 y el imán 29 causada por una intervención manual en el botón 32 de la tapa 30.

Una capa de resina aislante 35 separa la placa 38 de la pared interna del cuerpo 25 de la bomba, justo entre la sonda Hall 37 y el imán 29.

40 Además, también la pared superior del cuerpo 25 de la bomba aísla la sonda Hall 37 y el imán 29 para que todas las partes con corriente del circuito tengan un doble aislamiento con respecto al área interna de la envoltura 31 que contiene agua.

45 De forma ventajosa, según la invención, la fase de encendido del motor 1 es regulada según la señal de sincronismo y la señal proporcionada por el sensor de efecto Hall.

Por el contrario, con respecto a la fase de apagado del motor 1, es regulada según la señal procedente del sensor de nivel 40 y las variaciones de la carga aplicadas a la bomba.

50 Por ejemplo, el apagado de la bomba 15 según la invención se puede predeterminar al detectar, durante la toma, una burbuja de aire, que sin duda cambia la carga de la bomba y que podría causar un funcionamiento en vacío con riesgo de daño.

55 Más especialmente, en la unidad 16 se lleva a cabo una medida del llamado “ángulo de carga” que representa el desplazamiento de fase de tiempo de la primera señal V, que indica el voltaje de alimentación del motor 1, y la fuerza contraelectromotriz inducida por el rotor en el estator en la etapa de rotación síncrona. De forma más precisa, sin embargo, el desplazamiento de fase de tiempo medido en la unidad 16 es complementario al ángulo de carga 8 sólo porque se mide la inducción del rotor, y no la fuerza contraelectromotriz, por medio de una sonda Hall, que son de hecho dos cantidades que son, como el hombre experto sabe, complementarias.

60 La medida de este desplazamiento de fase se lleva a cabo así indirectamente usando la señal proporcionada por el sensor de efecto Hall. El procesamiento de estas señales dentro de la unidad 16 permite que se controle el apagado del motor 1 y así de la bomba 15.

65 La fig. 4 muestra esquemáticamente un diagrama vectorial que permite que se entiendan mejor los cálculos llevados a cabo en la unidad 16. La inductancia de los devanados estáticos es indicada con X;

R es la resistencia de estos devanados;

ES 2 290 750 T3

I es la corriente de alimentación;

V es el voltaje de alimentación;

5 δ es el ángulo de carga;

φ es el desplazamiento de fase entre el voltaje de alimentación y la corriente;

10 E_o es la fuerza contraelectromotriz BEMF.

El dispositivo 20 según la invención permite accionar en el mejor de los casos ambas fases de encendido y apagado de la bomba.

15 Para este objetivo, tanto la señal de habilitación procedente del sensor de nivel de flotador 40, que habilita el encendido de la bomba, como la señal del sensor Hall 21, que controla la posición del rotor, son procesadas en la unidad 16.

20 En particular, en la fase de apagado el retorno a su posición del flotador del sensor de nivel 40 es controlado al principio y el ángulo de carga crítico (δ) también se mide calculando el desplazamiento de fase entre la señal del sensor de posición 21 (también adecuada para controlar el motor) y una señal V procedente del sincronismo de la red eléctrica.

25 La bomba de la presente invención puede ser accionada según las indicaciones contenidas en la solicitud de patente europea número 02425122; sin embargo, se ha proporcionado un algoritmo de accionamiento específico para lograr el alcance de la invención. Como se puede apreciar por el diagrama de flujo de la fig. 7, la primera etapa del algoritmo de accionamiento en el inicio proporciona una puesta a cero de un primer contador T1.

30 Una primera fase de prueba Q1 evalúa la posición alta o baja del flotador asociado al sensor de nivel de flotador y enciende la bomba si el nivel de flotador es alto o pasa el control a una segunda etapa de prueba Q2 si el nivel de flotador es bajo.

Cuando la bomba está ENCENDIDA se pone a cero un segundo contador T2.

35 Entonces se lee el ángulo de carga desde el sensor Hall 21 y se computa un valor medio móvil usando una pluralidad de N valores leídos de ángulo de carga.

Un ángulo de carga crítico o "límite" es almacenado en una unidad o ubicación de memoria para computar más tarde una diferencia entre tal valor crítico y el valor de corriente del ángulo de carga.

40 Una subrutina diferente se ejecuta cuando el resultado de la primera etapa de prueba indica una posición baja del flotador y la segunda etapa de prueba Q2 evalúa si la bomba está en un estado encendido o apagado.

