(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 420 119**

(51) Int. Cl.:
H02P 29/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2009** **E 09771523 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2013** **EP 2380028**

(54) Título: **Procedimiento para la supervisión de una instalación de control de un motor eléctrico trifásico y/o del motor eléctrico**

(30) Prioridad:

19.12.2008 DE 102008055012

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.08.2013

(73) Titular/es:

BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE GMBH (100.0%)
Carl-Wery-Strasse 34
81739 München, DE

(72) Inventor/es:

ABEL, FALKO y
HOCHHAUSEN, RALF

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 420 119 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 para la supervisión de una instalación de control de un motor eléctrico trifásico y/o del motor eléctrico

La invención se refiere a un procedimiento para la supervisión de una instalación de control para la activación de un motor eléctrico trifásico y/o para la supervisión del motor eléctrico, en particular de un motor asíncrono o síncrono.

Se conoce emplear en lavavajillas bombas de lejía con motores de polos hendidos de una fase. Estos motores están diseñados para un punto de trabajo discreto y se colocan directamente en una tensión de la red eléctrica. La pérdida de la fase única conduce a la parada y se puede reconocer inmediatamente a través de la corriente de fase no presente. El reconocimiento de funciones erróneas en las fases es, por ejemplo, objeto de los documentos JP2007089261, JP2006184160, JP2005312201, US2003222612 y US2005099743.

La invención tiene el cometido de indicar un procedimiento, con el que se puede realizar una verificación de la función del motor eléctrico, en particular de un electrodoméstico. En particular, debe emplearse un motor eléctrico, que posee múltiples propiedades variadas frente al motor eléctrico hendido mencionado.

Este cometido se soluciona de acuerdo con la invención por medio de las etapas del procedimiento de la reivindicación 1.

En el sistema descrito aquí, las corrientes medidas son investigadas en lo que se refiere a una combinación posible de errores, para determinar si al menos una de las corrientes medidas es cero y las otras no y/o la suma de las corrientes medidas es esencialmente cero. Si se cumple al menos una de las condiciones, entonces se realiza la emisión de una señal de error, que indica que la instalación de control y/o el motor eléctrico no trabaja/n de forma reglamentaria.

A este respecto hay que indicar en el caso de ausencia de una fase, la corriente de fases en la fase ausente es cero y en las otras dos fases es de la misma magnitud opuesta (oposición de las fases). Puesto que las dos corrientes de fases son corriente sinusoidales, que presentan, respectivamente, cada 180º un valor de cero, y puesto que también las corrientes trifásicas poseen, respectivamente, cada 180º el valor cero, en el modo de proceder de acuerdo con la invención debe tenerse en cuenta que el “ser cero” es admisible durante un cierto periodo de tiempo y no admite ninguna manifestación sobre la capacidad funcional. También la medición de la corriente mencionada de las corrientes de fases está sometida a una tolerancia, de manera que con preferencia se definen límites (primera banda de tolerancia), dentro de los cuales se supone una corriente de fases como cero. De la misma manera, se predeterminan límite (segunda banda de tolerancia), dentro de los cuales debe estar la diferencia de dos corrientes de fases, para identificar las dos corrientes de fases como opuestas entre sí. En el modo de proceder de acuerdo con la invención, siempre es suficiente medir solamente dos de las tres corrientes de fases, puesto que las tres fases del motor síncrono están conectadas en la estrella. Puesto que la corriente de suma del punto nodal del circuito de estrella es cero, a partir de las dos corrientes de fases medidas se puede detectar todo el sistema trifásico, por lo tanto, se puede calcular la corriente de fases ausente o bien la corriente de fases. Si falta una fase, entonces hay que distinguir si en la fase correspondiente está posicionado uno de dos dispositivos de medición de la corriente, que realizan las mediciones de la corriente, o si se trata de la fase, a la que no está asociado ningún dispositivo de medición de la corriente.