Si la bomba está ENCENDIDA, el segundo contador T2 es aumentado y el valor del ángulo de carga es leído por el sensor Hall 21.

45 Entonces se computa un valor medio móvil de corriente usando una pluralidad de N valores leídos o muestreados de ángulo de carga.

El valor medio de corriente resultante es almacenado en una segunda unidad o ubicación de memoria.

50 Una tercera etapa de prueba Q3 se proporciona para evaluar si la diferencia entre el valor medio crítico almacenado del ángulo de carga y el valor medio de corriente del ángulo de carga es mayor que un valor K predeterminado.

55 Tal valor K es obtenido según unos resultados experimentales referentes a una posible presencia peligrosa de una mezcla de aire y agua dentro de la bomba que reduce drásticamente la eficiencia de la bomba.

Si el resultado de la tercera etapa de prueba Q3 es SI, que significa que la diferencia entre el ángulo de carga crítico y el ángulo de carga de corriente es mayor que K y que indica la presencia de un fluido con aire y agua, entonces la bomba se apaga.

60 Por el contrario, si el resultado de la tercera etapa de prueba Q3 es NO, se lleva a cabo una etapa de prueba adicional sobre el valor T2 contado por el segundo contador. Si T2 es mayor que T_e que es un límite de tiempo predeterminado para un apagado o parada de emergencia de la bomba, entonces la bomba se apaga inmediatamente.

65 Si T2 es menor que T_e , el control es retornado a la primera etapa de prueba Q1.

Se debería prestar atención a una subrutina adicional que se inicia tras un posible resultado de APAGADO de la segunda etapa de prueba Q2.

ES 2 290 750 T3

Si la bomba está en el estado APAGADO, el primer contador T1 es aumentado y se lleva a cabo una prueba posterior acerca del valor de T1.

5 Si el valor de T1 es mayor que un periodo de tiempo Tlimit predeterminado, por ejemplo veinticuatro horas, que significa que la bomba está apagada desde un largo periodo de tiempo, la bomba es encendida durante un corto periodo de tiempo, por ejemplo cinco segundos. Entonces el control es retornado aguas arriba del bloque de puesta a cero que pone a cero el valor T1.

10 El control se deja a la primera etapa de prueba Q1 cuando el resultado de la prueba sobre el valor contado T1 es negativo.

15 Así, se puede apreciar que el algoritmo de accionamiento se encarga de la entrada de señal que llega desde el sensor de nivel de flotador y la entrada de señal que llega desde el sensor de posición angular del motor. También se proporcionan límites de tiempo para mantener bajo rígido control el tiempo de funcionamiento o inactividad de la bomba.

El dispositivo de accionamiento para encender y apagar la bomba según la presente invención permite que la bomba de inmersión se accione de forma eficaz evitando situaciones de funcionamiento en vacío.

20 La falta de un sensor de corriente permite que se realice un dispositivo con un número inferior de componentes y que se aumente la fiabilidad de la bomba.

25 Obviamente, también la ventaja adicional de un coste de fabricación inferior de todo el dispositivo de encendido y apagado y la bomba deriva de las ventajas previas.

Además, la bomba equipada con el sensor de nivel integrado es más compacta y lleva a cabo sustancialmente una función que antes requería componentes externos - por ejemplo ya no se requiere la cuenca de recogida de fluido.