Con preferencia, un segundo contador se incrementa cuando el primer contador excede dentro de un periodo de tiempo definido, varias veces un primer valor límite, que es predeterminable. De esta manera se pueden reconocer de una forma más fiable posibilidades de regulación, como por ejemplo en el documento US2005099743, donde a una fase solamente está asociado un único contador.

Con preferencia, se reconoce una pérdida de al menos una corriente de fases, es decir, un fallo de al menos una fase del motor asíncrono o síncrono, cuando el segundo contador excede un segundo valor límite, especialmente predeterminable. A través de este modo de proceder se consigue una alta fiabilidad en el reconocimiento de la pérdida de al menos una fase del motor síncrono.

En particular, el segundo contador se puede incrementar y se puede poner en marcha un reloj cuando el primer contador excede el primer valor límite. El primer contador se repone con preferencia cuando excede el primer valor límite. El segundo contador se incrementa en particular adicionalmente cuando dentro del periodo de tiempo definido el primer contador excede al menos otra vez el primer valor límite. De acuerdo con la fiabilidad de la manifestación puede estar previsto que el primer contador no sólo debe exceder otra vez, sino más de dos veces el primer valor límite. En el periodo de tiempo definido mencionado se trata especialmente de un tiempo predeterminable del reloj mencionado.

Además, la invención se refiere a un dispositivo para la supervisión de la función de un motor eléctrico de un electrodoméstico, en particular para la realización del procedimiento mencionado anteriormente, en el que el motor eléctrico está configurado como motor síncrono conectado en estrecha, trifásico, excitado de forma permanente y que está provisto con una regulación de vector orientada al campo, y por medio de una instalación de medición se

miden dos corrientes de fases y los resultados de la medición son evaluados por medio de un circuito detector para la supervisión del número de revoluciones del motor síncrono y/o para la supervisión de la presencia de todas las corrientes de fases en las fases del motor síncrono.

Además, la invención se refiere a un electrodoméstico, en particular un lavavajillas o una lavadora, en el que el electrodoméstico está provisto con un dispositivo del tipo indicado anteriormente.

Los dibujos ilustran la invención y, en concreto:

La figura 1 muestra una imagen de la estructura, que permite una supervisión de la función del motor síncrono, y

La figura 2 muestra un diagrama equivalente del regulador de una regulación de vector para un motor síncrono trifásico, excitado permanentemente.

La invención parte de un motor síncrono trifásico, excitado permanentemente de un electrodoméstico, en particular de un lavavajillas o de una lavadora, en el que el motor síncrono acciona, por ejemplo, una bomba del electrodoméstico, que sirve como bomba de lejía y/o bomba de circulación.

La figura 1 ilustra tres fases 100, 101 y 102 de un motor síncrono trifásico, excitado permanentemente 108, en el que las tres fases 100 a 102 están interconectadas en una punta de estrella 103. A las fases 100 y 101 está asociado, respectivamente, un dispositivo de medición de la corriente 104, 105, que miden las corrientes de fases ia e ib correspondientes. Las corrientes de fases ia e ib son transferidas por medio de una instalación 106 a corrientes componentes $i\alpha$, $i\beta$, en particular se transforman. Las dos corrientes de fases ia, ib y/o los corrientes componentes $i\alpha$, $i\beta$, son alimentadas a un circuito detector 107, que realiza una supervisión del número de revoluciones n del motor síncrono 108 y/o una supervisión de la presencia de todas las tres corrientes de fases en las tres fases 100, 101, 102 del motor síncrono 108. Puesto que la corriente de sumas en la punta de la estrella 103 es cero, es suficiente medir solamente en las dos fases 100 y 101 las corrientes de fases ia e ib. Entonces se puede calcular la corriente de fase en la fase 102. Para la regulación del lenguaje, hay que indicar que se habla de “corrientes de fases” cuando se trata del sistema de actuación física y se habla de “fases” cuando se trata de la generación de un sistema de tensión.