30

35

40

45

50

55

60

65

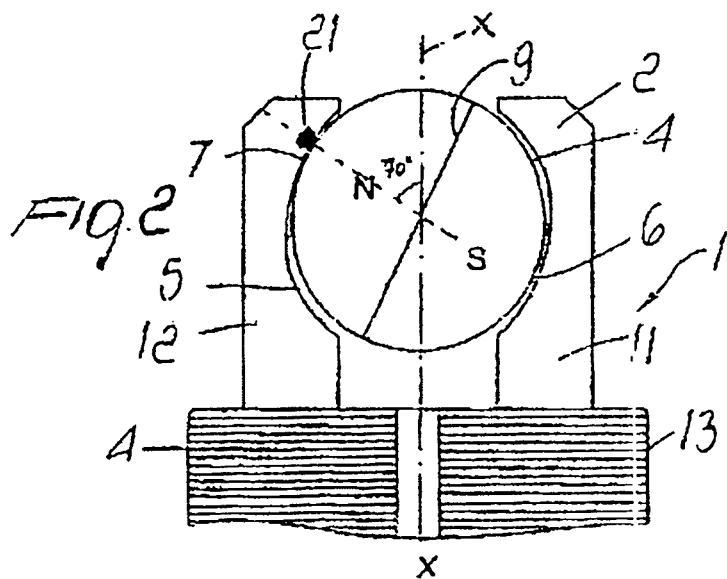
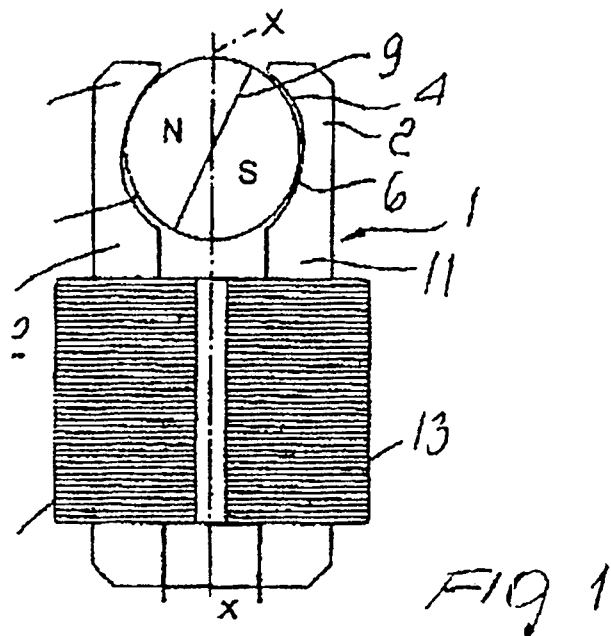
ES 2 290 750 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo de accionamiento electrónico (20) para encender y apagar una bomba síncrona, que comprende un motor eléctrico síncrono (1) con un rotor de imán permanente (8), que comprende:
- al menos un interruptor de alimentación estático (17) insertado en serie entre el motor (1) y una fuente de alimentación de energía eléctrica de CA (Vp); y
 - 10 - una unidad de procesamiento (16) que tiene al menos una entrada que recibe una señal de sincronismo (V) y una salida de control conectada a dicho interruptor (17);
 - **caracterizado** porque es habilitado por una señal emitida por un sensor de nivel de flotador (40) e incluye una entrada que recibe una señal (α) por un sensor de posición (21) que detecta la polaridad y posición del rotor (8);
 - 15 - siendo regulado el encendido y apagado de la bomba según la señal emitida por dicho sensor de nivel (40) y según una diferencia medida entre un ángulo de carga crítico (δ) y un ángulo de carga de corriente computada durante diferentes condiciones de funcionamiento de la bomba.
- 20 2. Un dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho sensor de posición (21) es un sensor de efecto Hall.
3. Un dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el motor comprende polos (N, S) de rotor divididos por un plano ideal (9) cuya posición de reposo es ortogonal a la posición de dicho sensor de posición (21).
- 25 4. Un dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho sensor de nivel de flotador (40) comprende una sonda Hall (37).
- 30 5. Un dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el flotador (36) de dicho sensor de nivel (40) está incorporado en una envoltura (31), asociada externamente con el cuerpo (25) de la bomba (15) y el elemento sensor (37) de dicho sensor de nivel (40) está alojado en el cuerpo (25) de la bomba en correspondencia con dicho flotador (36).
- 35 6. Un dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado** porque dicho flotador (36) está equipado en su parte inferior con un imán permanente (29).
7. Un dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha bomba (15) es una bomba de inmersión.
- 40 8. Un dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho dispositivo electrónico (20) está alojado en una placa electrónica (38) posicionada dentro del cuerpo (25) de la bomba en una posición justo por debajo del sensor de nivel de flotador (40).
- 45 9. Un dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho desplazamiento de fase se mide indirectamente en dicha unidad (16) detectando la inductancia del rotor, por medio de dicho sensor (21), que es complementario a la fuerza contraelectromotriz.
- 50 10. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que la bomba se apaga inmediatamente si el valor de un contador (T2) es mayor que un límite de tiempo predeterminado (Te) definido para una parada de emergencia.
11. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que dicho ángulo de carga crítico (δ) es un valor medio entre N valores muestreados.
- 55 12. Un dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** por un primer contador de tiempo (Ti) que es aumentado todos los instantes de tiempo en los que el sensor de nivel de flotador es bajo y la bomba está apagada para revisar el periodo de tiempo de inactividad de la bomba y encenderla durante un corto periodo de tiempo predeterminado.