El control del motor síncrono 108 se realiza con una llamada regulación de vector orientada al campo. A tal fin, se utilizan las dos corrientes de fases ia e ib, para poder controlar, teniendo en cuenta un modelo de motor del motor síncrono 108, este motor con un sistema de tensión trifásica, modulada en la anchura del impulso. Este sistema de tensión se puede ajustar en la frecuencia, en la posición de las fases y en la amplitud. La alimentación del motor síncrono 108 se realiza, por consiguiente, con un llamado modulador.

Las corrientes de fases ia, ib, que se pueden designar como corrientes entre fases se miden – como se ha mencionado – con la ayuda de los dos dispositivos de medición de la corriente 104 y 105. Los dos dispositivos de medición de la corriente 104 y 105 presentan, respectivamente, una resistencia en derivación, de manera que la caída de la tensión que se produce en la resistencia en derivación respectiva es directamente proporcional a la corriente de fases ia o bien ib correspondiente.

La figura 2 ilustra el circuito de regulación para la regulación de vector orientada al campo con la ayuda de un diagrama equivalente del regulador. A partir del sistema de corriente trifásico, que presenta corrientes desplazadas 120º, se miden las dos corrientes de fases ia, ib. Esto se realiza con el dispositivo de medición de la corriente 104, 105 según la figura 1. Con la ayuda de una transformación de Clark indicada con el signo de referencia 1 (instalación 106 en la figura 1) se transfieren las dos corrientes de fases reales ia, ib, desplazadas 120º a un sistema de coordenadas ortogonal complejo orientado al estator, es decir, que ahora existe un sistema de dos fases de 90º, que comprende las corrientes componentes $i\alpha$ e $i\beta$. Estas dos corrientes componentes $i\alpha$ e $i\beta$ son giradas con la ayuda de una transformación de Park designada con 2 sobre el ángulo del rotor φ en el sistema de coordenadas del rotor. A partir de ello resultan los componentes girados de la corriente id e iq, en la que id corresponde a la corriente de magnetizaron e iq corresponde a la corriente, que forma el par de torsión, del motor síncrono. Estos componentes de la corriente id e iq son regulados en las fases del regulador-PI 3 y 4 conectadas a continuación a diferentes valore teóricos id teórico e iq teórico. A continuación se lleva a cabo una transformación inversa, que está identificada con el signo de referencia 5 y que suministra, además de las tensiones componentes $u\alpha$ y $u\beta$, para un modelo de motor 6, también amplitudes para un modulador 7. En el modulador 7 se trata de un elemento, que está en condiciones de generar un sistema de tensión trifásico, modulado en la anchura del impulso, que se puede regular en frecuencia, posición de las fases y amplitud. Un modulador 7 de este tipo se designa también como convertidor. Para la preparación de las amplitudes de las tensiones componentes $u\alpha$ y $u\beta$ está previsto en el lado de entrada del modulador 7 un formador del valor absoluto 8. El ángulo del rotor φ (ángulo de rueda polar) ya mencionado no se mide directamente en el motor síncrono 108, sino que se calcula con la ayuda del modelo de motor 6 a partir de las corrientes componentes $i\alpha$ e $i\beta$ y las tensiones componentes $u\alpha$ y $u\beta$. El modelo de motor 6 reproduce el motor síncrono 108. A partir de la diferenciación temporal del ángulo del rotor se calcula el número de revoluciones n. Esto se indica con el signo de referencia 9. A partir del número de revoluciones n se calcula, conociendo tiempos

discretos de pasos de modulación, un paso angular actual para el modulador 7. Puesto que en el instante del arranque del motor síncrono 108 no están disponibles informaciones de la corriente e informaciones del número de revoluciones, se pone en marcha el motor síncrono 108 bajo control. A tal fin está previsto un modelo de rampas designado con 10, que generan, después de la previsión de un pendiente inicial de rampas, un número de revoluciones objetivo actual y un paso angular actual. Los valores teóricos para los dos componentes de la corriente id e if son predeterminados fijamente. La figura 2 contiene tres conmutadores 11, 12 y 13, que adoptan allí, respectivamente, una posición, como es necesario para el arranque del motor síncrono 108. Si el motor síncrono 108 ha arrancado, entonces se conmutan. Durante el arranque, el modulador 7 recorre una tabla sinusoidal para la generación de un patrón de tensión de salida con el incremento angular de la rampa del modelo de rampas 10 y de la amplitud a partir de los circuitos del regulador de corriente de los valores teóricos de arranque. Si se alcanza un número de revoluciones n establecido, en el que se pueden medir con seguridad las corrientes de fases ia, ib y se puede calcular con seguridad el modelo de motor 6, entonces se conmuta desde el modo controlado al modo regulado, es decir, que los conmutadores 11 a 13 son invertidos y resulta un punto de sincronización. Un regulador del número de revoluciones 15, que está configurado como regulador PI, calcula ahora de acuerdo con la previsión de una desviación existente del número de revoluciones un valor teórico iq teórico para el componente de la corriente iq que forma el par de torsión. El componente de magnetización de la corriente id se regula a cero.

Con respecto a la medición de las corrientes de fases $i\alpha$ e $i\beta$, hay que indicar que éstas se miden con la ayuda de las dos resistencias en derivación de los dispositivos de medición de la corriente 104, 105 en los puntos de base de los arrollamientos del motor síncrono 108. En el modulador 7 está previsto especialmente un circuito de semipuente. Las caídas de la tensión en las dos resistencias en derivación son adaptadas con la ayuda de dios circuitos amplificadores rápidos a una zona de medición de la tensión de un microcontrolador de 0 V a 5 V. Los circuitos amplificadores están constituidos idénticos y están dimensionados de tal manera que es posible una medición de la corriente en el retículo de un modulador de la anchura del impulso sin distorsión. Puesto que en los dos puntos de base deben medirse corrientes positivas y negativas de la misma amplitud, los circuitos amplificadores poseen, respectivamente, una tensión de derivación, que se encuentra en el centro de la zona de control posible. La tensión de desviación respectiva se mide constantemente con el motor parado y se verifica la factibilidad. Para reducir al mínimo la influencia de interferencias, se filtran las tensiones de derivación a través de pasos bajos SW. En el caso de una tensión de derivación no factible, un software de convertidor adopta un estado de fallo, en el que no es posible una activación de la bomba.

La exploración de las corrientes de fases ia e ib se realiza bajo control de interrupción y se lleva a cabo con frecuencia de modulación de la anchura del impulso de un modulador de la anchura del impulso del convertidor. El instante de la exploración se encuentra en el centro de la activación de tres semiconductores de potencia de lado bajo del convertidor. En este instante, se cortocircuitas los tres arrollamientos del motor síncrono 108 a través de los semiconductores de potencia y se puede medir una corriente de marcha libre de los arrollamientos del motor. Puesto que la activación de la exploración se encuentra exactamente en el centro de los impulsos, se reduce al mínimo la influencia de las interferencias en virtud de flancos de conmutación de la modulación de la anchura del impulso. Durante un ciclo de modulación de la anchura del impulso se explora siempre sólo una corriente. Las dos corrientes son desplazadas en el tiempo en la medida del tiempo del ciclo de modulación de la anchura del impulso antes del cálculo del modelo de motor. En este caso se presupone que la corriente en las fases del motor síncrono es constante durante un ciclo de tempo de modulación de a anchura del impulso. La frecuencia de modulación de la anchura del impulso se selecciona para que se cumpla esta condición. La detección de las corrientes se realiza con una resolución de convertidor analógico-digital de 10 bits. Con esta resolución se reproduce el valor de punta a punta de las corrientes de las fases.