60

65



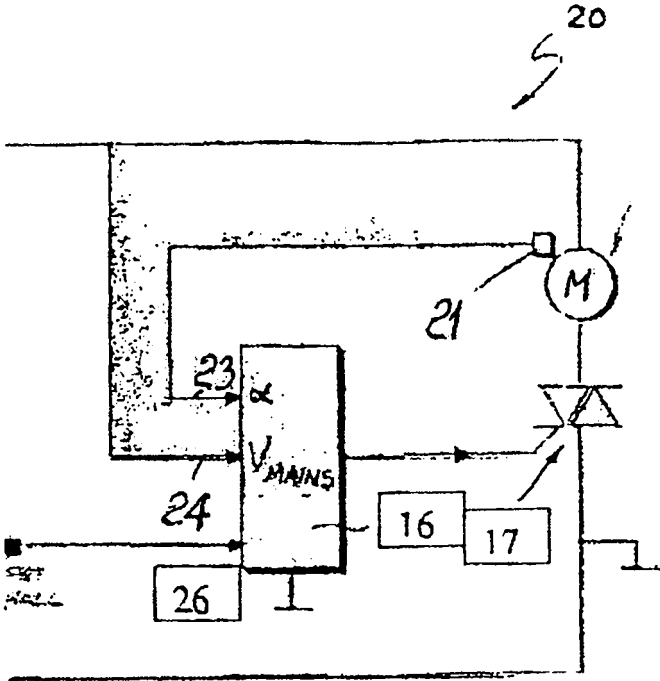


FIG. 3

FIG. 4

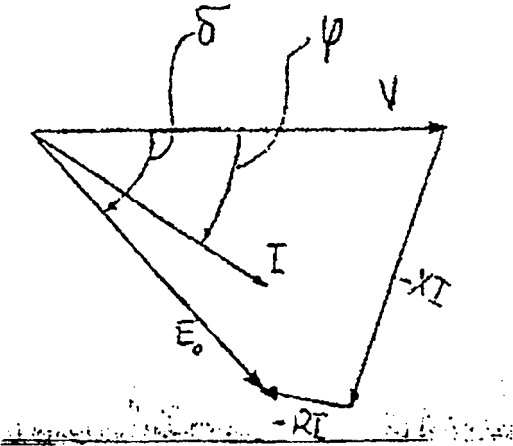
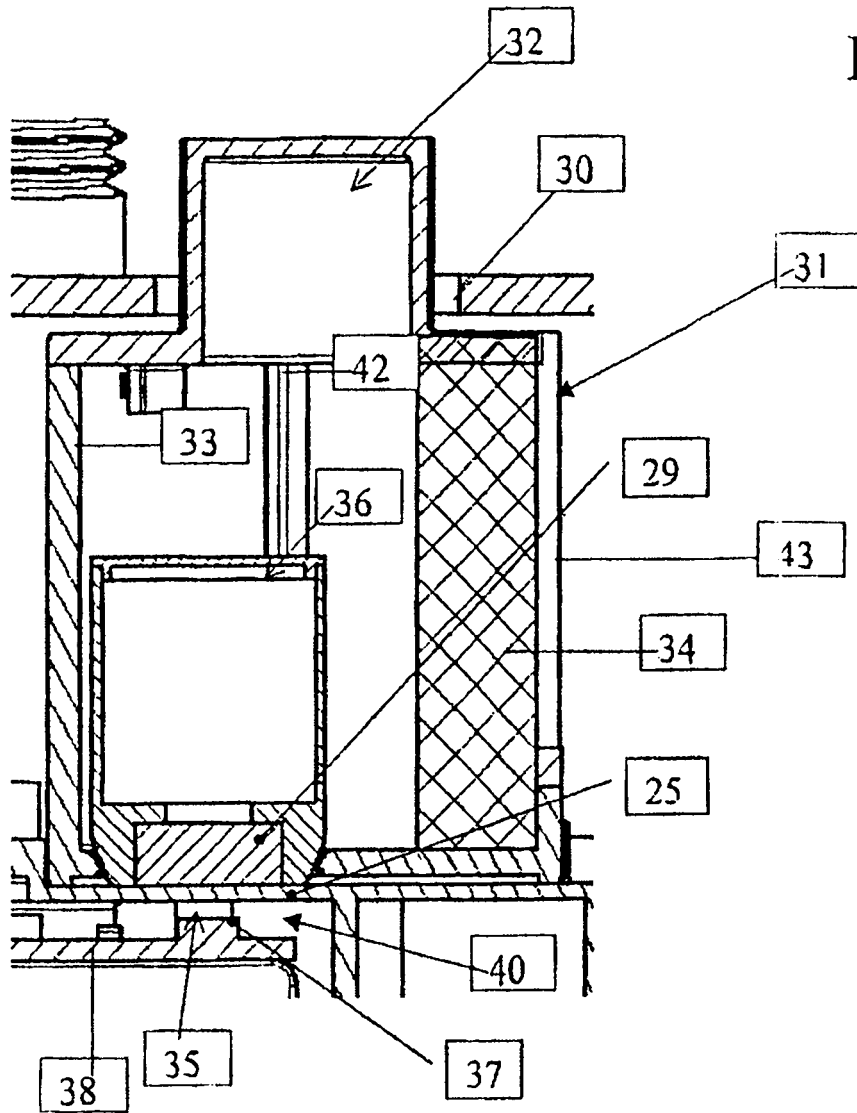