Una modulación de tensiones de salida del convertidor está implementada de acuerdo con un procedimiento de tabla de consulta Lookuptable (LUT). El ángulo actual de la tensión de salida es memorizado en un acumulador de fases (16 bits) y es corregido cíclicamente cada 600 μs a través de un algoritmo de regulación. Entre las correcciones de continúa un ángulo de modulación con una velocidad angular constante. La LUT posee una resolución de 16 bits y está depositada con 256 puntos de apoyo e una memoria Flash de un controlador. Se lleva a cabo una actualización de los valores de modulación de la anchura del impulso en cada segundo ciclo de modulación de la anchura del impulso. Las tensiones de salida son corregidas con la ayuda de una tensión de circuito intermedio del convertidor en cada cálculo del valor de modulación. De esta manera se puede compensar en gran medida una influencia de una ondulación de la tensión en el circuito intermedio del convertidor.

Como se ha mencionado anteriormente, se lleva a cabo una etapa de transformación durante la regulación de vectores orientada al campo que se ha mencionado anteriormente para transferir las corrientes de fases ia e ib a las corrientes componentes $i\alpha$ e $i\beta$. Esta etapa de transformación es puramente algebraica y no contiene modelos. Como se ha mencionado, las corrientes componentes $i\alpha$ e $i\beta$ describen el sistema de corriente trifásica en representación ortogonal. A partir de las dos corrientes componentes $i\alpha$ e $i\beta$ se calcula un ángulo con referencia al estator. La medición se repite a intervalos de tiempo definidos. Los intervalos son seleccionados con preferencia de tal manera que cumplen los requerimientos de una detección de errores. A partir de las mediciones corrientes se calcula a través de diferenciación del ángulo según el tiempo una velocidad angular y, como consecuencia de ello,

se calcula un número de revoluciones n del motor síncrono 108. Con preferencia, se forman la diferencia angular de ángulos adyacentes y la diferencia de tiempo de tiempos adyacentes y para la diferenciación se divide la diferencia angular por la diferencia de tiempo.

Puesto que las muestras de corriente pueden ser desechadas, con lo que se puede modificar la pertenencia temporal de dos muestras de corriente para ia e ib y la medición puede ser más inexacta en la zona inferior del número de revoluciones, se puede filtrar con preferencia el número de revoluciones. De manera alternativa a la filtración es ventajoso aplicar un criterio de selección, Si los valores-y de valores-x corresponden a una previsión, se parte de la rectitud del resultado.

Como ya se ha mencionado, las tres corrientes de fases 100 a 102 del motor síncrono 108 están conectadas en estrella. Puesto que la corriente de suma de un punto nodal es cero, con ello es suficiente medir dos de las tres corrientes de fases. Esto ya se ha explicado con la ayuda de la figura 1. En el caso de ausencia de una fase, es decir, cuando falla una corriente de una fase, hay que distinguir si en esta fase está posicionada una de las dos mediciones de la corriente o si se trata de la fase no medida. Por lo tanto, hay que verificar si en esta fase existe o no uno de los dos dispositivos de medición de la corriente 104, 105.

En el caso de ausencia de una fase, la corriente en la fase ausente, es decir, en la corriente de fase respectiva, es cero y en las otras dios fases/corrientes de fase es de la misma magnitud opuesta. De esta manera existe la llamada oposición de las fases. Puesto que las dos corrientes de las fases ia, ib son cero, respectivamente, cada 180º (corrientes sinusoidales) y también las corrientes trifásicas son cero, respectivamente, cada 180º, durante la medición sobre corriente cero debe tenerse en cuenta que esto es admisible durante un cierto periodo de tiempo. Las mediciones de la corriente por medio de las instalaciones de medición de la corriente 104 y 105 están sometidas en cada caso a una tolerancia, de manera que deben definirse ciertos límites, dentro de los cuales se supone una corriente como cero. De la misma manera, renecesitan límites, dentro de los cuales puede existe la diferencia de dos corrientes, para identificar las dos corrientes como opuestas entre sí. En el primer caso, se define una primera banda de tolerancia como límites y para el segundo caso se define una segunda banda de tolerancia. Para la supervisión de la integridad de las corrientes de fases del motor síncrono 108, es decir, si existe el fallo de al menos una fase del motor síncrono 108, reinvestigan las dos corrientes medidas ia e ib con respecto a las siguientes combinaciones de errores posibles: a) si una de las dos corrientes de fases ia, ib medidas se encuentra dentro de la primera banda de tolerancia, se supone esta corriente de fases como cero, b) si la diferencia de las dos corrientes de fases ia, ib medidas se encuentra dentro de la segunda banda de tolerancia, se suponen las dos corrientes de fases medidas como opuestas entre sí en oposición de fases.

En la etapa a) se investiga si una de las dos corrientes ia, ib se encuentra por debajo del límite de corriente cero formado por la primera banda de tolerancia. En la etapa b) se investiga si la diferencia de las corrientes medidas ia, ib se encuentra dentro del límite de oposición de fases definido por la segunda banda de tolerancia.

En principio, hay que indicar que, condicionado por el principio, es más fácil detectar una corriente cero que una oposición de fases. Si aparece uno de los dos resultados mencionados, entonces se incrementa un primer contador, en particular de acuerdo con el tipo de resultado. Si una medición no cumple ni uno ni el otro criterio, se repone el primer contador.

Si este primer contador excede un primer valor límite, entonces se incrementa un segundo contador y se repone el primer contador así como se pone en marcha un reloj. Si dentro de un periodo de tiempo definido, especialmente del tiempo predeterminado del contador, una segunda vez bien al menos una segunda vez tiene lugar el exceso del primer valor límite del primer contador, se incrementa de nuevo el segundo contador. Si no se produce este caso, se repone el segundo contador. Si el segundo contador excede un segundo valor límite, entonces se reconoce la pérdida de una fase, es decir, la ausencia de una corriente de fase en una fase 100, 101, 102.

En resumen, para la previsión durante el reconocimiento del número de revoluciones hay que indicar que a tal fin se utilizan las corrientes componentes $i\alpha$ e $i\beta$ de una etapa de transformación para la regulación de vector orientada al campo sin formación de modelo de ningún tipo. El cálculo de ángulos orientados al estator se realiza siempre en al menos dos instantes definidos, debiendo cumplir la diferencia de tiempo solamente los requerimientos de exactitud planteados al conocimiento del estado parado (teniendo en cuenta el filtro siguiente / la evaluación siguiente). Sigue el cálculo del número de revoluciones (número de revoluciones aproximado) a partir de la diferenciación temporal el ángulo. Además, se realiza una ponderación de la información del número de revoluciones (espacialmente *y* a partir de *x* valores de números de revoluciones dentro de una tolerancia).

En la verificación de la integridad de las corrientes de fases se lleva a cabo la medición de dos corrientes de fases del motor síncrono conectado en estrella. Se realiza una elevación ponderada de un primer contador, cuando o bien una corriente está por debajo de un valor de corriente cero o la diferencia de dos corrientes está dentro de un límite de oposición de fases. Un segundo contador se eleva cuando el primer contador excede dentro de un periodo de tiempo definido varias veces un (primer) valor límite del primer contador ponderado. Se realiza el reconocimiento de la pérdida de una fase cuando el segundo contador excede un (segundo) valor límite asociado al mismo.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la supervisión de una instalación de control para el control de un motor eléctrico trifásico y/o para la supervisión del motor eléctrico, en particular de un motor asíncrono o síncrono, que comprende al menos las siguientes etapas:

- medición de dos corrientes de fases (ia, ib),
- verificación de si una de las dos corrientes de fases (ia, ib) medidas es esencialmente cero,
- generación de una señal de error cuando al menos una de las dos corrientes de fases (ia, ib) medidas es esencialmente cero,
- verificación de si las 2 corrientes de fases (ia, ib) medidas son esencialmente distintas de cero,
- formación de la suma de las 2 corrientes de fases (ia, ib) medidas, y
- generación de una señal de error, cuando la suma formada de las 2 corrientes de fases (ia, ib) medidas es esencialmente cero, en el que
- cuando aparece una señal de error, se incrementa un primer contador,
- se incrementa un segundo contacto cuando el primer contador excede dentro de un periodo de tiempo definido varias veces un primer valor límite del primer contador, y
- se reconoce una pérdida de al menos una corriente de fases de las tres corrientes de fases, cuando el segundo contador excede un segundo valor límite.

2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el segundo contador se incrementa y se pone en marcha un reloj, cuando el primer contador excede el primer valor límite.

3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el primer contador se repone cuando excede el primer valor umbral.

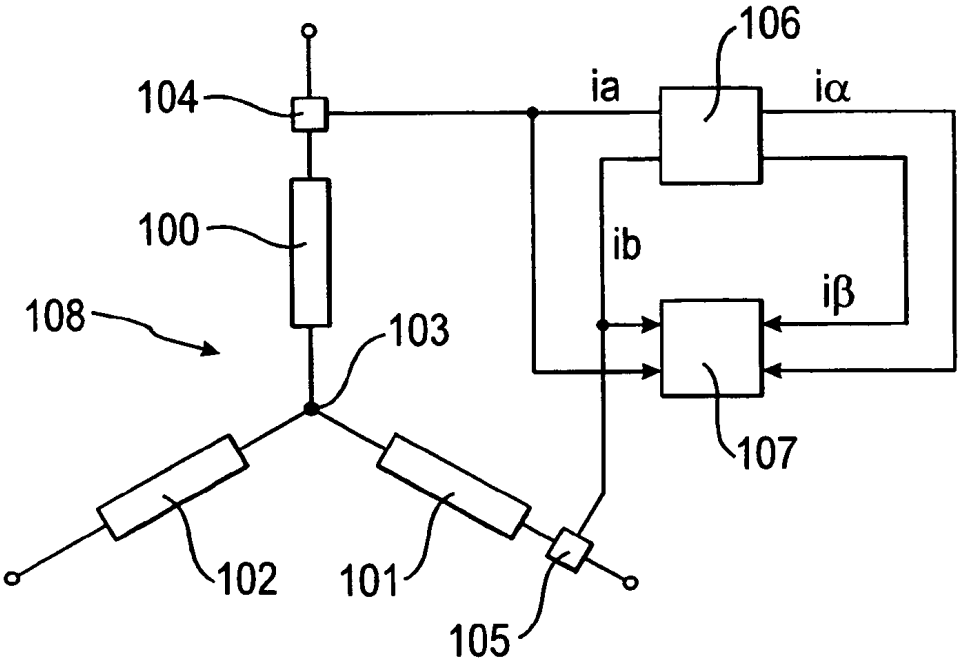
4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 3, **caracterizado** porque el segundo contador se incrementa adicionalmente cuando dentro del periodo de tiempo definido, el primer contador excede al menos otra vez el primer valor límite.

5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque el periodo de tiempo definido es un periodo predeterminable del reloj.

6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el motor eléctrico se utiliza para el funcionamiento de un electrodoméstico, en particular de un lavavajillas o de una lavadora.

7.- Electrodoméstico, en particular lavavajillas o lavadora, que presenta al menos un motor eléctrico y un dispositivo para la supervisión del motor eléctrico de acuerdo con el procedimiento según una o varias de las reivindicaciones anteriores.