FIG. 5



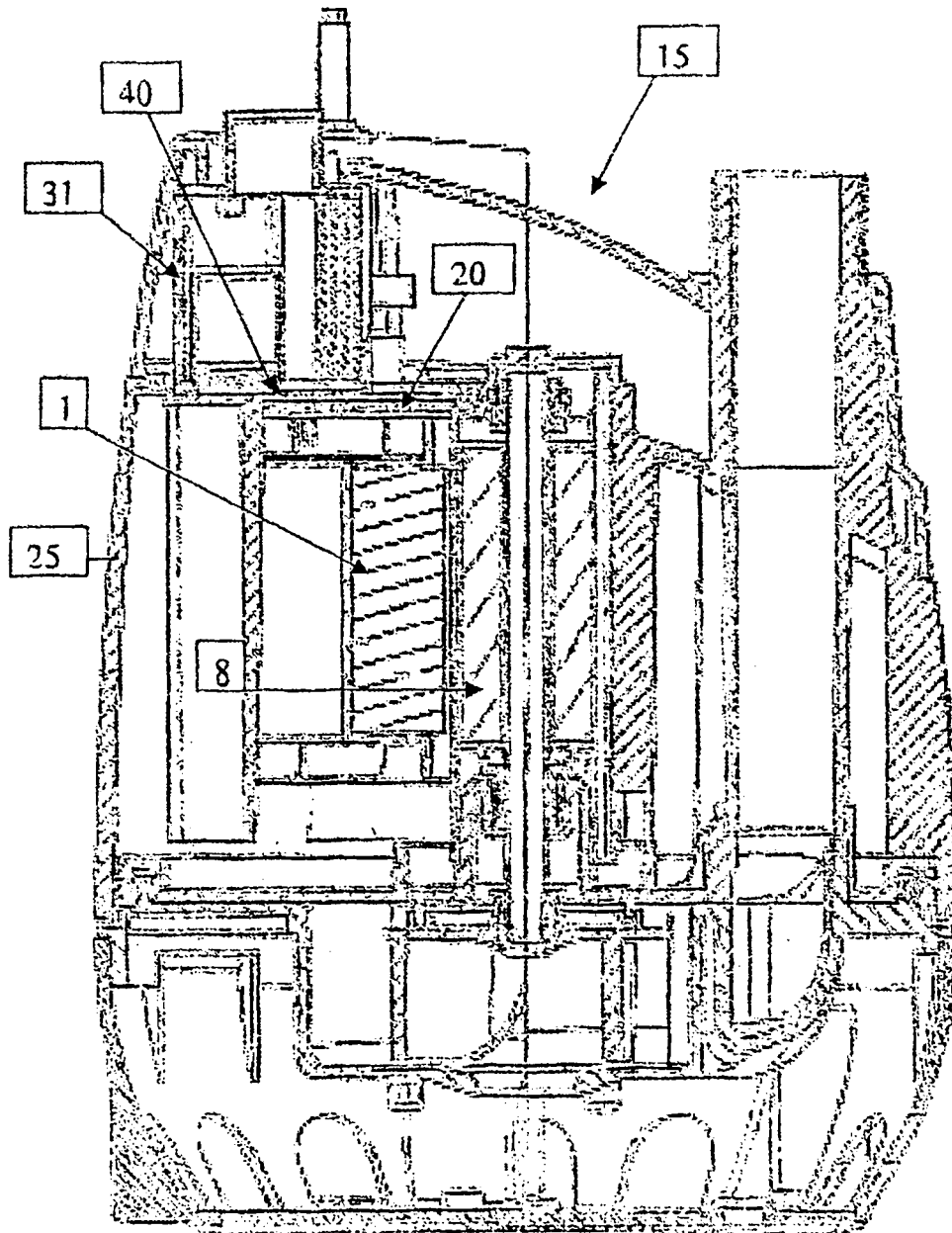