Fig.1



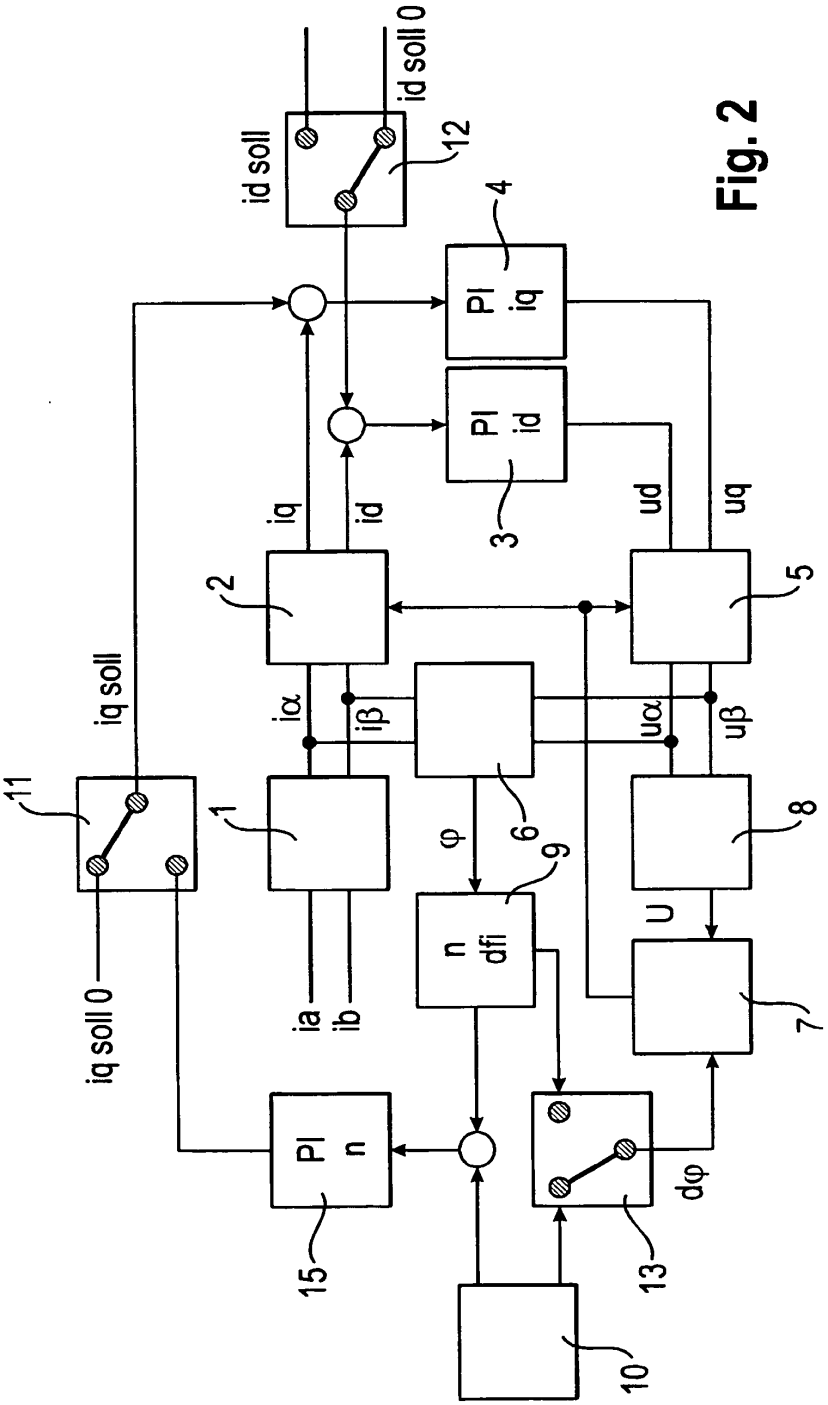

id soll
id soll 0
12
4
PI
iq
PI
id
3
iq
id
ud
uq
2
5
iq soll
iα
iβ
uα
uβ
11
1
6
8
φ
9
n
dfi
U
iq soll 0
ia
ib
7
PI
n
dφ
15
13
10

Fig. 2