FIG. 6

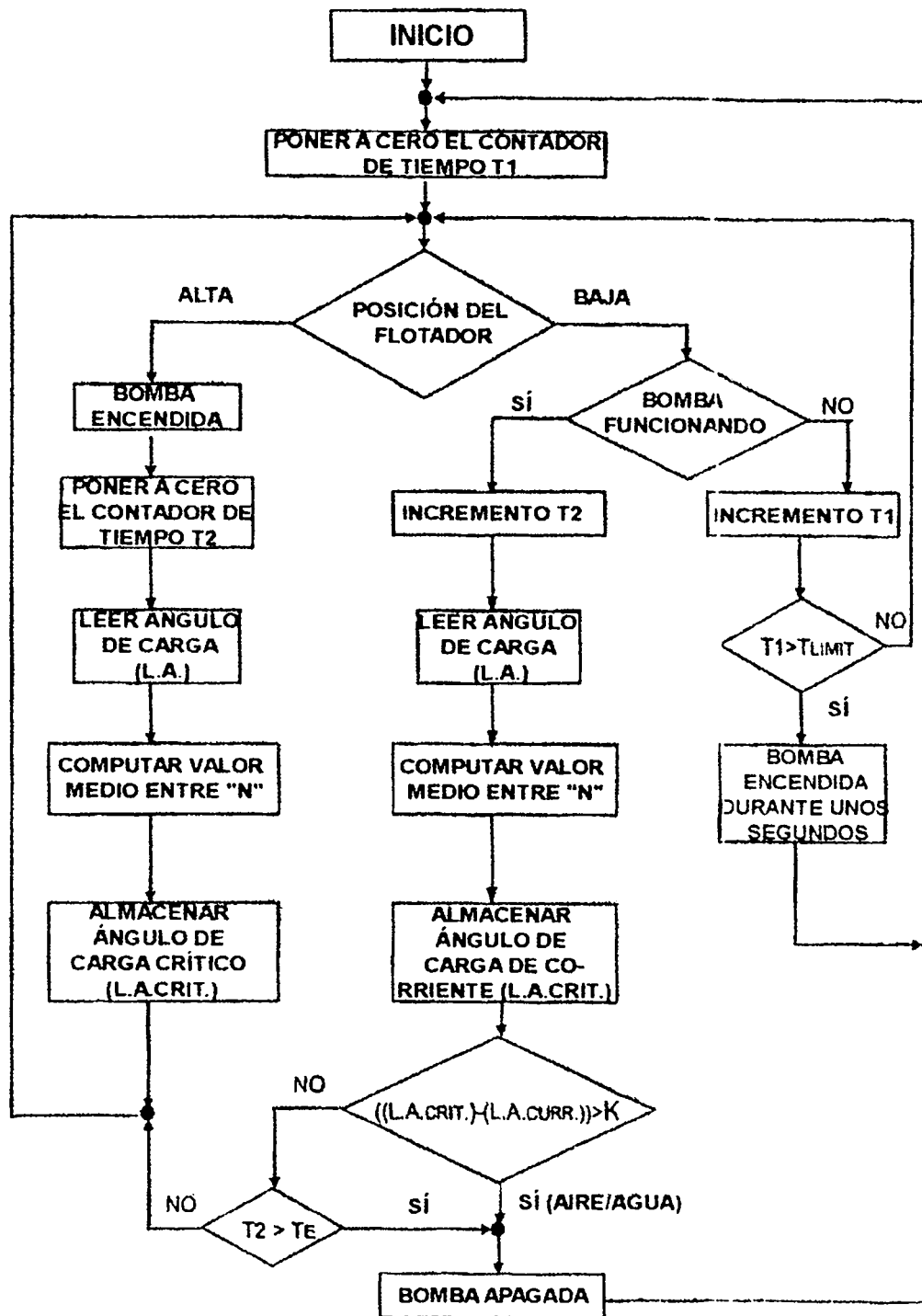


Fig. 7